

LUCAS CAVALCANTE DA COSTA

FISIOLOGIA DA SENESCÊNCIA EM FLORES DE GLADIÓLO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

C837f
2015
Costa, Lucas Cavalcante da, 1991-
Fisiologia da senescência em flores de gladiolo / Lucas
Cavalcante da Costa. – Viçosa, MG, 2015.
viii, 64f : il. ; 29 cm.

Orientador: Fernando Luiz Finger.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Gladiolus grandiflora*. 2. Plantas ornamentais.
3. Gladiolo - Pós-colheita. 4. Gladiolo - Efeito do etileno.
5. Gladiolo - Efeito do ácido abscísico. 6. Gladiolo - Efeito do
ácido giberélico. 7. Carboidratos. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós graduação
em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 584.38

LUCAS CAVALCANTE DA COSTA

FISIOLOGIA DA SENESCÊNCIA EM FLORES DE GLADIÓLO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 16 de Julho de 2015.

Teresa Drummond Correia Mendes

Vicente Wagner Dias Casali

Mário Puiatti

Fernando Luiz Finger
(Orientador)

*Ao grandioso Deus
e a nossa mãe Maria*
Ofereço

*Aos meus pais
Aos meus avós*
Dedico

AGRADECIMENTOS

Á Deus, senhor e autor de nossas vidas.

Aos meus pais Ivan Bezerra e Ana Cristina, pelo apoio incondicional durante essa caminhada acadêmica.

Aos meus queridos avós Carmelita Mendes Cavalcante (*in memorian*), José Ferreira e Elijanete Gomes, pelos ensinamentos e incentivos diante das dificuldades ao longo dessa jornada.

Á minha tia Roberta Gomes de Lima, por toda atenção e apoio.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia pela oportunidade de realização desse curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa.

Ao professor Fernando Luiz Finger pela paciência, amizade e orientação durante esses anos de trabalho.

Ao professor Mário Puiatti, pelo apoio e amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita, Geraldo, Sebastião e Zé Maurício, pela atenção e colaboração durante o desenvolvimento da pesquisa.

Aos amigos do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita, pela ajuda e incentivos durante a realização do trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Análise de Sementes e Grupo da Soja, pelos momentos de descontração.

Á todos os meus familiares e amigos que, mesmo longe, contribuíram de alguma forma para conclusão de mais uma etapa.

Á todos os professores que fizeram parte da minha formação.

Aos colegas do curso de Pós-graduação em Fitotecnia, pela amizade e companheirismo.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.2. REFERÊNCIAS.....	4
2. CAPÍTULO I: LONGEVIDADE PÓS-COLHEITA DE FLORES DE GLADIÓLO	
RESUMO	7
2.1. INTRODUÇÃO	9
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	11
2.2.1. Localização e matéria-prima	11
2.2.2. Descrição do experimento	11
2.2.3. Avaliação da abertura floral	12
2.2.4. Longevidade das hastes	12
2.2.5. Extração de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido	13
2.2.6. Quantificação de açúcares solúveis totais	13
2.2.7. Quantificação de açúcares redutores.....	13
2.2.8. Quantificação de amido	14
2.2.9. Análise estatística	14
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
2.3.1. Abertura floral.....	15
2.3.2. Longevidade.....	17
2.3.3. Teor de açúcares solúveis totais.....	18
2.3.4. Teor de açúcares redutores.....	19
2.3.5. Teor de amido.....	20
2.4. CONCLUSÕES	22
2.5. REFERÊNCIAS	23

3. CAPÍTULO II - AÇÃO DOS ÁCIDOS ABCÍSIKO E GIBERÉLICO NA SENESCÊNCIA DE FLORES DE GLADIÓLO

RESUMO	26
3.1. INTRODUÇÃO	28
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.2.1. Localização e matéria-prima	30
3.2.2. Descrição do experimento	30
3.2.3. Longevidade.....	30
3.2.4. Variação do peso de matéria fresca da haste.....	30
3.2.5. Taxa de absorção de água e taxa de transpiração.....	31
3.2.6. Índice de estabilidade de membrana	31
3.2.7. Peroxidação lipídica	32
3.2.8. Estudo isolado dos floretes	32
3.2.9. Análise estatística	32
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.3.1. Longevidade.....	34
3.3.2. Variação do peso de matéria fresca da haste	35
3.3.3. Taxa de absorção de água e taxa de transpiração	36
3.3.4. Índice de estabilidade de membrana	38
3.3.5. Peroxidação lipídica	39
3.3.6. Variação de peso de matéria fresca do florete	40
3.3.7. Taxa de transpiração do florete	42
3.4. CONCLUSÕES.....	43
3.5. REFERÊNCIAS.....	44

4. CAPÍTULO III - CAPACIDADE DE REIDRATAÇÃO DE HASTES FLORAIS DE GLADIÓLO

RESUMO	47
4.1. INTRODUÇÃO	48
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	50
4.2.1. Localização e matéria-prima	50
4.2.2. Descrição do experimento	50
4.2.3. Longevidade	50

4.2.3. Variação do peso de matéria fresca da haste.....	50
4.2.4. Taxa de absorção de água e taxa de transpiração	51
4.2.5. Teor relativo de água da pétala	52
4.2.6. Análise estatística.....	52
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.3.1. Longevidade	53
4.3.2. Variação do peso de matéria fresca da haste	54
4.3.3. Taxa de absorção de água e taxa de transpiração	56
4.3.4. Teor relativo de água da pétala	58
4.4. CONCLUSÕES	60
4.5. REFERÊNCIAS	61
5. CONCLUSÃO GERAL	64

RESUMO

COSTA, Lucas Cavalcante da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho, 2015. **Fisiologia da senescência em flores de gladiólo**. Orientador: Fernando Luiz Finger.

O conhecimento do comportamento fisiológico de cada espécie ou variedade permite a correta adoção de técnicas de preservação da qualidade pós-colheita. Diversos fatores influenciam na longevidade de flores de corte. Entre eles, o conteúdo de carboidratos, a atuação de hormônios sinalizadores da senescência e a capacidade de reidratação da flor após a colheita, influenciam significativamente na qualidade do produto. Diante disso, este trabalho teve como objetivo determinar os principais eventos responsáveis pela baixa qualidade ornamental pós-colheita de flores de gladiólo, durante armazenamento e vida de vaso. Hastes e flores de gladiólo foram avaliadas quanto à influência do etileno e do conteúdo de carboidratos na longevidade; ação do ácido abscísico (ABA) e giberélico (GA_3) na senescência da flor e a capacidade de reidratação da haste e da flor após armazenamento refrigerado e seco. Flores de gladiólo possuem diferença de longevidade entre as variedades estudadas, independentemente da ação do etileno. Portanto, o etileno não é o principal hormônio responsável pela sinalização de eventos relacionados à senescência nessa espécie. A diferença na longevidade entre as variedades pode ser atribuída aos teores de açúcares solúveis totais de cada variedade. Por outro lado, o ABA está envolvido na indução de eventos relacionados à senescência em flores de gladiólo. Como principal regulador da ação do ABA, o GA_3 regula a ação do ABA na abertura floral e no controle da estabilidade de membrana. O armazenamento refrigerado a 5°C na ausência de água, por até 36 horas, não diminui a longevidade de flores de gladiólo. As flores armazenadas a seco por 24 horas a 5° C recuperam totalmente a hidratação da flor. O armazenamento a seco por 12 horas a 5° C possibilita maior peso de matéria fresca e teor relativo de água durante o armazenamento e vida de vaso.

ABSTRACT

COSTA, Lucas Cavalcante da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2015. **Senescence and postharvest physiology of cut gladiolus flowers**. Advisor: Fernando Luiz Finger.

Knowledge of the physiological behavior of each species or variety allows the correct adoption of the postharvest quality preservation techniques. Several factors influence the longevity of cut flowers. Among them, the carbohydrate content, the role of hormones on senescence and rehydration capacity flower after harvesting, significantly influence the quality of the product. Thus, this study aimed to determine the main events responsible for the low postharvest ornamental quality of gladiolus flowers during storage and vase life. Stems and gladiolus flowers were evaluated as to the influence of ethylene and carbohydrate content on longevity; action of abscisic acid (ABA) and gibberellic (GA_3) on flower senescence, and rehydration capacity of the stem and flower after cold and dry storage. Gladiolus flowers have longevity difference between the varieties studied regardless of ethylene action. Therefore, ethylene is not the main hormone responsible for signaling events related to senescence in this species. The difference in longevity between varieties can be attributed to total soluble sugar content of each variety. However, ABA is involved in events related to senescence induction in gladiolus flowers. As the main ABA action regulator, the GA_3 regulates the action of ABA in flower opening and stability membrane control. The cold storage at 5° C and dry, for up to 36 hours, does not decrease the longevity of gladiolus flowers. Additionally, the flower recovers fully hydration after storage at 5 ° C and dried for up to 24 hours, which suggests a high capacity for water absorption of this kind.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de plantas ornamentais tem se tornado uma prática de grande importância em todo o mundo. No entanto, a natureza perecível e a vida de vaso limitada das flores de corte, representam grandes obstáculos para o aumento da viabilidade econômica dessa atividade (Kumar et al., 2014).

A qualidade e a longevidade pós-colheita de flores dependem do controle de dois processos aparentemente antagônicos: a promoção do desenvolvimento durante a fase de abertura da flor e o retardamento dos eventos responsáveis pela senescência na fase seguinte (van Doorn and Woltering, 2008). As condições de manuseio, ambiente, atuação de hormônios vegetais, conteúdo de carboidratos e relações hídricas também desempenham função crítica na regulação da senescência floral (Kumar et al., 2014).

A senescência é um processo ativo que envolve mudanças estruturais, bioquímicas e moleculares, como síntese de RNAs e proteínas, (Arora et al., 2006a; Arora, 2008; Battelli et al., 2011) e regida por um evento celular definido por morte celular programada (van Doorn, 2011).

Gladiolus sp. é uma das principais flores de corte comerciais adaptadas para diversas condições climáticas. Possui uma vida de vaso entre 5 a 7 dias, dependendo da variedade. Tem sido relatado que o gladiolo é insensível ao etileno e que seu nível fisiológico não acelera a senescência das flores (Serek et al., 1994; Arora et al., 2006b).

A maioria das pesquisas sobre a fisiologia e biologia molecular de flores de corte tem sido concentrada em flores sensíveis a etileno em detrimento das flores classificadas como insensíveis, o que proporcionou uma defasagem no conhecimento dos eventos fisiológicos relacionados à senescência dessas flores (Kumar et al., 2014).

O conhecimento da atuação do hormônio sinalizador da senescência é importante na escolha de métodos de preservação da qualidade ornamental pós-colheita de flores de corte. Muitos reguladores de crescimento já são estudados visando o prolongamento da longevidade de flores de corte. O ácido abscísico (ABA), por exemplo, desempenha função crucial nas respostas adaptativas a estresses ambientais, como a seca e a alta salinidade, bem como no desenvolvimento da planta e maturação das sementes (Miyakawa et al., 2012).

Vários estudos indicam que o ABA é um regulador natural da senescência de flores (Hunter et al., 2004). O hormônio está presente em quantidades superiores em pétalas naturalmente senescentes (Wei et al., 2003). Estudos recentes demonstram que o

aumento da concentração do ácido abscísico (ABA) na pétala ocorre em estádios senescentes do desenvolvimento de flores insensíveis a etileno (Kumar et al., 2014).

Em gladiolo tem sido encontrado respostas diferentes ao ABA entre as variedades (Kumar et al., 2014). Em flores insensíveis a etileno, o ABA exógeno promoveu a perda de permeabilidade da membrana e o aumento do conteúdo de ABA endógeno antes do aumento das atividades de enzimas hidrolíticas e da abertura das flores de lírio (Panavas et al., 1998). Zhong e Ciafre (2011) relataram que a aplicação de ABA induziu a senescência natural das pétalas de lírios, assim, haveria um papel direto do ABA na regulação positiva dos passos iniciais de senescência das pétalas, independentemente dos níveis endógenos de etileno.

As evidências do envolvimento do ABA na senescência floral pode ser determinada se a sua biossíntese ou ação for reduzida. O produto químico fluridone tem sido utilizado em diversas pesquisas com o objetivo de inibir a síntese de ABA, e em sua maioria, a sua eficiência foi comprovada (Hunter et al., 2004; Zhong e Ciafre, 2011).

Segundo Serek e Reid (1997), a senescência de flores de corte pode ser adiada com a aplicação de citocinina ou ácido giberélico (GA_3). O GA_3 atua como inibidor ou antagonista da ação do ABA. Singh et al. (2008) verificaram que o GA_3 pode aumentar a vida de vaso de flores gladiolo, preservando a estabilidade da membrana e retardando a degradação protéica.

A escassez de carboidratos é correlacionada com curta vida de vaso de flores de corte (Yamane et al., 2005; Dar et al., 2014). Dessa forma, o teor de carboidratos solúveis em flores cortadas pode ser relacionado com a diferença de longevidade entre as variedades (Nabigol et al., 2010; Nabigol et al., 2014).

Van der Meulen-Muisers et al. (2001), utilizando três cultivares de lírio com distintas longevidades, determinaram que o tempo de senescência das flores cortadas coincidiu com o tempo em que o conteúdo de carboidratos foi reduzido pela metade. Isto indicou correlação entre o início da senescência e a falta de carboidratos em pétalas de lírio (van Doorn e Han, 2011).

A capacidade de reidratação da flor de corte é um importante atributo na escolha da espécie ou variedade que será armazenada. Além disso, o conhecimento da temperatura ideal e o tempo de armazenamento desejado, possibilita ao produtor escalonar a sua venda de acordo com a demanda, sem que ocorra perdas desnecessárias no comércio. A reidratação tem por objetivo restaurar o balanço hídrico das flores de corte transportadas e armazenadas a seco buscando o restabelecimento da turgidez (Suzuki et al., 2001; Vieira

et al., 2011; Santos et al., 2012). O déficit hídrico é manifestado quando a taxa de absorção de água é menor que transpiração das flores. Alta taxa transpiratória aliada a absorção de água limitada pela composição da solução ou pela alta resistência e baixa condutância hidráulica dos vasos xilemáticos são os principais fatores que influenciam negativamente na manutenção da qualidade pós-colheita das flores de corte (Vieira et al., 2012; Saleem et al., 2014; Costa et al., 2015).

Este trabalho teve como objetivo determinar os principais eventos responsáveis pela baixa qualidade ornamental pós-colheita de flores de gladiolo, durante armazenamento e vida de vaso.

1.2. REFERÊNCIAS

ARORA, A. (2008) **Programmed cell death during petal senescence. Postharvest biology and technology of fruits, vegetables and flowers.** In: PALIYATH, G., MURR, D.P., HANDA A. K., Lurie S (eds) John Wiley and Sons Ltd, pp 86–124.

ARORA, A.; SINGH, V.P., Polyols regulate the flower senescence by delaying programmed cell death in *Gladiolus*. **Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology**, v.15, p.139–142, 2006a. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03321918>.

ARORA, A.; WATANABE, S. MA, B.; TAKADA, K.; EZURA, H. A novel ethylene receptor homolog gene isolated from ethylene-insensitive flowers of gladiolus (*Gladiolus grandiflora* Hort.). **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.351, p.739–744, 2006b. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2006.10.111>.

BATTELLI, R.; LOMARDI, L.; ROGERS, H.J.; PICCIARELLI, P.; LORENZI, R.; CECCARELLI, N. Changes in the ultrastructure, protease and caspase-like activities during flower senescence in *Lilium longiflorum*. **Plant Science**, v.180, p.716–725, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2011.01.024>.

COSTA, L.C.; COSTA, R.R.; RIBEIRO, W.S.; CARNEIRO, G.G.; BARBOSA, J.A.; FINGER, F.L. Postharvest longevity of *Heliconia wagneriana*. **Acta Horticulturae**, v.1060, p.93-199, 2015. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/1060/1060_28.htm> Acesso em: 10 jan. 2015.

DAR, R. A.; TAHIR, I.; AHMAD, S. S. Physiological and biochemical changes associated with flower development and senescence in *Dianthus chinensis* L. **Indian Journal of Plant Physiology**, v.19, n.3, p.215-221, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s40502-014-0104-9>

HUNTER, D.A.; FERRANTE, A.; VERNIERI, P.; REID, M.S. Role of abscisic acid in perianth senescence of daffodil (*Narcissus pseudonarcissus* ‘Dutch Master’). **Physiology Plantarum**, v.121, p.313–321, 2004. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0031-9317.2004.0311.x>

KUMAR, M.; SINGH, V. P.; ARORA, A.; SINGH, N. The role of abscisic acid (ABA) in ethylene insensitive *Gladiolus grandiflora* Hort.) flower senescence. **Acta Plant Physiology**, v.36, p.151–159, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-013-1395-6>.

MIYAKAWA, T.; FUJITA, Y.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; TANOKURA, M. Structure and function of abscisic acid receptors. **Trends in Plant Science**, v.18, p.259–266, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2012.11.002>.

NABIGOL, A.; NADERI, R.; MOSTOFI, Y. Variation in vase life of cut rose cultivars and soluble carbohydrates content. **Acta Horticulturae**, v.858, p.199-204, 2010. http://www.actahort.org/books/858/858_26.htm

NABIGOL, A.; PIRI, S.; NAZARI, A. Changes in soluble carbohydrates content and ethylene production during postharvest period of cut rose flowers. **Journal of Applied Science and Agriculture**, v. 9, n.6, p.2412-2418, 2014. Disponível em: <www.aensiweb.com/old/jasa/rjfh/.../2412-2418.pdf> Acesso em: 10 mar. 2015.

PANAVAS, T.; WALKER, E.L.; RUBINSTEIN, B. Possible involvement of abscisic acid in senescence of daylily petals. **Journal of Experimental Botany**, v.49, p.1987–1997, 1998. Disponível em: <<http://jxb.oxfordjournals.org/content/49/329/1987.full.pdf>> Acesso em: 25 out. 2014.

SALEEM, M.; KHAN, M.A.; AHMAD, I; AHMAD, R. Vase water effects on postharvest longevity and water relations of *Gladiolus grandiflorus* ‘White Prosperity’. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 51, n.1, p.137-141, 2014. Disponível em: <<http://pakjas.com.pk/papers%5C2252.pdf>> Acesso em: 10 fev. 2015.

SANTOS, J.S.; FINGER, F.L.; VIEIRA, L.M.; MENDES, T.D.C.; BARBOSA, J.G. Capacidade de reidratação e influência do corte no restabelecimento do fluxo de água em inflorescências de *Epidendrum ibaguense*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 18, n.1, p. 15-21, 2012. <http://dx.doi.org/10.14295/rbho.v18i1.689>

SEREK, M.; JONES, R.B.; REID, M.S. Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus* sp. Flowers. **American Society for Horticultural Science**, v.119, p.1014–1019, 1994. Disponível em: <<http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-942.pdf>> Acesso em: 20 fev. 2015.

SEREK, M.; REID, M.S. Use of growth regulators for improving the postharvest quality of ornamentals. **Perish Handling**, v. 92, p.7–8, 1997.

SINGH, A.; KUMAR, J.; SINGH, P. Effect of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. **Plant Growth Regulation**, v.55, p.221–229, 2008. <http://dx.doi.org/10.1007/s10725-008-9278-3>

SUZUKI, A. LEONARD, R.T.; NELL, T.A.; BARRETT, J.E.; CLARK, D.G. Effects of retail hydration on water uptake and quality of ‘Madame Delbard’ roses after long term transport. **Acta Horticulturae**, v. 543, p. 251-256, 2001. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/543/543_30.htm> Acesso em 28 jan. 2015.

VAN DER MEULEN-MUISERS, J.J.M.; VAN OEVEREN, J. C.; VAN DER PLAS, L. H. W.; VAN TUYL, J.M. Postharvest flower development in asiatic hybrid lilies as related to tepal carbohydrates status. **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, p. 201-211, 2001. [http://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00148-4](http://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00148-4).

VAN DOORN, W.G.; WOLTERING, E.J. Physiology and molecular biology of petal senescence. **Journal of Experimental Botany**, v.59, p.453–480, 2008. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erm356>.

VAN DOORN, W.G.; HAN, S. S. Postharvest quality of cut lily flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v.62, n.1, p. 1–6, 2011.

VIEIRA, L.M.; MENDES, T.D.C., FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G. Vascular occlusion and water relations in cut snapdragon flowers. **Acta Horticulturae**, v. 937, p.179-184, 2012. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/937/937_21.htm> Acesso em: 29 out. 2014.

VIEIRA, L.M.; SANTOS, J.S.; FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G.; CECON, P.R. Reidratação de inflorescências de boca-de-leão após o armazenamento refrigerado e seco. **Ciência Rural**, v. 41, n. 3, p. 418-423, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000300009>

WEI, Z.; ZHANG, H.; GU, Z.P.; ZHANG, J.J. Cause of senescence of nine sorts of flowers. **Acta Botanica Sinica**, v.33, p.429-436, 2003. Disponível em: <<http://www.jipb.net/pubsoft/content/2/3470/33-6-4.pdf>> Acesso em: 20 out. 2014.

YAMANE, K.; KAWAUCHI, T.; YAMAKI, Y.; FUJISHIGE, N. Effects of treatment with trehalose and sucrose on sugar contents, ion leakage and senescence of florets in cut gladiolus spikes. **Acta Horticulturae**, v.669, p.351-357, 2005. Disponível em: <www.actahort.org/books/669/669_46.htm> Acesso em: 10 mar. 2015.

ZHONG, Y.; CIAFRE, C. Role of ABA in ethylene-independent Iris flower senescence. In: **International conference on food engineering and biotechnology**, IPCBEE, IACSIT : 9 Press, Singapore, 2011.

2. CAPÍTULO I

LONGEVIDADE PÓS-COLHEITA DE FLORES DE GLADIÓLO

RESUMO

A vida de vaso é um dos fatores mais importantes na qualidade de flores de corte. O conteúdo de carboidratos presente nas pétalas de cada variedade pode ser determinante para longevidade de flores de gladiólo. Embora o gladiólo seja insensível ao etileno, o mesmo poderá ter sua vida comercial reduzida mediante a ocorrência de aborto dos botões florais promovido pelo hormônio. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do etileno e do teor de carboidratos na longevidade pós-colheita de flores de gladiólo. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Viçosa, MG. No experimento I, as variedades de gladiólo utilizadas foram: Amsterdam, Blue Frost, Gold Field, Green Star, Jester, Lavender, Red Beauty, Rose Supreme, Traderhorn e Verônica. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, seguindo o fatorial 6 x 10 (seis concentrações de etileno e dez variedades), com cinco repetições. Após a colheita, as hastes foram acondicionadas em câmaras hermeticamente fechadas e expostas as concentrações de 0; 0,1; 1,0; 10, 100 e 1000 $\mu\text{l L}^{-1}$ de etileno pelo período de 24 horas. Foram avaliadas quanto ao percentual de abertura floral e longevidade das hastes. No experimento II foram escolhidas três variedades (Amsterdam, Red Beauty e Verônica), as quais apresentaram, respectivamente, a menor, a média e a maior longevidade no Experimento 1. Foram avaliados os teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido em cinco estádios de desenvolvimento da flor. Na análise de variância, houve interação significativa entre as variedades e concentrações de etileno na variável abertura floral e efeito isolado do fator variedade na longevidade das hastes. De acordo com o desdobramento realizado da interação significativa, as médias não se diferenciaram estatisticamente. Isto indica que não houve efeito do etileno na abertura floral de flores de gladiólo e nem houve alteração na abertura floral entre as variedades. A longevidade de flores de gladiólo diferiu entre as variedades. As variedades Verônica e Traderhorn apresentaram as maiores longevidades (≥ 6 dias) seguido das variedades Blue Frost, Gold Field, Lavender, Red Beauty e Jester (5 a 6 dias). As variedades com as menores longevidades foram a Rose Friendship e Green Star (4 a 5 dias), e por fim, a Amsterdam (<4), a menor longevidade comparada às demais. As variedades Verônica e Amsterdam,

de maior e menor longevidade, respectivamente, diferiram quanto aos teores de açúcares solúveis totais. Nas condições do presente experimento, o etileno não influenciou na abertura e longevidade de flores de gladiolo. A diferença encontrada na longevidade entre as variedades pode ser atribuída aos teores de açúcares solúveis totais de cada variedade.

2.1. INTRODUÇÃO

As flores de corte comercializadas precisam suportar a colheita, embalagem e distribuição, e ainda apresentarem qualidade aceitável ao consumidor final. Duas características importantes de flores de corte são: a alta capacidade de abertura floral após as hastes serem colhidas e longa vida de vaso após a abertura (Nabigol et al., 2014).

Gladiolus sp., uma espécie originária da África do Sul, é uma flor de corte bem adaptada ao desenvolvimento em diferentes condições climáticas. Pertencente a família Iridaceae, *Gladiolus grandiflora* (Hort.) é popularmente conhecida por gladiólo ou palma-de-santa-rita. A facilidade de cultivo, caracterizada pela resistência a pragas e doenças, e a grande variedade de coloração das flores (Hassan et al., 2014; Kumar et al., 2014) fazem do gladiólo uma das espécies mais cultivadas no mundo como flor de corte.

A duração da vida de vaso é um dos fatores mais importantes na qualidade de flores de corte, e essa pode variar entre as variedades de gladiólo.

Há relatos de que o gladiólo é insensível ao etileno (Yamada et al., 2003; Arora et al., 2006; Kumar et al., 2014), de forma que seu nível fisiológico de ação não acelera a senescência das flores, e seus inibidores de biossíntese ou ação não retardam este evento. Porém, há diferenças significativas na sensibilidade ao etileno entre as espécies e, até mesmo, entre cultivares da mesma espécie (Serek et al., 2006; Scariot et al., 2014).

A resposta ao etileno também varia muito de acordo com a espécie, embora seja mais facilmente observada entre famílias ou subfamílias (van Doorn, 2001; Cordeiro et al., 2011). Segundo Serek et al. (1994), embora a exposição ao etileno não afetar a vida de floretes abertos de flores de gladiólo, o mesmo poderá reduzir a vida comercial da flor, a partir da ocorrência de aborto dos botões fechados.

Gladiólo são colhidos ainda na fase de botão. Na abertura da flor, grande quantidade de açúcares redutores são necessários como o substrato para a respiração. Além disso, a abertura da flor resulta do crescimento da pétala, associado a expansão celular, o que requer o influxo de água e agente osmótico, tais como carboidratos solúveis (Waithaka et al., 2001; Yamada et al., 2003; Elhindi et al., 2012).

Escassez de carboidratos é correlacionado com a curta vida de vaso de flores de corte (Yamane et al., 2005; Dar et al., 2014). Dessa forma, o teor de carboidratos solúveis em flores cortadas pode estar relacionado com a diferença da vida de vaso entre as variedades (Nabigol et al., 2010; Nabigol et al., 2014).

Os resultados sugerem que a vida de vaso mais longa de algumas cultivares pode ser atribuída às maiores concentrações de carboidratos solúveis nas pétalas (Nabigol et al., 2010; Nabigol et al., 2014). Van der Meulen-Muisers et al. (2001), utilizando três cultivares de lírio com distintas longevidades, determinaram que o tempo de senescência das flores cortadas coincidiu com o tempo em que o conteúdo de carboidratos foi reduzido pela metade. Isto indicou correlação entre o início da senescência e a falta de carboidratos em pétalas de lírio (van Doorn e Han, 2011).

Foi demonstrado que o amido é importante reserva de carboidratos em flores de corte (Yap et al., 2008; Nabigol et al., 2014). Yamane et al. (1991) observaram que os açúcares predominantes nas flores de gladiolo são a frutose e glicose, porém, o amido foi a fonte principal de carboidratos solúveis que contribuiu nas fases iniciais de expansão.

Em trabalho realizado por Waithaka et al. (2001), o conteúdo de amido decresceu durante a abertura dos floretes, porém, a sua contribuição foi menor no teor total de carboidratos como fonte de energia para os floretes abertos. Dessa forma, concluiu-se que o amido foi a fonte primária dos açúcares necessários para a expansão da flores de gladiolo no início do desenvolvimento, e não na longevidade.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do etileno e do teor de carboidratos na longevidade pós-colheita de flores de gladiolo.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Localização e matéria-prima

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, MG, com 10 variedades de *Gladiolus grandiflora* (Hort.). No experimento I, as variedades utilizadas foram: Amsterdam, Blue Frost, Gold Field, Green Star, Jester, Lavender, Red Beauty, Rose Supreme, Traderhorn e Verônica.

No experimento II foram escolhidas três variedades (Amsterdam, Red Beauty e Verônica), as quais apresentaram, respectivamente, a menor, a média e a maior longevidade no Experimento I.

2.2.2. Descrição do experimento

As hastes foram colhidas no ponto de colheita comercial determinado para a espécie, ou seja, quando os botões basais apresentaram a coloração específica da variedade (Figura 1). Após a colheita, as hastes foram colocadas em recipientes contendo água e, em seguida, foram levadas ao laboratório onde foi realizado o corte da base da haste em água e a padronização do seu comprimento para 60 cm. Posteriormente, as hastes florais foram distribuídas ao acaso entre os tratamentos utilizados.

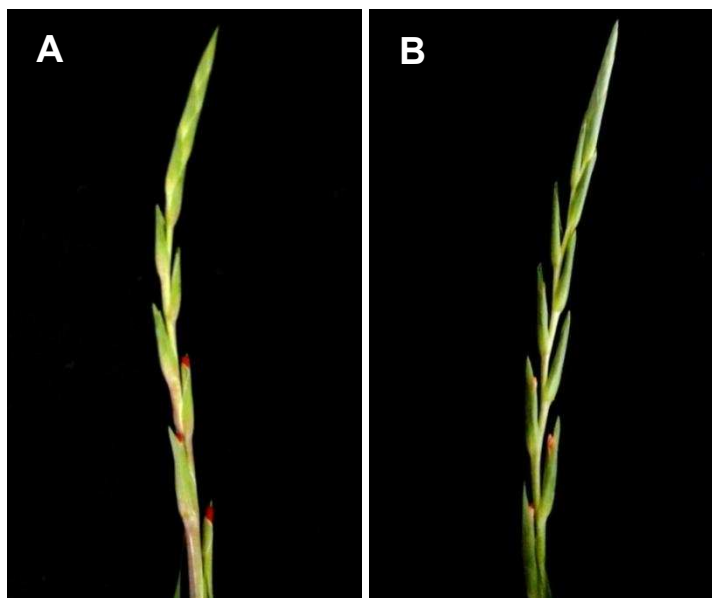


Figura 1. Ponto ideal de colheita para a comercialização de hastes de gladiólo. (A) ‘Red Beauty’ e (B) ‘Rose supreme’. UFV, Viçosa – MG, 2015.

No experimento I, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, seguindo o fatorial 6 x 10 (seis concentrações de etileno e dez variedades), com cinco

repetições. Cada repetição foi composta por três hastes florais. Após a padronização, as hastes foram acondicionadas em câmaras hermeticamente fechadas e expostas as concentrações de 0; 0,1; 1,0; 10, 100 e 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno pelo período de 24 horas. Após a retirada da câmara, foram colocadas em tubos de ensaio contendo água destilada e foram avaliadas quanto a abertura floral e a longevidade.

No experimento II, as hastes das três variedades foram colocadas em tubos de ensaio contendo 100 mL de água destilada. Durante a vida de vaso, amostras destinadas a quantificação dos açúcares foram retiradas da segunda flor basal nos cinco estádios de desenvolvimento de abertura da flor: (I) totalmente fechada; (II) parcialmente aberta; (III) totalmente aberta; (IV) parcialmente senescente (indicado murchamento das margens de pétala); (V) senescente (Serek et al., 1995).

Neste experimento foram avaliados quanto aos teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e reserva de amido. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três repetições. Cada repetição foi composta por cinco hastes florais.

2.2.3. Abertura floral

Antes da exposição ao etileno exógeno em câmara hermeticamente fechada, foi obtido o número de botões de cada inflorescência. Considerando que todas as flores estivessem abertas, o número de flores abertas seria 100 %. Portanto, o percentual de flores abertas dos demais períodos foi estimado em função da seguinte relação:

$$\text{PFA} = (\text{FA} \times 100) / \text{FT}$$

PFA: Percentual de flores abertas;

FA: número de flores abertas da haste;

FT: número de flores totais da haste.

2.2.4. Longevidade

A longevidade das hastes foi determinada pelo período (número de dias) compreendido entre o início do tratamento (exposição por 24 horas ao etileno) e o aparecimento de murcha de pelo menos 20% das flores.

2.2.5. Extração de açúcares solúveis totais, redutores e amido

Na extração, aproximadamente 200 mg de pétalas da segunda flor basal da haste nos cinco estádios de desenvolvimento floral foram pesadas e, sobre elas, vertidas etanol 80% em temperatura fervente. As amostras foram maceradas em etanol 80% e centrifugadas, seguida de filtragem em balão volumétrico de 50 mL. Esse processo foi realizado por três vezes e o volume final dos balões foi completado até 25 mL. O precipitado resultante das centrifugações foi seco em estufa a 65°C por 24 horas e armazenado em dessecador para posterior determinação do amido. O extrato alcoólico foi armazenado, sob refrigeração, em vidros vedados, visando a quantificação dos açúcares solúveis totais e redutores.

2.2.6. Quantificação de açúcares solúveis totais

A quantificação dos açúcares solúveis totais foi realizada com base no método Fenol-sulfúrico (Dubois et al., 1956). Adicionou-se 250 µL do extrato alcoólico, 250 µL de fenol 5% em tubo de ensaio, seguidos de agitação em vortex. Aos tubos foram acrescidos de 1,25 mL de ácido sulfúrico concentrado e agitados novamente. Após banho-maria à temperatura de 30°C por 20 minutos, os tubos foram novamente agitados, postos em temperatura ambiente por 30 minutos e, por fim, a leitura foi realizada em comprimento de onda $\lambda = 490$ nm em espectrofotômetro. A partir da absorbância lida, foram realizados os cálculos com as devidas correções das diluições. O resultado foi comparado com a curva padrão de sacarose a 1% e expresso em mg g^{-1} de peso de matéria fresca (PF).

2.2.7. Quantificação de açúcares redutores

A quantificação dos açúcares redutores foi realizada segundo a metodologia de Somogy-Nelson (Nelson, 1944; Somogy, 1945). Foram adicionados em um tubo tipo Eppendorf, 200 µL do extrato alcoólico e 200 µL do reagente 4 de Nelson. Em seguida, os tubos foram agitados, fervidos por 15 min e, então, resfriados em banho de gelo. Posteriormente foram adicionados 200 µL do reagente 5 de Nelson e 600 µL de água desionizada, agitando-se novamente os tubos. Foram feitas leituras no espectrofotômetro em comprimento de onda de 540 nm. O resultado foi comparado com a curva padrão de sacarose a 1% e expresso em mg g^{-1} PF.

2.2.8. Quantificação de amido

Na quantificação de amido foi seguido o método descrito por McCready et al. (1950). A partir do resíduo obtido da extração de açúcares totais, foram adicionados ao material seco 2,5 mL de água desionizada e 3,5 mL de ácido perclórico 52%, em tubos de centrífuga. Os tubos, após agitação, permaneceram em repouso por 30 min. Em seguida, foi realizada a centrifugação a 2000 rpm, por 15 min, e o sobrenadante recolhido em provetas de 25 mL. Após repetir 3 vezes esse procedimento, foi completado o volume das provetas até 25 mL com água desionizada. A quantificação de amido foi feita da mesma maneira que a quantificação de açúcares solúveis totais, de acordo com Dubois et al. (1956), sendo expressa em mg g^{-1} PF.

2.2.9. Análise estatística

No experimento I, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com nível de 1% de significância para dois fatores (variedade e tratamento) nas variáveis: abertura floral e longevidade. Teste de Tukey a 5% de probabilidade no desdobramento da abertura floral. No experimento II, os dados foram analisados a partir da estatística descritiva com base nos valores médios e erro padrão.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre as variedades e concentrações de etileno para a abertura floral e efeito isolado do fator variedade na longevidade das hastes (Tabela 1).

Tabela 1. Quadrados médios referentes a abertura floral e longevidade de dez variedades de gladiolo submetidas a seis concentrações de etileno. UFV, Viçosa – MG, 2015

FV	Abertura Floral	Longevidade
Variedade	0,5471ns	8,8645**
Etileno	0,6142ns	1,0374ns
Variedade*Etileno	0,3339**	1,1912ns
C.V. (%)	15,87	16,72

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

2.3.1. Abertura Floral

Como consequência do desdobramento realizado na análise da interação significativa encontrada, as médias não se diferenciaram estatisticamente (Tabela 2). Isto indica que não houve efeito do etileno na abertura floral de flores de gladiolo e nem foi apresentado alteração na abertura floral entre as variedades. Na Figura 2 são apresentadas fotografias das variedades submetidas a concentração máxima de etileno (1000 $\mu\text{L L}^{-1}$) e o controle (sem etileno), evidenciando a ausência do efeito do etileno na abertura da flor.

Tabela 2. Porcentagem de abertura floral de gladiolo em função das variedades e seis concentrações de etileno. UFV, Viçosa – MG, 2015

Variedades	Etileno ($\mu\text{L L}^{-1}$)					
	0	0,1	1,0	10	100	1000
Amsterdam	62,92aA	67,38aA	65,15aA	62,03aA	64,93aA	60,27aA
Blue Frost	58,68aA	61,31aA	56,67aA	60,23aA	66,26aA	62,50aA
Gold Field	58,66aA	63,81aA	60,42aA	63,64aA	62,50aA	64,65aA
Green Star	63,69aA	62,45aA	60,23aA	62,35aA	62,65aA	59,27aA
Jester	54,17aA	57,02aA	62,92aA	64,74aA	59,00aA	60,23aA
Lavender	61,31aA	65,89aA	57,05aA	60,03aA	64,78aA	59,70aA
Red Beauty	59,94aA	59,24aA	63,26aA	63,64aA	63,51aA	59,27aA
Rose Supreme	56,93aA	61,93aA	58,34aA	61,31aA	57,60aA	58,16aA
Traderhorn	61,31aA	59,06aA	52,30aA	63,56aA	59,70aA	60,39aA
Verônica	62,45aA	60,99aA	61,84aA	67,16aA	57,20aA	62,71aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

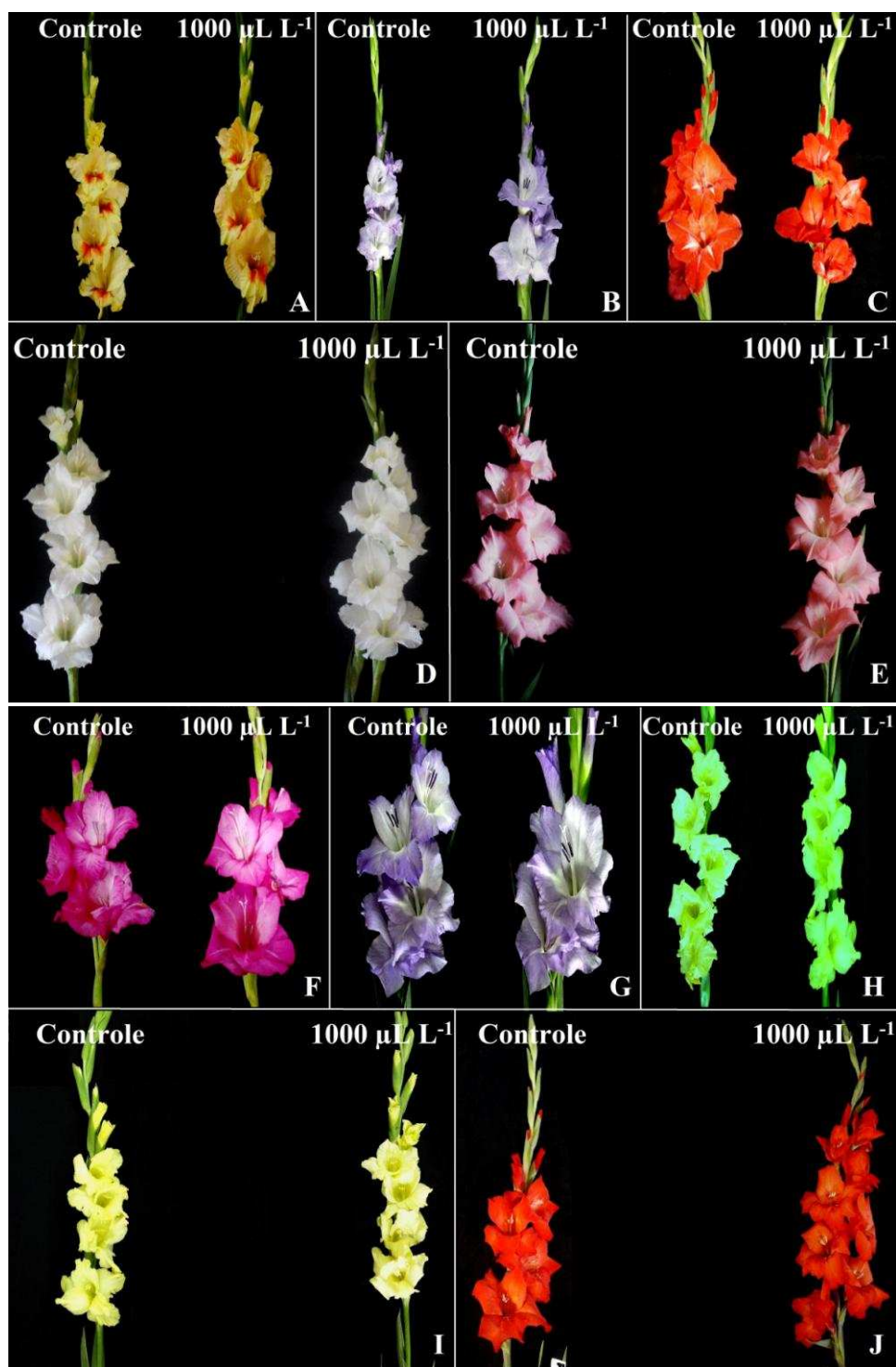


Figura 2. Abertura floral de hastes de gladiolo das variedades (A) Jester, (B) Blue Frost, (C) Traderhorn, (D) Amsterdam, (E) Rose Supreme, (F) Verônica, (G) Lavender, (H) Green Star, (I) Gold Field e (J) Red Beauty, submetidas as concentrações de 0 (Controle) e 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. UFV, Viçosa – MG, 2015.

Hassan et al. (2014) verificaram que o número de floretes abertos aumentou quando utilizados inibidores de síntese e ação do etileno como o STS e o 1-MCP, respectivamente. Além disso, observaram que o efeito foi mais pronunciado nas maiores

concentrações de ambos os tratamentos. Porém, no presente trabalho a abertura dos floretes não foi influenciada pelas concentrações de etileno. Segundo Kumar et al. (2014) a abertura dos floretes pode estar relacionado também com os níveis de ácido abscísico e giberelina nas pétalas, e que a maior relação ABA/GA₃ pode induzir a abertura dos floretes precocemente.

2.3.2. Longevidade

A longevidade de flores de gladiolo diferiu entre as variedades (Figura 3). As variedades Verônica e Blue Frost apresentaram as maiores longevidades (≥ 6 dias) seguido das variedades Red Beauty, Lavender, Rose Supreme, Traderhorn e Gold Field (5 a 6 dias). As variedades com as menores longevidades foram a Jester e Green Star (4 a 5 dias), e por fim, a Amsterdam (<4), que apresentou a menor longevidade quando comparada as demais.

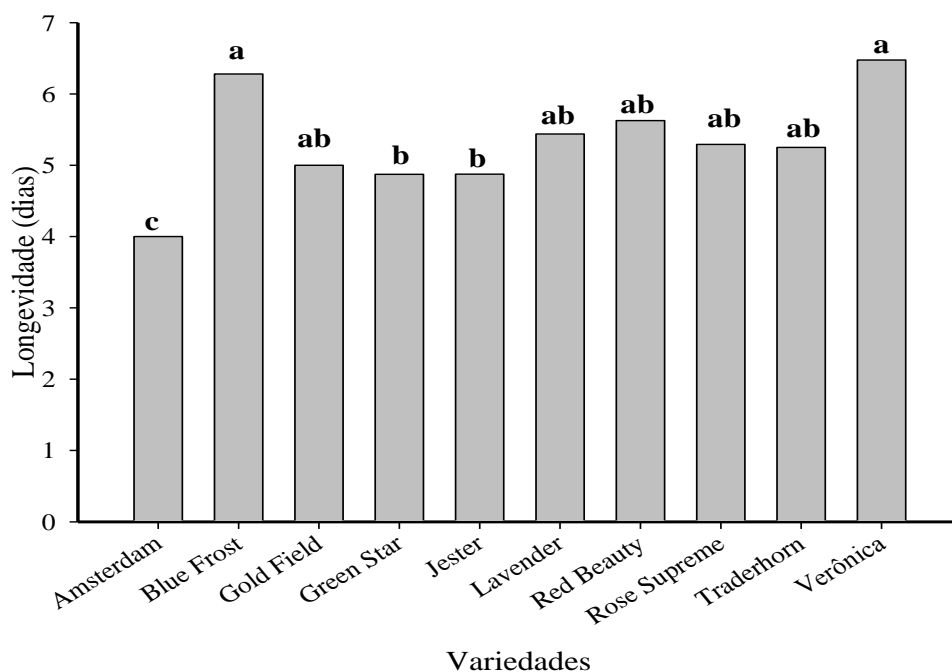


Figura 3. Longevidade de dez variedades de gladiolo submetidas a concentração de 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. Barras representam os valores médios das variedades Amsterdam, Red Beauty e Verônica em cada tratamento. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,01$). UFV, Viçosa – MG, 2015.

Resultados encontrados por Serek et al. (1994) mostram que a diferença na vida de vaso entre cultivares de gladiolo não apresentam desempenho padrão consistente com relação a produção de etileno e de CO₂, ou seja, os padrões de produção de etileno e respiração de ‘Fond Memory’, que apresentou a menor vida de vaso (3,3 dias), e ‘Capitain

Brusch', que apresentou vida de vaso mais longa (5,2 dias), foram semelhantes em seu experimento. Woltering e van Doorn (1988) concluíram, com base nos efeitos de exposição por 24 h em concentração de $3 \mu\text{L L}^{-1}$, que o gladiolo foi ligeiramente sensível ao etileno, visto que verificaram pequena aceleração da senescência da pétala e desidratação do botão floral.

Em trabalho realizado por Hassan et al. (2014), verificaram a maior longevidade nos tratamentos com 1-MCP ou STS. No entanto, Serek et al. (1994), em experimento com flores de gladiolo, relataram que a utilização do STS, como inibidor do etileno, aumentou a abertura dos floretes mas não a durabilidade dos floretes individualmente. Dessa forma, verifica-se na literatura grande divergência com relação a ação do etileno em flores de gladiolo e o fator que determina a diferença de longevidade entre as variedades.

2.3.3. Açúcares solúveis totais

Houve diferença no teor de açúcares solúveis totais entre as variedades, nos diferentes estádios de abertura floral (Figura 4). Nas três variedades houve incremento no conteúdo de açúcares solúveis até o estágio III. Nos estádios IV e V ocorreu diminuição no teor em todas as variedades estudadas. Porém, o pico de conteúdo foi maior na variedade Verônica ($23,5 \text{ mg g}^{-1} \text{ PF}$), seguido de Red Beauty ($22,6 \text{ mg g}^{-1}$) e, por fim, a variedade Amsterdam ($21,4 \text{ mg g}^{-1} \text{ PF}$).

Esse comportamento é semelhante ao encontrado por Yap et al. (2008) em *Dendrobium crumenatum*, os quais verificaram durante o desenvolvimento dos botões florais um aumento gradual de açúcares solúveis totais, alcançando o nível máximo após a abertura total da flor, seguida de uma redução em cerca de 50 % durante a senescência. Em trabalho realizado por Nabigol et al. (2010) com rosas, conclui-se que as concentrações de glicose, frutose e sacarose em pétalas de algumas cultivares com maior longevidade eram muito mais elevadas do que em outros, de menor longevidade. Os resultados sugerem que a maior vida de vaso de algumas cultivares pode ser atribuída a concentração de carboidratos solúveis mais elevados nas pétalas (Nabigol et al., 2010; Nabigol et al., 2014).

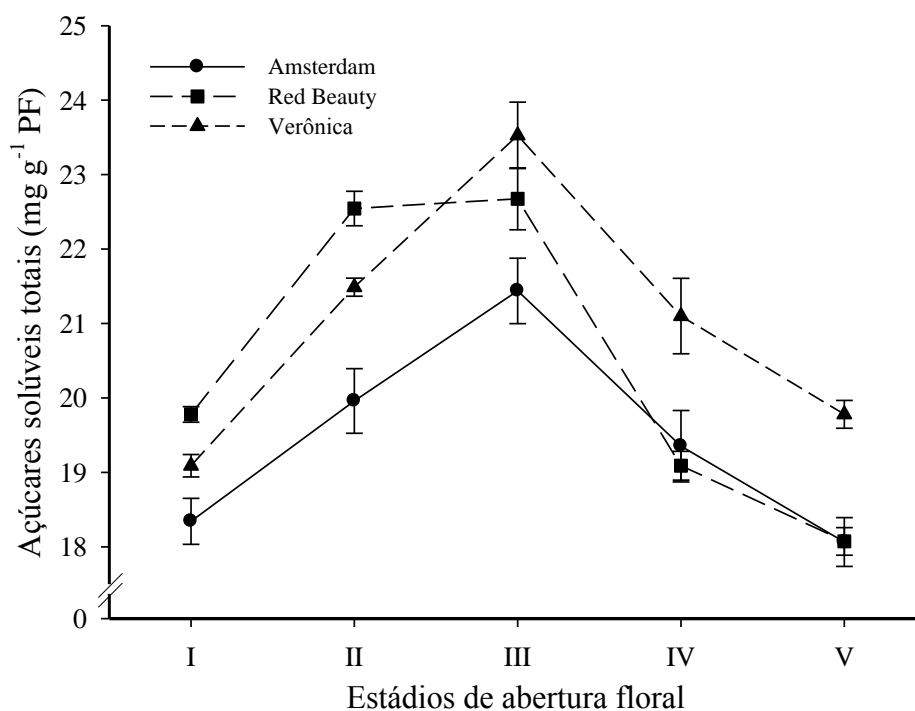


Figura 4. Teor de açúcares solúveis totais em três variedades de flores de gladiolo nos cinco estádios de abertura floral. Linhas representam os valores médios das variedades Amsterdam, Red Beauty e Verônica em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

2.3.4. Açúcares redutores

De acordo com a Figura 5, foi verificado a diferença no teor de açúcares redutores entre as variedades nos diferentes estádios de abertura floral. Na variedade Amsterdam o pico de conteúdo de carboidratos redutores foi no estágio III de abertura floral, enquanto que as variedades Red Beauty e Verônica apresentaram o pico no estágio IV, com teores de 21,4 e 22,3 mg g⁻¹ PF, respectivamente. Além disso, a variedade Amsterdam apresentou no estágio V a menor teor de carboidratos redutores (18,0 mg g⁻¹ PF). A variedade Verônica apresentou o maior conteúdo neste estágio (19,3 mg g⁻¹ PF).

Em trabalho realizado por Dar et al. (2014) com *Dianthus chinensis*, verificaram um aumento no teor de açúcares redutores na abertura da flor com posterior diminuição no estágio de senescência. Segundo Waithaka et al., (2001), durante a abertura das flores de gladiolo, os açúcares redutores, principalmente frutose, são remobilizados aos botões superiores das hastes. Dessa forma, acredita-se que essa remobilização possa ser o principal causador do início da senescência das flores basais.

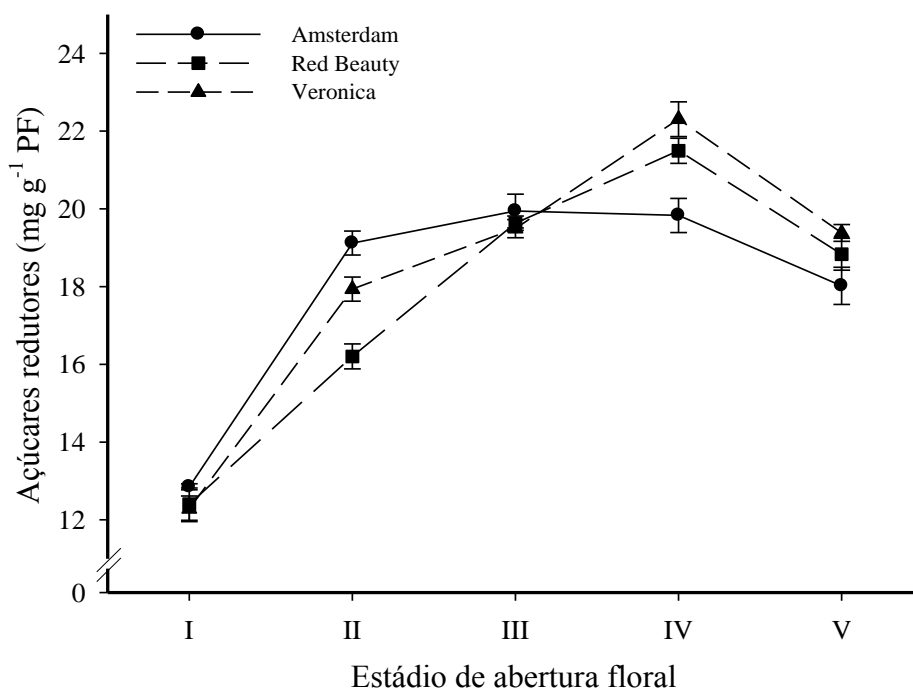


Figura 5. Teores de açúcares redutores em três variedades de flores de gladiolo nos cinco estádios de abertura floral. Linhas representam os valores médios das variedades Amsterdam, Red Beauty e Verônica em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

2.3.5. Teor de amido

Nas três variedades estudadas, houve diminuição no conteúdo de amido com o avanço do estágio de abertura floral (Figura 6). Foi verificado também, que a variedade Amsterdam apresentou o menor teor de amido durante os cinco estádios de desenvolvimento da flor, enquanto que as variedades Red Beauty e Verônica apresentaram teores semelhantes, não diferindo no estágio IV.

Yamane et al. (1991) mostraram que os açúcares predominantes em flores de gladiolo foram frutose e glicose, e considerou que amido em floretes foi fonte principal de carboidrato solúvel que contribuiu nas fases iniciais da expansão da flor.

Nabigol et al. (2014) encontraram diferença nos teores de amido em duas variedades de rosas, a ‘Audio’ (3,2 mg.g⁻¹ PF) e ‘Black Magic’ (5,7 mg.g⁻¹ PF), porém, as concentrações totais de amido foram muito menores do que os de carboidratos solúveis totais nas duas cultivares.

No presente trabalho, o teor de amido variou de 5,2 a 4,4 mg.g⁻¹ PF, enquanto que o teor de açúcares solúveis totais variou de 19,0 a 23,5 mg.g⁻¹ PF, na variedade Verônica.

Portanto, provavelmente, o teor de amido nos botões florais parece não ser o responsável pela diferença de longevidade entre as variedades.

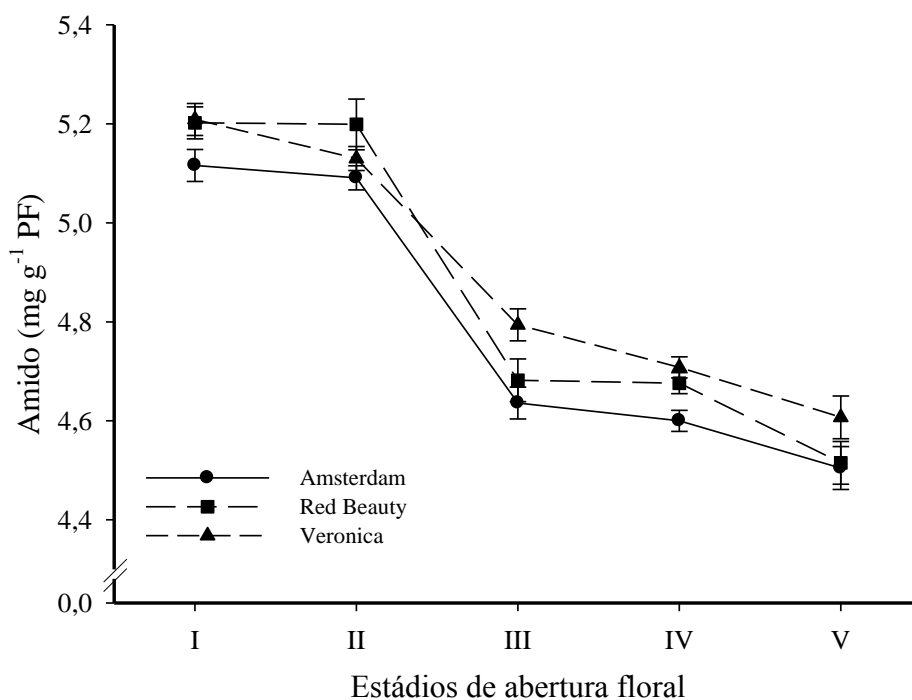


Figura 6. Teor de amido em três variedades de flores de gladiolo nos cinco estádios de abertura floral. Linhas representam os valores médios das variedades Amsterdam, Red Beauty e Verônica em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

2.4. CONCLUSÕES

Nas condições do presente experimento, o etileno não influenciou na abertura e longevidade de flores de gladiolo. A diferença encontrada na longevidade entre as variedades pode ser atribuída ao teor de açúcares solúveis totais de cada variedade.

2.5. REFERÊNCIAS

- ARORA, A.; WATANABE, S. MA, B.; TAKADA, K.; EZURA, H. A novel ethylene receptor homolog gene isolated from ethylene-insensitive flowers of gladiolus (*Gladiolus grandiflora* Hort.). **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.351, p.739–744, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2006.10.111>
- CORDEIRO, D.C.; FINGER, F.L; SANTOS, J.S.; KARSTEN, J; BARBOSA, J.G. Sensibilidade da rosa 'Osiana' ao etileno. **Bragantia**, v.70, n.3, p. 677-681, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000300025>
- DAR, R. A.; TAHIR, I.; AHMAD, S. S. Physiological and biochemical changes associated with flower development and senescence in *Dianthus chinensis* L. **Indian Journal of Plant Physiology**, v.19, n.3, p.215-221, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s40502-014-0104-9>
- DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric Method for determination of sugars and related compounds. **Analytical Chemistry**, v.28, n.3, p.350-356, 1956. <http://dx.doi.org/10.1021/ac60111a017>
- ELHINDI, K. M. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life longevity of sweet pea (*Lathyrus odoratus* L.). **Photosynthetica**, v. 50, n. 3, p. 371-379, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s11099-012-0053-3>
- FINGER, F.L.; MORAES, P.J.; MAPELI, A.M.; BARBOSA, J.G; CECON, P.R. Longevity of *Epidendrum ibaguense* flowers as affected by pré-loading treatments and vase solution. **Journal of Horticultural Science e Biotechnology**, v.83, n.2, p.144-147, 2008. Disponível em: <http://www.jhortscib.org/Vol83/83_2/2.htm> Acesso em: 10 fev. 2014.
- HASSAN, F.A.S.; ALI, E. Physiological response of gladiolus flowers to anti-ethylene treatments and their relation to senescence. **International Journal of Advanced Research**, v.2, n.10, p.188-199, 2014. Disponível em: <http://journalijar.com/uploads/72_IJAR-4190.pdf> Acesso em: 25 out. 2014.
- KUMAR, M.; SINGH, V. P.; ARORA, A.; SINGH, N. The role of abscisic acid (ABA) in ethylene insensitive Gladiolus (*Gladiolus grandiflora* Hort.) flower senescence. **Acta Plant Physiology**, v.36, p.151–159, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-013-1395-6>.
- McCREADY, R.M.; GUGGOLZ, J.; SILVIERA, V. & OWENS, H.S. Determination of starch and amylose in vegetables. Application to peas. **Analytical Chemistry**, v.22, p.1156- 1158, 1950. <http://dx.doi.org/10.1021/ac60045a016>
- NABIGOL, A.; NADERI, R.; MOSTOFI, Y. Variation in vase life of cut rose cultivars and soluble carbohydrates content. **Acta Horticulturae**, v.858, p.199-204, 2010. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/858/858_26.htm> Acesso em: 10 jan. 2015.
- NABIGOL, A.; PIRI, S.; NAZARI, A. Changes in soluble carbohydrates content and ethylene production during postharvest period of cut rose flowers. **Journal of Applied**

Science and Agriculture, v. 9, n.6, p.2412-2418, 2014. Disponível em: <www.aensiweb.com/old/jasa/rjfh/.../2412-2418.pdf> Acesso em: 10 mar. 2015.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v.153, p.375-380, 1944. Disponível em: <www.jbc.org/content/153/2/375.full.pdf> Acesso em: 25 out. 2014.

SCARIOT, V.; PARADISO, R.; ROGERS, H.; DE PASCALE, S., Ethylene control in cut flowers: classical and innovative approaches. **Postharvest Biology and Technology**, v.97, p. 83–92, 2014. <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.06.010>

SEREK, M.; JONES, R.B.; REID, M.S. Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus* sp. Flowers. **American Society for Horticultural Science**, v.119, p.1014–1019, 1994. Disponível em: <<http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-942.pdf>> Acesso em: 20 fev. 2015.

SEREK, M.; WOLTERING, E.J.; SISLER, E.C.; FRELLO, S.; SRISKANDARAJAH, S. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. **Biotechnology Advances**, v.24, p.368-381, 2006. <http://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2006.01.007>

SOMOGYI, M. A new reagent for the determination of sugars. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v.160, p.61-68, 1945. Disponível em: <<http://www.jbc.org/content/160/1/61.citation>> Acesso em: 20 out. 2014.

VAN DER MEULEN-MUISERS, J.J.M.; VAN OEVEREN, J. C.; VAN DER PLAS, L. H. W.; VAN TUYL, J.M. Postharvest flower development in asiatic hybrid lilies as related to tepal carbohydrates status. **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, p. 201-211, 2001. [http://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00148-4](http://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00148-4)

VAN DOORN, W.G. Categories of petal senescence and abscission: a re-evaluation. **Annals of Botany**, v. 87, p. 447–456, 2001. <http://doi.org/10.1006/anbo.2000.1357>

VAN DOORN, W.G.; HAN, S.S. Postharvest quality of cut lily flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v.62, n.1, p. 1–6, 2011. <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.04.013>

WAIHAKA, K.; DODGE, L.L.; REID, M.S. Carbohydrate traffic during opening of gladiolus florets. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.76, n.1, p.120-124, 2001. Disponível em: <<http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-840.pdf>> Acesso em: 02 set. 2014.

WOLTERING, E.J.; VAN DOORN, W.G. Role of ethylene in senescence of petals morphological and taxonomical relationships. **Journal of Experimental Botany**, v.39, n.11, p.1605-1616, 1988. <http://doi.org/10.1093/jxb/39.11.1605>

YAMADA, T.; TAKATSU, Y.; MANABE, T.; KASUMI, M.; MARUBASHI, W. Suppressive effect of trehalose on apoptotic cell death leading to petal senescence in ethylene-insensitive flowers of gladiolus. **Plant Science**, v.164, n.2, p. 13–221, 2003. [http://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00403-X](http://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00403-X)

YAMANE, K.; KAWABATA, S.; SAKIYAMA, R. Changes in water relations, carbohydrate contents and acid invertase activity associated with perianth elongation during anthesis of cut gladiolus flowers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 60, n. 2, p.421-428, 1991. <http://doi.org/10.2503/jjshs.60.421>

YAMANE, K.; KAWAUCHI, T.; YAMAKI, Y.; FUJISHIGE, N. Effects of treatment with trehalose and sucrose on sugar contents, ion leakage and senescence of florets in cut gladiolus spikes. **Acta Horticulturae**, v.669, p.351-357, 2005. Disponível em: <www.actahort.org/books/669/669_46.htm> Acesso em: 10 mar. 2015.

YAP, Y.M.; LOH, C.S.; ONG, B.L. Regulation of flower development in *Dendrobium crumenatum* by changes in carbohydrate contents, water status and cell wall metabolism. **Scientiae Horticulturae**, v.119, p.59–66, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2008.06.029>

3. CAPÍTULO II

ACÇÃO DOS ÁCIDOS ABCSÍCICO E GIBERÉLICO NA SENESCÊNCIA DE FLORES DE GLADIÓLO

RESUMO

Flores de gladiólo são classificadas como insensíveis ao etileno. Dessa forma, os sinais que iniciam as alterações catabólicas durante a senescência ainda são pouco conhecidos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a ação dos ácidos abscísico e giberélico na senescência floral pós-colheita de gladiólo (*Gladiolus grandiflora* Hort.). O trabalho foi conduzido com as três variedades comerciais: Amsterdam, Red Beauty e Verônica. As hastes foram colocadas em tubos de ensaio contendo 50 mL de água destilada ou solução aquosa de ácido abscísico (100 e 150 μM de ABA), giberelina (100 μM de GA_3) e fluridone (1 mM) por 24 horas e posteriormente colocadas em tubos de ensaio contendo água destilada. Essas foram avaliadas quanto à vida de vaso, variação do peso de matéria fresca, taxa de absorção de água, taxa de transpiração, índice de estabilidade de membrana e peroxidação de lipídios. Em outro experimento, os floretes foram retirados com corte abaixo do pedicelo. Após a retirada, os botões foram colocados em béquer contendo 10 mL de água destilada ou solução de: ABA (100 e 150 μM), GA_3 (100 μM), fluridone (1 mM) e ABA (100 μM) + GA_3 (100 μM) seguido da colocação em água destilada após 24 horas em cada tratamento. A cada dois dias foram avaliados o peso de matéria fresca e a taxa de transpiração dos floretes. Os tratamentos com ABA diminuíram a longevidade de hastes de gladiólo que foram evidenciados pela redução da taxa de absorção de água, da taxa de transpiração, do índice de estabilidade de membrana e pelo aumento do conteúdo de MDA. O GA_3 (100 μM) contribuiu com a manutenção da qualidade pós-colheita das hastes por mais tempo, com índice de estabilidade de membrana semelhante ao controle e com menores conteúdos de MDA durante estádios de senescência da flor. Quando os floretes foram estudados isoladamente, foi verificada a diminuição do peso de matéria fresca quando tratadas com ABA. Os floretes acondicionados com 100 μM de ABA + 100 μM de GA_3 , apresentaram maior ganho de peso de matéria fresca. Os floretes tratados com 100 μM de GA_3 apresentaram comportamento semelhante aos tratados com 100 μM de ABA em solução de vaso, durante os dois primeiros dias para a variável peso de matéria fresca. O ABA está envolvido com a indução de eventos relacionados à senescência, como a perda de permeabilidade de membrana e indução de abertura floral.

Porém, a presença de ABA é necessária para o desenvolvimento normal das flores de gladiolo. O GA₃ regula ação do ABA na manutenção da membrana celular e na abertura das flores de gladiolo.

3.1. INTRODUÇÃO

Hastes de gladiolo são valorizadas pelos consumidores por sua beleza, e por produtores pela sua relativa facilidade de produção e bom retorno econômico. A longevidade da haste, que em média dura de 5 a 7 dias, depende do tempo de vida dos floretes individuais e da abertura dos botões restantes da haste após a colheita (Serek et al., 1994; Kumar et al., 2014).

O gladiolo é insensível ao etileno exógeno e o seu nível fisiológico endógeno não tem causado influência sobre a senescência das flores (Serek et al., 1994; Arora et al., 2006a). A ação dos hormônios vegetais na regulação da senescência de flores insensíveis ao etileno ainda é pouco estudada. O conhecimento da atuação do hormônio sinalizador da senescência é importante na escolha de métodos de preservação da qualidade ornamental pós-colheita de flores de corte (van Doorn and Woltering, 2008).

Estudos recentes demonstram que o aumento da concentração do ácido abscísico (ABA) na pétala ocorre em estádios senescentes de flores insensíveis a etileno (Wei et al., 2003; Hunter et al., 2004). Segundo Panavas et al. (1998), o ABA exógeno promove a perda de permeabilidade da membrana e o aumento do conteúdo de ABA endógeno antes do aumento das atividades de enzimas hidrolíticas e da abertura das flores de lírio. Zhong e Ciafre (2011) relataram que a aplicação de ABA induziu a senescência natural das pétalas de lírios, sugerindo assim, um papel direto de ABA na regulação positiva dos passos iniciais de senescência das pétalas independentemente dos níveis endógenos de etileno.

As evidências do envolvimento do ABA na senescência floral pode ser determinada se a sua biossíntese ou ação for reduzida (Kumar et al., 2014). O produto químico fluridone tem sido utilizado em diversas pesquisas com o objetivo de inibir a síntese de ABA, e em sua maioria, a sua eficiência foi comprovada (Hunter et al., 2004; Zhong e Ciafre, 2011). Quanto a inibição da sua ação, alguns trabalhos relatam a utilização de giberelina (GA₃) em soluções de “pulsing” ou de vaso.

Kumar et al. (2014), em experimento utilizando soluções de vaso em *Gladiolus* sp. cv. ‘Snow Princess’ e ‘Dhanwantari’, verificaram que mesmo níveis altos de ABA nas pétalas, a estabilidade das membranas e absorção da solução de vaso não foram afetadas quando submetidas juntamente com GA₃ na solução.

Singh et al. (2008) verificaram que o GA₃ pode aumentar a vida de vaso de flores gladiolo, preservando a estabilidade da membrana e retardando a degradação protéica.

Também em gladiólo, Kumar e Gupta (2014) observaram aumento da absorção de água, retardo da abertura da flor basal, maior número de floretes abertos por hastes e longevidade prolongada quando da aplicação, por imersão e pulverização foliar, de 100 ppm de ácido giberélico. Saeed et al. (2014) observaram que o GA₃ na concentração de 25 mg L⁻¹, em solução de vaso, contribuiu com o aumento da massa fresca e da longevidade de hastes de gladiólo.

Este experimento teve como objetivo avaliar a ação dos ácidos abscísico e giberélico na senescência floral pós-colheita de gladiólo.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Localização e matéria-prima

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, com hastes de *Gladiolus grandiflora* Hort. das variedades ‘Amsterdam’, ‘Red Beauty’ e ‘Verônica’. As hastes foram colhidas no período da manhã, no campo de produção do Sítio São Francisco em Viçosa, Minas Gerais, 20° 45’ S, 42° 51’ W e altitude 651 m.

3.2.2. Descrição do experimento

Após a limpeza, padronização (50 cm de comprimento) e pesagem, as hastes foram colocadas em tubos de ensaio, contendo 50 mL de água destilada ou solução aquosa de 100 µM de ABA, 150 µM de ABA, 100 µM de GA₃ e 1 mM de fluridone. Após 24 horas em “pulsing”, as hastes foram colocadas em tubos de ensaio contendo água destilada. Os tubos foram vedados com algodão e papel alumínio para evitar as perdas de solução por evaporação. Os tubos de ensaio foram mantidos no laboratório, à temperatura ambiente de 22 ± 2 °C, umidade relativa de 60 ± 20% e intensidade luminosa de 10 µmol m⁻² s⁻¹.

Todos os experimentos foram realizados com 4 repetições e cada unidade experimental teve o mínimo de três hastes florais.

3.2.3. Longevidade

A longevidade das hastes foi determinada pelo período (número de dias) compreendido entre o início do tratamento (exposição por 24 horas ao etileno) e o aparecimento de murcha de pelo menos 20% das flores.

3.2.4. Variação de peso de matéria fresca da haste

Foi atribuído ao peso de matéria fresca inicial o valor de 100% (He et al., 2006). A variação do peso de matéria fresca foi estimada como percentual em relação ao peso inicial das hastes de acordo com a fórmula a seguir:

$$\text{VMF} = (\text{PF} \times 100) / \text{PI}$$

VMF: variação de peso de matéria fresca, %;

PF: peso de matéria fresca final das hastes.

PI: peso de matéria fresca inicial das hastes.

3.2.5. Taxa de absorção de água e taxa de transpiração

A taxa de absorção de água foi determinada conforme metodologia descrita por Van Doorn et al. (2002) e Vieira et al. (2012). Após o “pulsing” de 24 horas nas soluções de ABA, GA₃ e Fluridone, as hastes foram dispostas em tubos individuais, inicialmente pesados, contendo 100 ml de água desionizada. Diariamente, os tubos foram pesados com e sem as hastes. Com o objetivo de anular os efeitos da evaporação, a extremidade superior dos tubos foi envolvida com filme de PVC em 4 camadas. A taxa de absorção de água de cada solução foi obtida pelo volume de solução absorvida, em mg g⁻¹ do peso de matéria fresca (PF), sendo calculada pela seguinte fórmula:

$$V = (PSi - PSf) / PHi$$

V: volume de solução absorvida;

PSf: peso final da solução;

PSi: peso inicial da solução;

PHi: peso de matéria fresca final da haste.

A taxa de transpiração foi estimada conforme método descrito por van Van Doorn et al. (2002) e Vieira et al. (2012), em mg g⁻¹ PF, subtraindo a perda de peso de matéria fresca das hastes do volume de solução absorvida através da fórmula:

$$T = Vc - (PH_f - PH_i), \text{ em que:}$$

T: taxa de transpiração, mg g⁻¹ PF;

Vc: volume de solução consumida, mg;

PH_i: peso de matéria fresca inicial da haste, g;

PH_f: peso de matéria fresca final da haste, g.

3.2.6. Índice de estabilidade de membrana

O índice de estabilidade de membrana (IEM) foi determinado conforme a metodologia de Lima et al. (2002), com pequenas modificações. Os discos foram retirados da pétala da terceira flor basal das hastes de gladiolo, de cada tratamento, após 24 horas em água

destilada, em cinco estádios de desenvolvimento de abertura da flor: (I) totalmente fechada; (II) parcialmente aberta; (III) totalmente aberta; (IV) parcialmente senescente (indicado murchamento das margens de pétala); (V) senescente (Serek et al., 1995).

Os discos foram lavados em água desionizada para a retirada do conteúdo das células rompidas durante a remoção e colocados em frascos contendo 10 ml de água desionizada. A condutividade elétrica inicial (C1) do líquido de suspensão foi lida em condutivímetro (Digimed, modelo DM-31) após incubação por 6 horas, à temperatura ambiente, sendo expressa em porcentagem da condutividade total (C2) que, por seu turno, foi obtida após colocar os frascos contendo os discos do tecido das pétalas em estufa a 90°C, durante 2 horas. A permeabilidade da membrana foi calculada como: $IEM \% = [1 - (C1/C2)] \times 100$.

3.2.7. Peroxidação lipídica

A peroxidação lipídica foi avaliada pela quantificação do acúmulo de aldeído malônico (MDA), utilizando o teste do ácido tiobarbitúrico (TBA) (Cakmak e Horst, 1991) e a absorbância do sobrenadante foi determinada a 532 nm, descontando a absorbância inespecífica a 600 nm. A estimativa da quantidade do complexo MDA-TBA foi obtida utilizando-se o coeficiente de absorvidade de $155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ e expressa como nmol g^{-1} por peso de matéria fresca (PF) (Heath e Packer, 1968).

3.2.8. Estudo isolado dos floretes

Em outro experimento, os floretes, ainda na forma de botão, foram retirados com corte abaixo do pedicelo com auxílio de uma lâmina. Após a retirada os botões foram colocados em béquer contendo 10 mL de cada solução, cujos tratamentos constituíram de: água destilada, 100 μM de ABA, 150 μM de ABA, 100 μM de GA_3 , 100 μM de ABA + 100 μM de GA_3 e 1 mM de fluridone, seguido de água destilada após o condicionamento por 24 horas.

A cada 24 horas foram feitas avaliações de variação de peso de matéria fresca e transpiração segundo a mesma metodologia usada no experimento anterior.

3.2.9. Análise estatística

Foi realizada análise de variância (Anova) com nível de 1% de significância para dois fatores (variedade e tratamento) nas variáveis: peso de matéria fresca e absorção acumulada de água. Foi aplicado o Teste de Tukey a 5% de probabilidade nas médias do

índice de estabilidade de membrana e a estatística descritiva com base nos valores médios e erro padrão para as demais variáveis.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre as variedades e tratamentos em nenhuma variável, assim como efeito isolado das variedades. Houve efeito isolado dos tratamentos na variação de peso de matéria fresca, absorção acumulada de água e na longevidade (Tabela 1). Dessa forma, o estudo prosseguiu utilizando apenas o efeito dos tratamentos.

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos dados referentes ao peso de matéria fresca, absorção acumulada de água e longevidade de três variedades de gladiólo submetidas a tratamentos com ABA (100 e 150 μ M), GA₃ (100 μ M) e Fluridone (1 mM). UFV, Viçosa – MG, 2015

	Peso de matéria fresca (após 24h)	Absorção acumulada (mg.g ⁻¹ MF ⁻¹)	Longevidade (dias)
Variedade	0,0476 ns	0,1662 ns	0,7755 ns
Tratamentos	5,0576**	50,9904**	10,1429**
Variedade*Tratamento	0,4205 ns	0,6583 ns	0,9286 ns
C.V. (%)	5,36	12,22	14,48

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

3.3.1. Longevidade

Os tratamentos com ABA diminuíram a longevidade de hastes de gladiólo. Solução com 100 μ M de GA₃ contribuiu com a manutenção da qualidade por um período mais longo (Figura 1).

Nos tratamentos com 100 μ M e 150 μ M de ABA, a longevidade foi 4,4 e 4 dias, o que corresponde em valor percentual a queda de 13,46 e 23,07%, respectivamente, quando comparados ao controle. No tratamento com 100 μ M de GA₃, a média foi de 5,8 dias, o que correspondeu ao aumento percentual de 11,53% na longevidade em comparação ao controle. O uso de 1 mM de fluridone não influenciou na longevidade das hastes, que apresentaram longevidade de 5 dias em comparação a 5,2 dias das flores controle.

Singh et al. (2008) e Faraji et al. (2011) também verificaram aumento da vida de vaso de gladiólo quando tratados com GA₃. Segundo Hunter et al. (2004), a taxa de senescência pode ser alterada de acordo com a mudança das concentrações relativas de GA₃ e ABA no tecido da flor. O GA₃ a 25 mg L⁻¹, em solução de vaso, contribuiu com o aumento da longevidade de hastes de gladiólo (Saeed et al. 2014).

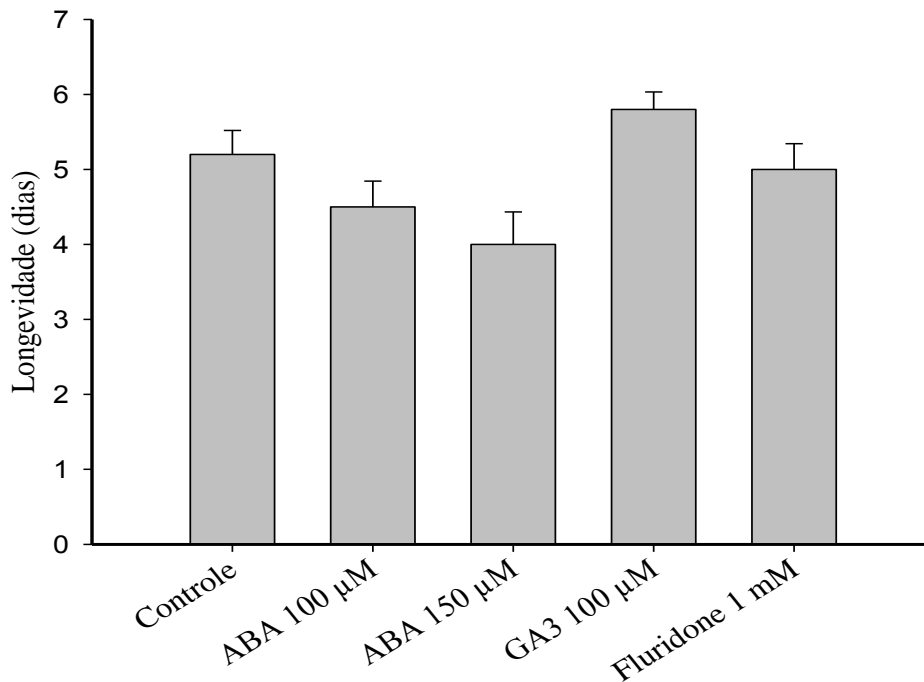


Figura 1. Longevidade de flores de gladiolo submetidas a tratamentos com ABA, GA₃ e Fluridone. As colunas representam os valores médios das variedades Amsterdam, Red Beauty e Verônica em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

3.3.2. Variação de peso de matéria fresca da haste

A aplicação de ABA nas concentrações de 150 e 100 µM causou inicialmente as maiores porcentagens de ganho de peso de matéria fresca até o segundo dia, com 12,06 e 7,55%, respectivamente, quando comparadas ao controle (Figura 2). Essa diferença pode ser entendida pelo fato do ABA induzir a abertura precoce dos floretes provocando o aumento do peso de matéria fresca da haste (Kumar et al., 2014). Porém, a abertura foi irregular e a senescência de certa forma foi acelerada a partir do segundo dia, no qual apresentou queda de 13 e 8% do peso de matéria fresca até o quarto dia, nos tratamentos de 150 e 100 µM de ABA, respectivamente. Essa redução do peso de matéria fresca por ser atribuída a diminuição da absorção de água e aumento da respiração induzido pelo processo da senescência (Ezhilmathi et al., 2007; Sairam et al., 2011).

Contudo, o uso de 100 µM de GA₃ causou ganho ascendente no peso de matéria fresca até ao quarto dia, no qual foi iniciada a senescência. Resultado semelhante ao encontrado por Kumar et al. (2014), ao aplicarem GA₃ nas mesmas concentrações e em solução de vaso para inibir a ação do ABA em flores de gladiolo. No presente trabalho, o comportamento também foi semelhante entre o controle e o fluridone.

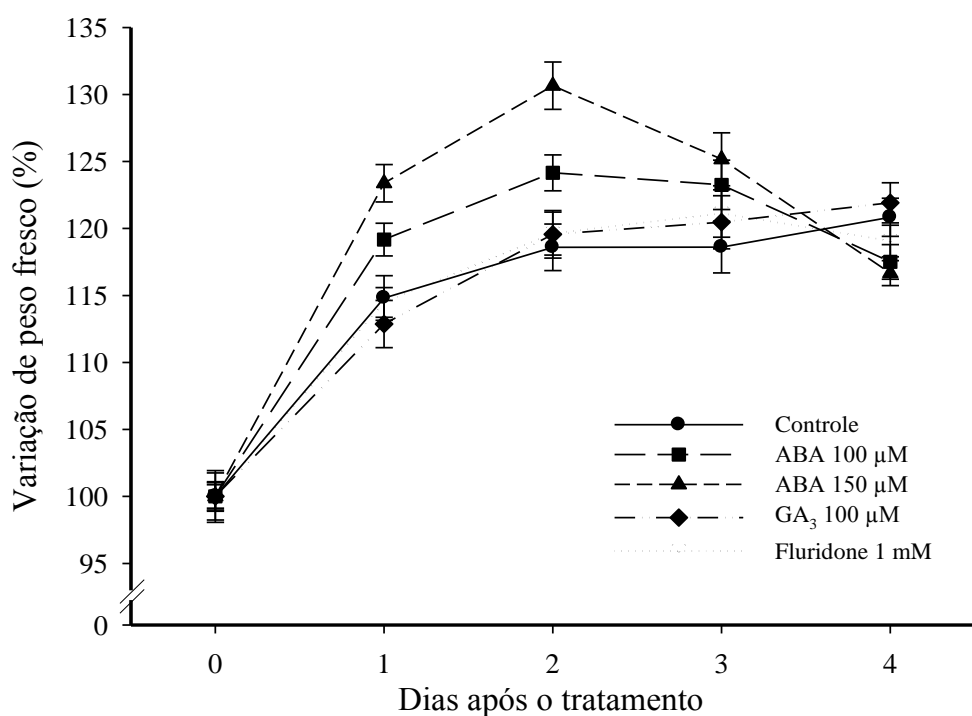


Figura 2. Variação do peso de matéria fresca de flores de gladiolo submetidas a tratamento com ABA, GA₃ e Fluridone. Linhas representam os valores médios das variedades Amsterdam, Red Beauty e Verônica em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

3.3.3. Taxa de absorção de água e taxa de transpiração

A taxa de absorção de água foi reduzida nas hastes tratadas com ABA (Figura 3A). O controle e o tratamento com 100 µM de GA₃ mantiveram as maiores taxas de absorção água ao longo do tempo. Em comparação ao controle, nas hastes tratadas em concentração de 100 µM de ABA, a absorção acumulada de água foi reduzida de 1086 para 629 mg g⁻¹ PF, enquanto que na concentração de 150 µM, a absorção de água foi de 678 mg g⁻¹ PF. Ambos reduziram em 44,65 e 34,97 % na taxa de absorção de água quando comparado ao controle.

A resposta da taxa de absorção de água foi corroborada pela taxa de transpiração (Figura 3B). Nas hastes tratadas com ABA, as taxas permaneceram abaixo dos demais tratamentos, enquanto que nas hastes controle e tratadas com 100 µM de GA₃, as taxas foram maiores. Kumar e Gupta (2014) verificaram aumento da absorção de água após a aplicação por imersão e pulverização foliar de 100 ppm de GA₃ em hastes de gladiolo. Em trabalho realizado por Kumar et al. (2014), foi verificado a diminuição da taxa de absorção da solução de condicionamento com ABA em hastes de gladiolo. Este comportamento foi atribuído à perda de permeabilidade da membrana causado pelo ABA,

o que ocasionou a perda de íons e solutos responsáveis pela manutenção do potencial hídrico da flor (Memon et al., 2012).

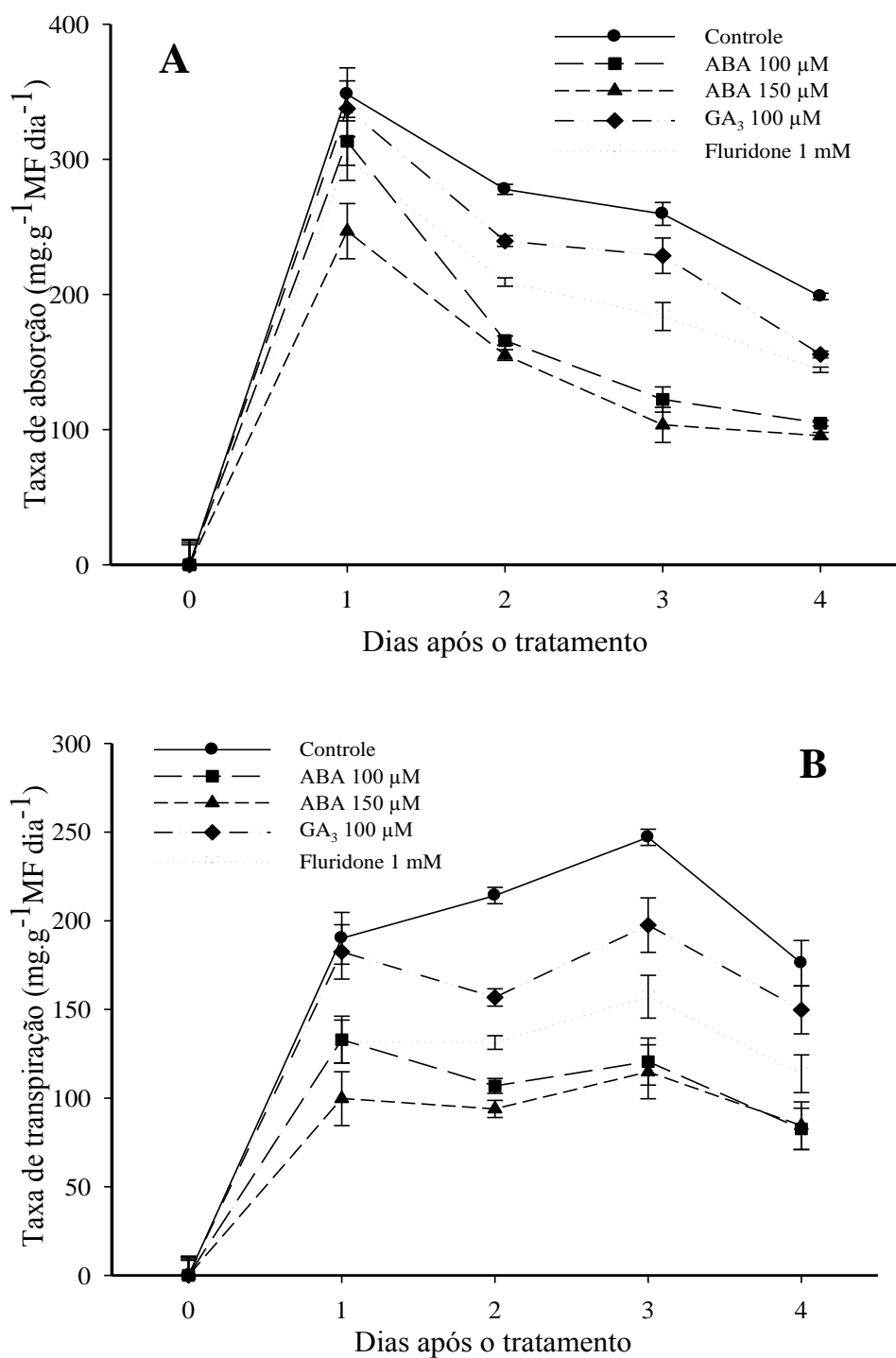


Figura 3. Taxa de absorção de água (A) e taxa de transpiração (B) de flores de gladiolo submetidas a tratamento com ABA, GA_3 e Fluridone. Linhas representam os valores médios das variedades Amsterdam, Red Beauty e Verônica em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

3.3.4. Índice de estabilidade de membrana

O extravasamento de eletrólitos é utilizado como parâmetro para avaliação de danos aos tecidos, como a perda de permeabilidade seletiva da membrana (Yamane et al., 2005; Gerailoo e Mahmood, 2011). Houve interação significativa entre estágio de desenvolvimento da flor e tratamentos no índice de estabilidade de membrana (Tabela 2). O índice de estabilidade de membrana das pétalas diferiu significativamente entre o controle e tratamentos, assim como, entre estádios de desenvolvimento. Não houve diferença significativa nos estádios iniciais e finais de desenvolvimento, ou seja, nos estádios I e V (dados não apresentados).

Os tratamentos com ABA (100 e 150 μM) reduziram significativamente o índice de estabilidade de membrana nos estádios III e IV, sendo 68,16 e 63,76%, respectivamente (Tabela 2). Nos tratamentos com 100 μM de GA_3 e 1 mM de fluridone não houve diferença significativa entre estádios apresentados, porém foram significativamente maiores do que os tratamentos com 100 e 150 μM de ABA, e semelhantes ao controle.

O índice de estabilidade de membrana sendo baixo significa maior vazamento de solutos ocasionado pelo aumento da permeabilidade de membranas da célula (Zhong e Ciafre, 2011; Memon et al., 2012; Kumar et al., 2014). Os índices de estabilidade de membrana foram maiores nas hastes tratadas com GA_3 com relação ao ABA e menores com relação controle (Tabela 2).

Segundo Saeed et al. (2014), o GA_3 contribui com a manutenção da qualidade de vida de vaso de flores de gladiolo pela influencia benéfica sobre a estabilidade de membrana. Porém, a concentração ideal precisa ser previamente estudada, caso contrário o efeito poderá ser negativo. Em seu trabalho foi verificado que a concentração mais baixa de GA_3 (25 mg L^{-1}) utilizada contribuiu significativamente com a manutenção da estabilidade da membrana celular. Hunter et al. (2004) e Kumar et al. (2014) também apresentaram resultados semelhantes, quando utilizaram o GA_3 em solução de vaso.

Tabela 2. Índice de estabilidade membrana das pétalas de gladiólo submetidas a tratamento com ABA, GA₃ e Fluridone. Valores médios das variedades Amsterdam, Red Beauty e Verônica em cada tratamento. UFV, Viçosa – MG, 2015

Estádios	Estabilidade de membrana (%)				
	Controle	ABA (100 µM)	ABA (150 µM)	GA ₃ (100 µM)	Fluridone (1mM)
II	85,75 aA	75,66 aA	79,48 aB	77,69 aB	74,99 aB
III	77,97 bA	70,00 bBC	67,32 bC	77,30 aA	73,75 aAB
IV	77,72 bA	68,16 bBC	63,76 bC	73,93 aA	72,23 aAB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3.5. Peroxidação lipídica

A perda da integridade da membrana é o final da fase irreversível da senescência associada com peroxidação lipídica de membranas (Shari and Tahir, 2011). A peroxidação lipídica e a estabilidade da membrana foram inversamente proporcionais e estreitamente associadas à senescência das flores. A peroxidação lipídica (conteúdo de MDA) teve aumento durante os cinco estádios de desenvolvimento da flor em todos os tratamentos e controle (Figura 4). Nas hastes tratadas com 150 µM de ABA foi maior o conteúdo de MDA a partir do segundo estágio (II), quando comparados aos demais tratamentos e ao controle, indicando que nessas flores foram maiores os danos à membrana celular. Essa diferença foi mais evidenciada no estágio III, no qual verificou diferença de 14,68 e 9,99 nmol g⁻¹ ao serem comparadas as hastes tratadas com GA₃ e fluridone, respectivamente. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Hatamzadeh et al., (2012), em flores de gladiólo, que também constataram o aumento no conteúdo de MDA até o último estágio da fase de senescência. A peroxidação lipídica é mediada por espécies reativas de oxigênio provocado pela perda de permeabilidade de membrana (Arora et al., 2006b). A peroxidação lipídica reduzida e a estabilidade de membrana estável têm sido apresentadas como inversamente proporcionais à senescência de flores de gladiólo (Singh et al., 2008; Hatamzadeh et al., 2012).

Segundo Zhong e Ciafre (2011), pétalas de íris tratadas com ABA tiveram aumento na atividade total das proteases que atuam nas membranas. Além disso, o ABA também regula o extravasamento de íons e degradação de antocianinas, degradação de fosfolípido, degradação de RNA e a atividade da RNase (Zhong e Ciafre, 2011). Dessa forma, o ABA induziu aumento da permeabilidade das membranas em flores de gladiólo em decorrência da oxidação dos lipídios presentes na membrana celular vegetal.

Nas flores tratadas com GA₃ foram os menores conteúdos de malonaldeído nos cinco estádios de desenvolvimento (Figura 4). Segundo Wood e Pleg (1974), o GA₃ é

conhecido por restringir a oxidação de ácidos graxos poliinsaturados, o que pode causar a redução da peroxidação dos lipídios. O GA₃ também retarda a atividade de protease e degradação da clorofila (Eason 2002; Jaime e Silva, 2003). Em trabalho realizado por Su et al. (2001) foi constatado que o GA₃ prolongou a vida de vaso de flores de *Polyanthus tuberosa*, no qual o hormônio impediu a degradação da proteína por meio da promoção da síntese de proteínas e da limitação da atividade de proteases (Arora et al., 2004; Kant e Arora, 2012).

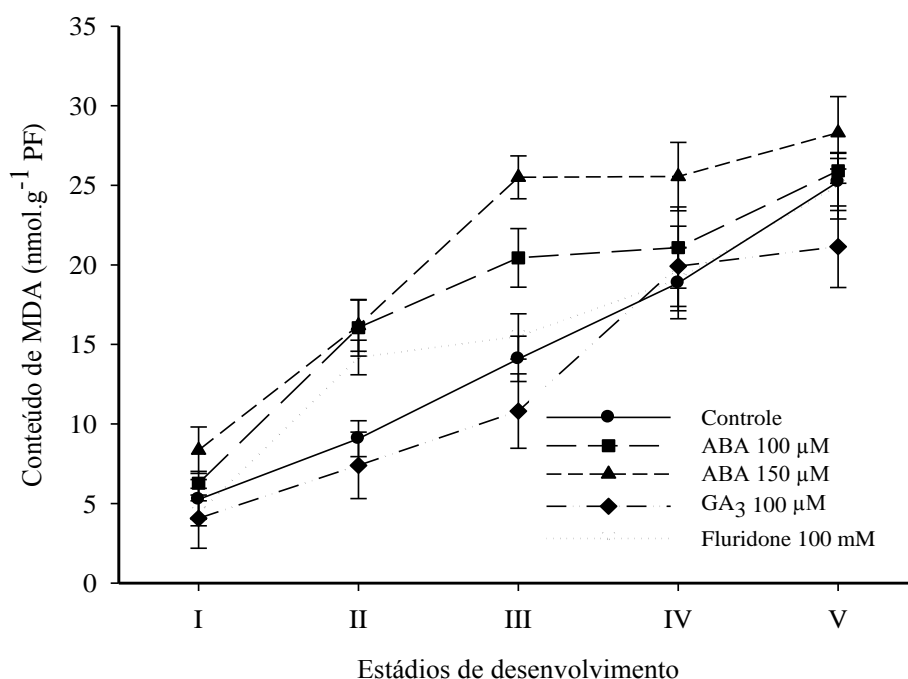


Figura 4. Peroxidação lipídica (conteúdo de MDA) de flores de gladiolo submetidas a tratamento com ABA, GA₃ e Fluridone. Linhas representam os valores médios das variedades Amsterdam, Red Beauty e Verônica em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

3.3.6. Variação de peso de matéria fresca do florete

Quando os floretes foram estudados isoladamente, houve diferença nos percentuais da variação de peso de matéria fresca em função do tempo e de tratamento (Figura 5). O tratamento com 150 µM de ABA provocou, inicialmente, o maior de ganho de peso de matéria fresca nos floretes, correspondendo, neste caso, apenas ao primeiro dia, com a indução acelerada da abertura floral. Após o primeiro dia, os tratamentos com 100 e 150 µM de ABA causaram queda mais acentuada, os quais atingiram o quarto dia com uma diferença percentual de 19,73 e 24,37%, respectivamente. Nos floretes submetidos ao “pulsing” com 100 µM de ABA + GA₃ 100 µM de GA₃ houve maior pico

(3º dia) de ganho de peso de matéria fresca com relação ao demais, e, principalmente, com relação aos floretes tratados com ABA nas concentrações de 100 e 150 μM , atingindo uma diferença percentual de 23%.

Nos floretes tratados com 100 μM de GA_3 a resposta foi semelhante aos tratados com 100 μM de ABA em solução de vaso durante os dois primeiros dias. Foi evidenciado que a relação ABA/ GA_3 precisa ser controlada de forma que nenhum dos seus níveis comprometa o desenvolvimento normal da flor (Figura 6). O controle e o tratamento com 1 mM de fluridone apresentaram a mesma resposta, conforme observado também no experimento anterior.

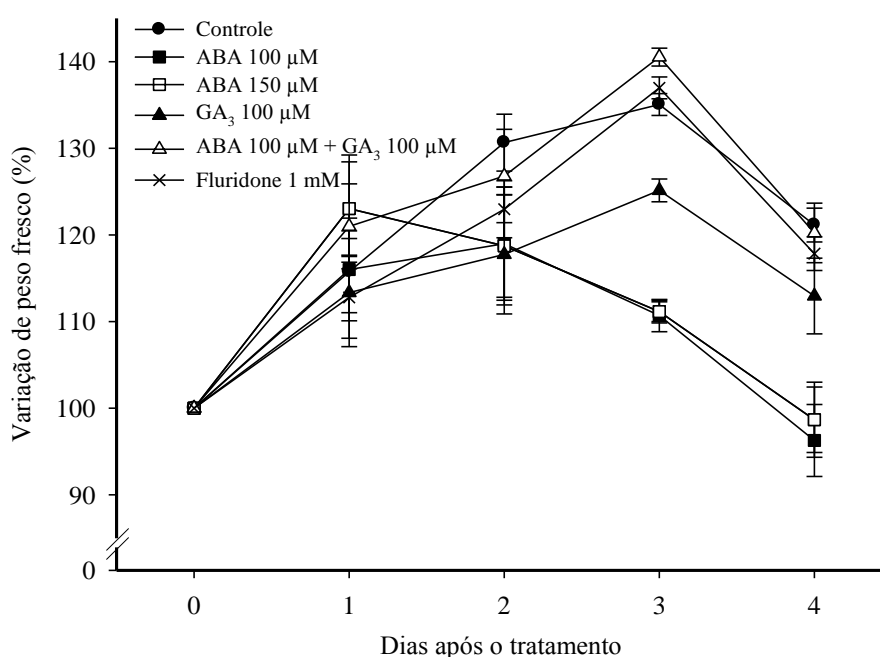


Figura 5. Variação de peso de matéria fresca de floretes de gladiolo submetidas a tratamento com ABA, GA_3 e Fluridone. Linhas representam os valores médios das variedades Amsterdam, Red Beauty e Verônica em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

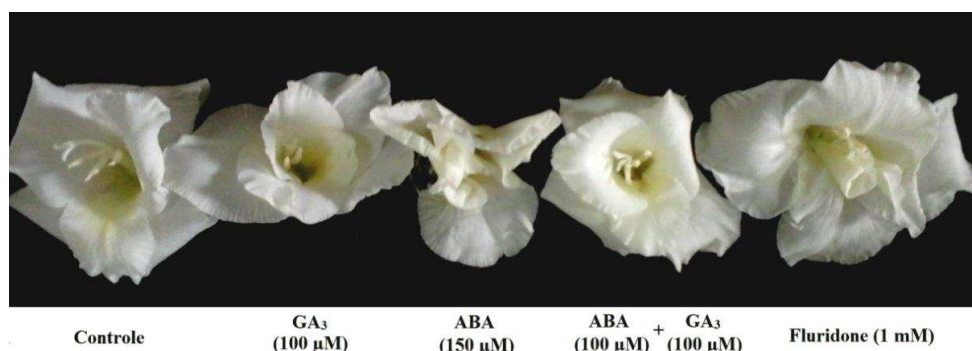


Figura 6. Aspecto geral de floretes de gladiolo submetidos a tratamento com ABA, GA_3 e Fluridone após 24 horas em pulsing. UFV, Viçosa – MG, 2015.

3.3.7. Taxa de transpiração do florete

O tratamento das hastas com ABA, em ambas as concentrações, causou as maiores taxas no pico da transpiração (Figura 7). Nos floretes tratados com 150 μM de ABA o pico ocorreu no primeiro dia após o tratamento, porém, com 100 μM de ABA, o pico ocorreu no terceiro dia.

Os demais tratamentos com 100 μM de GA_3 , 1 mM de fluridone e com 100 μM de ABA + 100 μM de GA_3 provocaram resposta semelhante. A queda no segundo dia pode ter sido causada pela estabilização do peso de matéria fresca e posterior aumento na taxa de absorção de água, devido a indução da abertura da flor, que possivelmente foi retardada nesse tratamento. A ausência de oscilações no controle foi devida a estabilização da abertura e do peso de matéria fresca, que permaneceram constantes desde o início.

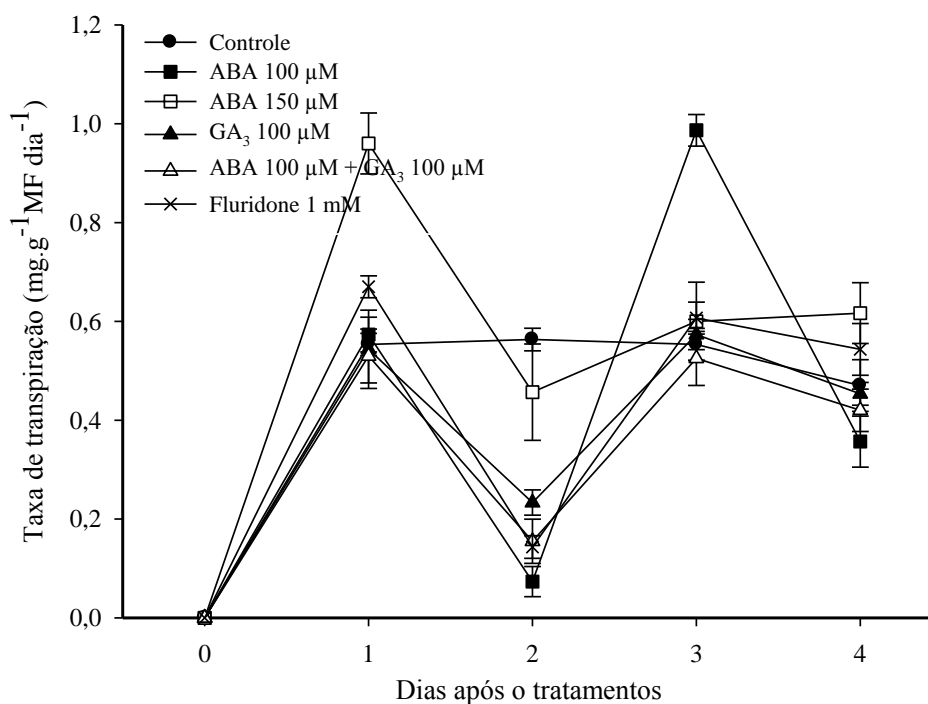


Figura 7. Taxa de transpiração (%) de floretes de gladiolo submetidos a tratamento com ABA (100 e 150 μM), GA_3 (100 μM), Fluridone (1 mM) e ABA (100 μM) + GA_3 (100 μM). Linhas representam os valores médios das variedades Amsterdam, Red Beauty e Verônica em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

3.4. CONCLUSÕES

O ABA está envolvido na indução de eventos relacionados à senescência de flores de gladiolo, como a elevação da perda de permeabilidade das membranas e a indução de abertura floral.

A presença de ABA é necessária para o desenvolvimento normal das flores de gladiolo.

O GA₃ regula a ação do ABA na manutenção da membrana celular e na abertura das flores de gladiolo.

3.5. REFERÊNCIAS

ARORA, A.; SINGH, V.P. Cysteine protease gene expression and proteolytic activity during floral development and senescence in ethylene-insensitive *Gladiolus grandiflora*. **Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology**, v.13, p.123–126, 2004. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03263206>.

ARORA, A.; SINGH, V.P., Polyols regulate the flower senescence by delaying programmed cell death in Gladiolus. **Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology**, v.15, p.139–142, 2006b. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03321918>.

ARORA, A.; WATANABE, S. MA, B.; TAKADA, K.; EZURA, H. A novel ethylene receptor homolog gene isolated from ethylene-insensitive flowers of gladiolus (*Gladiolus grandiflora* Hort.). **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.351, p.739–744, 2006a. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2006.10.111>.

CAKMAK, C.J.; HORST, W.J. Effect of aluminum on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase, and peroxidase activities in root tips of soybean (*Glycine max*). **Physiologia Plantarum**, v.83, p.463–468, 1991. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1991.tb00121.x>

DIAS-TAGLIACOZZO, G. M.; CASTRO, C. E. F. Fisiologia da pós-colheita de espécies ornamentais. In: WACHOWICH, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Org.). **Fisiologia vegetal: produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002. p. 359-382. (Coleção Agrárias).

EASON, J.R.; RYAN, D.J.; PINKNEY, T.T.; O'DONOGHU, E.M. Programmed cell death during flower senescence: isolation and characterization of cysteine proteinases from *Sandersonia aurantiaca*. **Functional Plant Biology**, v.29, p.1055–1064, 2002. <http://dx.doi.org/10.1071/PP01174>.

EZHILMATHI, K.; SINGH, V.P.; ARORA, A.; SAIRAM,R.K. Effect of 5-sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase life of Gladiolus cut flowers. **Plant Growth Regulation**, v.51, p.99–108, 2007. <http://dx.doi.org/10.1007/s10725-006-9142-2>.

FARAJI, S.; NADERI, R.; IBADLI, O.V.; BASAKI, T.; GASIMOV, S.N.; HOSSEINOVA, S. Effect of post harvesting on biochemical changes in Gladiolus cut flowers [White Prosperity]. **Middle East Journal of Scientific Research**, v.9, n.5, p.572–577, 2011. Disponível em: <<http://www.idosi.org/mejsr/mejsr9%285%2911/2.pdf>> Acesso em: 20 fev. 2015.

GERAILOO, S.; GHASEMNEZHAD, M. Effect of salicylic acid on antioxidant enzyme activity and petal senescence in 'Yellow Island' cut rose flowers. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v.19, p.183-193, 2011. Disponível em: <http://www.inhort.pl/files/journal_pdf/journal_2011_1/full17%202011_1.pdf> Acesso em: 10 mar. 2015.

HATAMZADEH, A.; HATAMI, M.; GHASEMNEZHAD, M. Efficiency of salicylic acid delay petal senescence and extended quality of cut spikes of *Gladiolus grandiflora* cv.

‘Wing Sensation’. **African Journal of Agricultural Research**, v.7, p.540–545, 2012. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR11.962>.

HEATH, R.L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplast I. Kinetics and Stoichiometry of fatty acid peroxidation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.125, p.189-198, 1968. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-9861\(68\)90654-1](http://dx.doi.org/10.1016/0003-9861(68)90654-1)

HUNTER, D.A.; FERRANTE, A.; VERNIERI, P.; REID, M.S. Role of abscisic acid in perianth senescence of daffodil (*Narcissus pseudonarcissus* ‘Dutch Master’). **Physiology Plantarum**, v.121, p.313–321, 2004. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0031-9317.2004.0311.x>

JAIME, A, SILVA, T.D. The cut flower: postharvest considerations. **Journal of Biological Sciences**, v.3, n.4, p.406–442, 2003. <http://dx.doi.org/10.3923/jbs.2003.406.442>

KANT, K.; ARORA, A. Characterization of proteases during flower senescence in gladiolus (*Gladiolus grandiflora* Hort.). **Indian Journal of Plant Physiology**, v.17, p.444–451, 2012.

KUMAR, S.; GUPTA, A.K. Postharvest life of *Gladiolus grandiflorus* L. cv. Jessica as influenced by pre-harvest application of gibberellic acid and kinetin. **Journal of Postharvest Technology**, v.2, n.3, p.169-176, 2014. Disponível em: <<http://jpht.info/index.php/jpht/article/view/18407/9394>> Acesso em: 20 mar. 2015.

KUMAR, M.; SINGH, V. P.; ARORA, A.; SINGH, N. The role of abscisic acid (ABA) in ethylene insensitive *Gladiolus grandiflora* Hort.) flower senescence. **Acta Plant Physiology**, v.36, p.151–159, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-013-1395-6>

LIMA, A.L.S.; DaMATTa, F.M.; PINHEIRO, H.A.;TOTOLA MR, LOUREIRO ME. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. **Environmental and Experimental Botany** 47: 239-247, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0098-8472\(01\)00130-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0098-8472(01)00130-7)

MEMON, N.; VISTRO, A.A.; PAHOJA, V.M.; BALOCH, Q.B.; SHARIF, N. Membrane stability and postharvest keeping quality of cut *Gladiolus* flower spikes. **Journal of Agricultural Technology**, v.8, n.6, p.2065-2076, 2012. Disponível em: <[http://www.ijat-aatsea.com/pdf/v8_n6_12_November/18_IJAT_2012_8\(6\)_Memon,%20N_Plant%20Science.pdf](http://www.ijat-aatsea.com/pdf/v8_n6_12_November/18_IJAT_2012_8(6)_Memon,%20N_Plant%20Science.pdf)> Acesso em: 10 fev. 2015.

PANAVAS, T.; WALKER, E.L.; RUBINSTEIN, B. Possible involvement of abscisic acid in senescence of daylily petals. **Journal of Experimental Botany**, v.49, p.1987–1997, 1998. Disponível em: <<http://jxb.oxfordjournals.org/content/49/329/1987.full.pdf>> Acesso em: 25 out. 2014.

SAEED, T.; HASSAN, I.; ABBASI, N. A.; JILANI, G. Effect of gibberellic acid on the vase life and oxidative activities in senescing cut gladiolus flowers. **Plant Growth Regulation**, v.72, n.1, p. 89-95, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s10725-013-9839-y>.

SAIRAM, R.K.; VASANTHAN, B.; ARORA, A. Calcium regulates gladiolus flower senescence by influencing antioxidative enzymes activity. **Acta Plant Physiology**, v.33, p.1897–1904, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-011-0734-8>

SEREK, M.; JONES, R.B.; REID, M.S. Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus* sp. flowers. **American Society for Horticultural Science**, v.119, p.1014–1019, 1994. Disponível em: <<http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-942.pdf>> Acesso em: 10 ago. 2014.

SHAHRI W, TAHIR I. Flower senescence – strategies and some associated events. **Botanical Review**, v.77, p.152–184, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s12229-011-9063-2>

SINGH, A.; KUMAR, J.; SINGH,P. Effect of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. **Plant Growth Regulation**, v.55, p.221–229, 2008. <http://dx.doi.org/10.1007/s10725-008-9278-3>

SU, W.; HUANG, R.K.L.; CHANG, P.S.; CHEN, W.S. Improvement of postharvest vase life and flower bud opening in *Polyanthes tuberosa* using gibberellic acid and sucrose. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, n.8, p.1227–1230, 2001. <http://dx.doi.org/10.1071/EA01016>

VAN DOORN, W.G.; ABADIE, P.; BELDE, P.J.M. Alkylethoxylate surfactants for rehydration of roses and Bouvardia flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v.24, p. 327–333, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00152-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00152-1)

VAN DOORN, W.G.; WOLTERING, E.J. Physiology and molecular biology of petal senescence. **Journal of Experimental Botany**, v.59, p.453–480, 2008. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erm356>

VIEIRA, L.M.; MENDES, T.D.C.; FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G. Vascular occlusion and water relations in cut snapdragon flowers. **Acta Horticulturae**, v. 937, p.179-184, 2012. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/937/937_21.htm> Acesso em: 15 fev. 2015.

WEI, Z.; ZHANG, H.; GU, Z.P.; ZHANG, J.J. Cause of senescence of nine sorts of flowers. **Acta Botanica Sinica**, v.33, p.429–436, 2003. Disponível em: <<http://www.jipb.net/pubsoft/content/2/3470/33-6-4.pdf>> Acesso em: 20 out. 2014.

WOOD, A.; PLEG L.G. Alteration of liposomal membrane fluidity by gibberellic acid. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.1, n.1, p.31-40, 1974. <http://dx.doi.org/10.1071/PP9740031>

YAMANE, K.; KAWAUCHI, T.; YAMAKI, Y.; FUJISHIGE, N. Effects of treatment with trehalose and sucrose on sugar contents, ion leakage and senescence of florets in cut gladiolus spikes. **Acta Horticulturae**, v.669, p.351-357, 2005. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/669/669_46.htm> Acesso em: 30 jan. 2015.

ZHONG, Y.; CIAFRE, C. Role of ABA in ethylene-independent Iris flower senescence. In: **International conference on food engineering and biotechnology**, IPCBEE, IACSIT : 9 Press, Singapore, 2011.

4. CAPÍTULO III

CAPACIDADE DE REIDRATAÇÃO DE HASTES FLORAIS DE GLADIÓLO

RESUMO

A preservação da qualidade ornamental pós-colheita de flores de corte é feita de forma específica para cada espécie. Para gladiólo, não se recomenda, durante o armazenamento, a imersão das hastes de gladiólo em água, mesmo em baixa temperatura, pois a hidratação das pétalas pode acelerar a abertura das flores, causando excesso de maturação, o que compromete a qualidade na comercialização. Em gladiólo, a temperatura de armazenamento recomendada é 5°C por ser segura com relação a aparecimento de injúrias por frio. No entanto, para esta espécie, ainda não foi estudado o efeito do armazenamento refrigerado prolongado à seco e nem o seu comportamento quando transferidas para a água em temperatura ambiente. O presente experimento teve como objetivo avaliar a capacidade de reidratação de hastes florais de gladiólo (*Gladiolus grandiflora* Hort). As hastes florais das variedades Blue Frost, Gold Field, Todenhorn e Jester foram armazenadas a seco à temperatura de 5° C ± 1° C e UR 85% por 12, 24, 36 e 48 horas. As hastes controle permaneceram sempre na água desionizada. Após esse período, retornarem a água e foram avaliadas quanto a: longevidade, adotando o critério de descarte quando 20% das flores basais apresentaram perda de coloração e murcha; a variação de peso de matéria fresca (%) e o teor relativo de água da pétala (%). O armazenamento refrigerado a 5°C na ausência de água, por até 36 horas, não diminuiu a longevidade de flores de gladiólo. As flores armazenadas a seco por 24 horas a 5° C recuperaram totalmente a hidratação da flor. O armazenamento a seco por 12 horas a 5° C possibilitou maior peso de matéria fresca e teor relativo de água durante o armazenamento e vida de vaso.

4.1. INTRODUÇÃO

A preservação da qualidade ornamental pós-colheita de flores de corte é feita de forma específica para cada espécie. De forma geral, busca-se a otimização das relações hídricas, proporcionando a manutenção da hidratação do tecido. A perda de turgescência das pétalas seguida da senescência da flor, durante a vida útil pós-colheita, é o principal fator de rejeição pelos consumidores (Memon et al., 2012).

Durante o transporte e a comercialização, geralmente as flores de corte não são acondicionadas com água, o que pode provocar a murcha permanente, impossibilitando a recuperação da hidratação do tecido quando do retorno a água (Vieira et al., 2011). Isso pode ser resultado de diversos fatores, entre eles o bloqueio e a desidratação dos vasos do xilema, quer seja por embolia ou por desenvolvimento de microrganismos (Van Doorn et al., 2002; Vieira et al., 2012).

Visando manter a hidratação da flor, o controle da temperatura durante o armazenamento ou transporte está entre as principais técnicas utilizadas pelos produtores, pois reduz a utilização de carboidratos pela respiração, retarda a perda de água, inibe o desenvolvimento de patógenos e diminui a produção e ação do etileno (Nunes e Emond, 2003; Finger et al., 2006; Moraes et al., 2007; Wachowicz et al., 2007; Vieira et al., 2011). A temperatura ótima de armazenamento de flores de corte, na maioria dos casos, é baseada nas temperaturas indicadas a outras espécies, mesmo sabendo que o comportamento pode variar até mesmo entre variedades (Cevallos e Reid, 2000; Mapeli et al., 2011). Por exemplo, não são recomendadas temperaturas baixas no armazenamento de flores tropicais, uma vez que provocam danos fisiológicos (Kader, 2002; Costa et al., 2010).

Segundo Cevallos e Reid (2001), a vida de vaso das flores cortadas de cravo, narciso, íris, crisântemos, rosas e tulipas não é alterada quando o acondicionamento é feito em água ou á seco, desde que a temperatura de armazenamento esteja entre 0° e 10°C. Não se recomenda o uso do armazenamento em água para hastes de gladiolo, mesmo em baixa temperatura, pois a hidratação das pétalas pode acelerar a abertura das flores, tornando-as com excesso de maturação, o que compromete a sua qualidade na comercialização (Veiling, 2009).

O bom resultado no armazenamento a frio e seco depende do conhecimento da temperatura ideal e do tempo de armazenamento (Joyce et al., 2000; Redman et al., 2002; Ahmad et al., 2012; Macnish et al., 2009). Segundo Reid (2004), para gladiolo, a

temperatura recomendada é de 5°C, por ser temperatura segura com relação ao chilling. Em Alpinia, Strelitzia e Helicônias, a temperatura recomendada sem que haja o desenvolvimento de injúria por frio, está entre 10 e 13 °C (Finger et al., 2003; Jaroenkit e Paull, 2003; Costa et al., 2010).

No entanto, em gladiolo não foi estudado o efeito do armazenamento refrigerado prolongado a seco, nem o seu comportamento quando transferidas para a água em temperatura ambiente com o objetivo de reidratar as flores. A reidratação tem por objetivo restaurar o balanço hídrico das flores de corte transportadas e armazenadas a seco visando o restabelecimento da turgidez (Suzuki et al., 2001; Vieira et al., 2011; Santos et al., 2012).

A deficiência hídrica é desenvolvida quando a taxa de absorção de água é menor que a transpiração das flores. Alta taxa transpiratória, aliada a absorção de água limitada pela composição da solução ou pela alta resistência e baixa condutância hidráulica dos vasos xilemáticos, são os principais fatores que influenciam negativamente na manutenção da qualidade pós colheita de flores de corte (Vieira et al., 2012; Saleem et al., 2014; Costa et al., 2015).

O presente experimento teve como objetivo avaliar a capacidade de reidratação de hastes florais de gladiolo.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Localização e matéria-prima

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG (Latitude: 20° 45' 14" S, Longitude: 42° 52' 55" W e Altitude: 648 m). Foram utilizadas hastes de *Gladiolus grandiflora* Hort. das variedades Blue Frost, Gold Field, Green Star e Jester. Foi adotado o ponto de colheita comercial da espécie, ou seja, quando os botões basais apresentaram a cor da variedade. Após a colheita, as hastes foram colocadas em recipientes contendo água e em seguida foram levadas ao laboratório, onde foi realizado o corte da base da haste em água e padronizado no comprimento de 70 cm. Em seguida as hastes florais foram distribuídas ao acaso entre os tratamentos.

4.2.2. Descrição do experimento

Após a padronização, as hastes foram embaladas em papel-kraft e acondicionadas em sacos plásticos perfurados. Em seguida, foram armazenadas em câmara-fria a 5°C, na posição vertical, a seco, na temperatura de 5°C ± 1°C, UR 85% ± por 12, 24, 36 e 48 horas.

As hastes controle permaneceram sempre na água desionizada. Ao final de cada período, as inflorescências foram retornadas a recipientes contendo 100 mL de água. Após 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 24 horas em água, foram avaliados: variação de peso de matéria fresca, taxa de absorção de água, taxa de transpiração, teor relativo de água e vida de vaso das inflorescências.

4.2.3. Longevidade

A longevidade das hastes foi determinada pelo período (número de dias) compreendido entre o início do tratamento (exposição por 24 horas ao etileno) e o aparecimento de murcha de pelo menos 20% das flores.

4.2.4. Variação do peso de matéria fresca da haste

Foi atribuído ao peso de matéria fresca inicial o valor de 100% (He et al., 2006). A variação do peso de matéria fresca foi estimada como percentual em relação ao peso inicial das hastes de acordo com a fórmula a seguir:

$$VPF = (PF \times 100) / PI$$

VPF: variação de peso de matéria fresca, %;

PF: peso de matéria fresca final das hastes.

PI: peso de matéria fresca inicial das hastes.

4.2.5. Taxa de absorção de água e taxa de transpiração

A taxa de absorção de água foi determinada conforme metodologia descrita por Van Doorn et al. (2002) e Vieira et al. (2012). Após o armazenamento, as hastes foram dispostas em tubos individuais, inicialmente pesados, contendo 100 ml de água desionizada. Diariamente, os tubos foram pesados com e sem as hastes. Com objetivo de anular os efeitos da evaporação, a extremidade superior dos tubos foi envolvida com filme de PVC em 4 camadas. A taxa de absorção de água de cada solução foi estimada pelo volume de solução consumida, em mg g^{-1} do peso de matéria fresca (PMF), sendo calculada pela seguinte fórmula:

$$V = (PSi - PSf) / PHi$$

V: volume de solução absorvida;

PSf: peso final da solução;

PSi: peso inicial da solução;

PHi: peso de matéria fresca final da haste.

A taxa de transpiração foi estimada, em mg g^{-1} PF, subtraindo a variação do peso de matéria fresca das hastes do volume de solução absorvida, por meio da fórmula:

$$T = Vc - (PH (f) - PH (i))$$

T: taxa de transpiração;

Vc: volume de solução consumida;

PH (i): peso de matéria fresca inicial da haste;

PH (f): peso de matéria fresca final da haste.

4.2.6. Teor relativo de água da pétala

O teor relativo de água (TRA) das pétalas foi determinado conforme método descrito por Catsky (1974), com adaptações, e realizado ao final do período de armazenamento a seco e 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas após retornarem para a água. As pétalas permaneceram na espuma umedecida até a completa saturação por 24 horas e em seguida foi realizada uma nova pesagem para obtenção do peso túrgido. Após a obtenção do peso túrgido, as pétalas foram colocadas em estufa a 70°C por 72 horas para obtenção do peso seco constante. O TRA foi calculado de acordo com a equação proposta por Weatherley (1950):

$$\text{TRA} = 100 (\text{PF} - \text{PS}) / (\text{PT} - \text{PS})$$

TRA: Teor relativo de água, expresso em %;

PF, PS e PT representam respectivamente, o peso de matéria fresca, peso seco e peso túrgido.

4.2.7. Análise estatística

Foi realizada análise de variância (Anova) com nível de 1% de significância, Teste de Tukey e a estatística descritiva com base nos valores médios e erro padrão.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre variedades e tempo de armazenamento a seco em nenhuma variável e nem efeito isolado da variedade. Houve efeito isolado dos tratamentos na variação do peso de matéria fresca após 24 horas de reidratação e na longevidade (Tabela 1).

Tabela 1. Quadrados médios referentes ao peso de matéria fresca, abertura floral e longevidade de quatro variedades de *Gladiolus grandiflora* submetidas a armazenamento a seco por 0, 12, 24, 36 e 48 horas. UFV, Viçosa – MG, 2015

	Peso de matéria fresca (24h)	Abertura floral	Longevidade
Variedade	1,9649 ns	0,3224 ns	0,8136 ns
Tratamentos	14,4062**	0,2565 ns	14,5169**
Variedade*Tratamento	0,5979 ns	0,5309 ns	0,4322 ns
C.V. (%)	3,81	15,78	15,76

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

4.3.1. Longevidade

A longevidade de flores de gladiolo foi reduzida no tratamento de 48 horas e os demais tempos de armazenamento a seco e do controle (Figura 1). A longevidade das inflorescências variou entre três e cinco dias, totalizando a diferença de aproximadamente 26% entre controle e o pior tratamento. Nas hastes armazenadas por 36 horas a seco a 5 °C apresentaram pouca variação na longevidade. Dessa forma, foi evidenciado que a longevidade implica em qualidade das inflorescências de gladiolo, por permitir maior tempo em condições de comercialização, sobretudo no transporte.

Diferentemente do resultado encontrado por Santos et al. (2012) com *Epidendrum ibaguense*, em que, independentemente do tempo de armazenamento a seco, houve redução da vida de vaso das inflorescências. Neste mesmo trabalho, o armazenamento a seco das hastes por apenas 12 horas já foi suficiente em reduzir a vida de vaso das inflorescências. Contudo, Vieira et al. (2011) verificaram que o armazenamento refrigerado e seco por dois dias retardou a senescência das inflorescências cortadas de boca-de-leão e prolongou o período de comercialização, desde que associado ao uso de soluções conservantes como 8-HQC + sacarose + ácido cítrico no pós-armazenamento. Ahmad et al. (2012), em experimento com armazenamento a seco e com água em diversas espécies, verificaram que rosas cortadas da variedade Angelique tiveram vida de vaso maior quando armazenadas a seco por duas semanas do que as armazenadas em água pelo mesmo período.

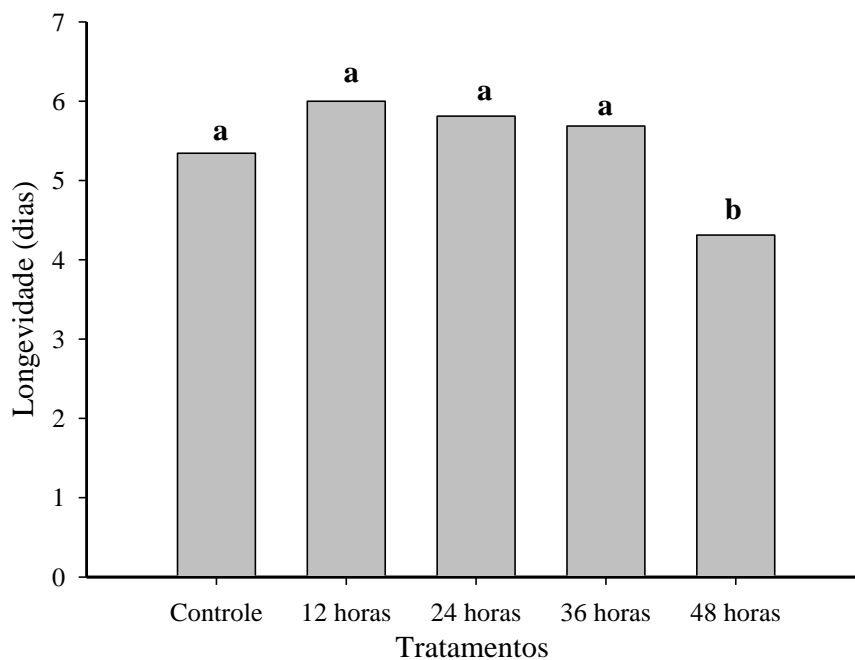


Figura 1. Longevidade de flores de gladiólio submetidas a armazenamento a seco por 0, 12, 24, 36 e 48 horas. Linhas representam os valores médios das variedades Blue Frost, Gold Field, Green Star e Jester em cada tratamento. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). UFV, Viçosa – MG, 2015.

4.3.2. Variação do peso de matéria fresca da haste

De acordo com a Figura 2, houve redução no peso de matéria fresca das hastes durante o armazenamento quando comparado ao controle. Essa diminuição foi proporcional ao tempo de armazenamento. Todas as hastes florais ganharam peso nas primeiras 12 horas que permaneceu constante por 24 horas. Diferentemente, as plantas do controle ganharam peso nas primeiras 6 horas e houve pouca variação após as 12 horas, mantendo o peso de matéria fresca abaixo dos tratamentos de 12, 24 e 36 horas.

A maior capacidade de acúmulo de peso de matéria fresca após os tratamentos de 12, 24 e 36 horas em relação ao controle pode estar relacionada com a abertura floral induzida pela presença da água no controle, em que aumenta a exposição dos tecidos e conseqüentemente a transpiração. Outro fator, que pode estar relacionado com a divergência entre os tratamentos, é a diferença de temperatura do ambiente (22°C) do armazenamento (5°C), o que favorece a concentração da umidade na superfície do tecido (Figura 4).

O único tempo que não reestabeleceu a hidratação foi 48 horas de armazenamento a seco. Houve dano maior nas flores durante o estresse hídrico prolongado acima de 36 horas. Resultado semelhante foi observado por Van Meeteren et al. (2006) em crisântemo,

com ausência de recuperação da turgescência das flores em que, o armazenamento a seco das hastes florais a 20° C por uma hora, resultou na redução do peso de matéria fresca durante as 23 horas em que as hastes permaneceram em água. Santos et al. (2012) em *Epidendrum ibaguense*, verificaram que o armazenamento a seco a 24°C por até 12 horas, possibilitou a reidratação completa das flores semelhantemente ao controle, enquanto que nas hastes com 24, 36 e 48 horas de armazenamento a seco, a reidratação foi incompleta com recuperação de 97,5, 95,0 e 90,0% do peso de matéria fresca inicial das inflorescências, respectivamente.

Vieira et al. (2011) verificaram que independente do tempo de refrigeração, as inflorescências de boca-de-leão tiveram aumento de peso de matéria fresca inicial até as primeiras 24 horas de reidratação seguido de queda a partir das 48 horas em soluções de 8-HQC + sacarose + ácido cítrico. Em trabalho realizado por Ahmad et al. (2012), hastes de rosas armazenadas em água perderam mais peso durante o vida de vaso do que aquelas mantidas em armazenamento seco.

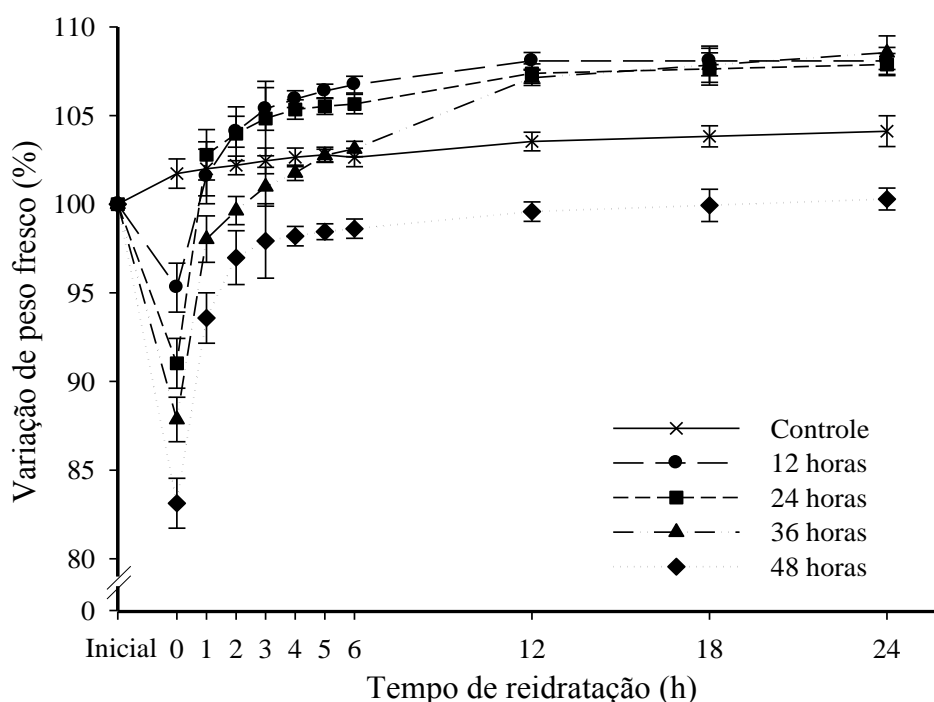


Figura 2. Variação do peso de matéria fresca de flores gladiolo submetidas a armazenamento por 0, 12, 24, 36 e 48 horas. Linhas representam os valores médios das variedades Blue Frost, Gold Field, Green Star e Jester em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

4.3.3. Taxa de absorção de água e taxa de transpiração

A taxa de absorção de água na primeira hora foi superior no controle quando comparada com os demais tratamentos. Entre as hastes armazenadas a seco, a taxa de absorção de água foi decrescendo de acordo com a diminuição do tempo de armazenamento (Figura 3A). A partir das cinco horas de reidratação, ocorreu aumento drástico da taxa de absorção de água em todos os tratamentos, inclusive no controle. Esse aumento coincide com o período de início de abertura das flores mediana da haste e com o pico da transpiração, conforme pode ser visto na Figura 3B.

Tal fato demonstra que a temperatura ambiente e a indução da abertura floral nas primeiras horas ampliaram a taxa de absorção de água. Nas hastes armazenadas a seco, a taxa de absorção de água teve um comportamento semelhante ao ocorrido na variação de peso de matéria fresca (Figura 2), em que a taxa foi diretamente proporcional ao tempo de deficiência hídrica. O que por sua vez, pode ter gerado um maior potencial de absorção de água causado pela desidratação dos tecidos.

O controle e as flores armazenadas por 12 horas revelaram comportamento semelhante na taxa de absorção de água e na taxa transpiração a partir das doze horas de reidratação. Enquanto que nas demais apresentaram queda em ambas variáveis. Essa queda demonstra que o tecido não teve capacidade de reidratar por possível dano irreversível causado pela falta de hidratação da célula.

Santos et al. (2012), em experimento com *Epidendrum ibaguense* verificaram que após 24 horas de reidratação a taxa de transpiração superou a de absorção de água em todos os tratamentos. As flores murcharam entre o período de 24 e 48 horas e após 96 horas em água. As inflorescências de *Epidendrum ibaguense* não demonstraram alta sensibilidade ao estresse hídrico após a colheita, e não requerem de tratamentos adicionais de corte da base da haste (Finger et al., 2008).

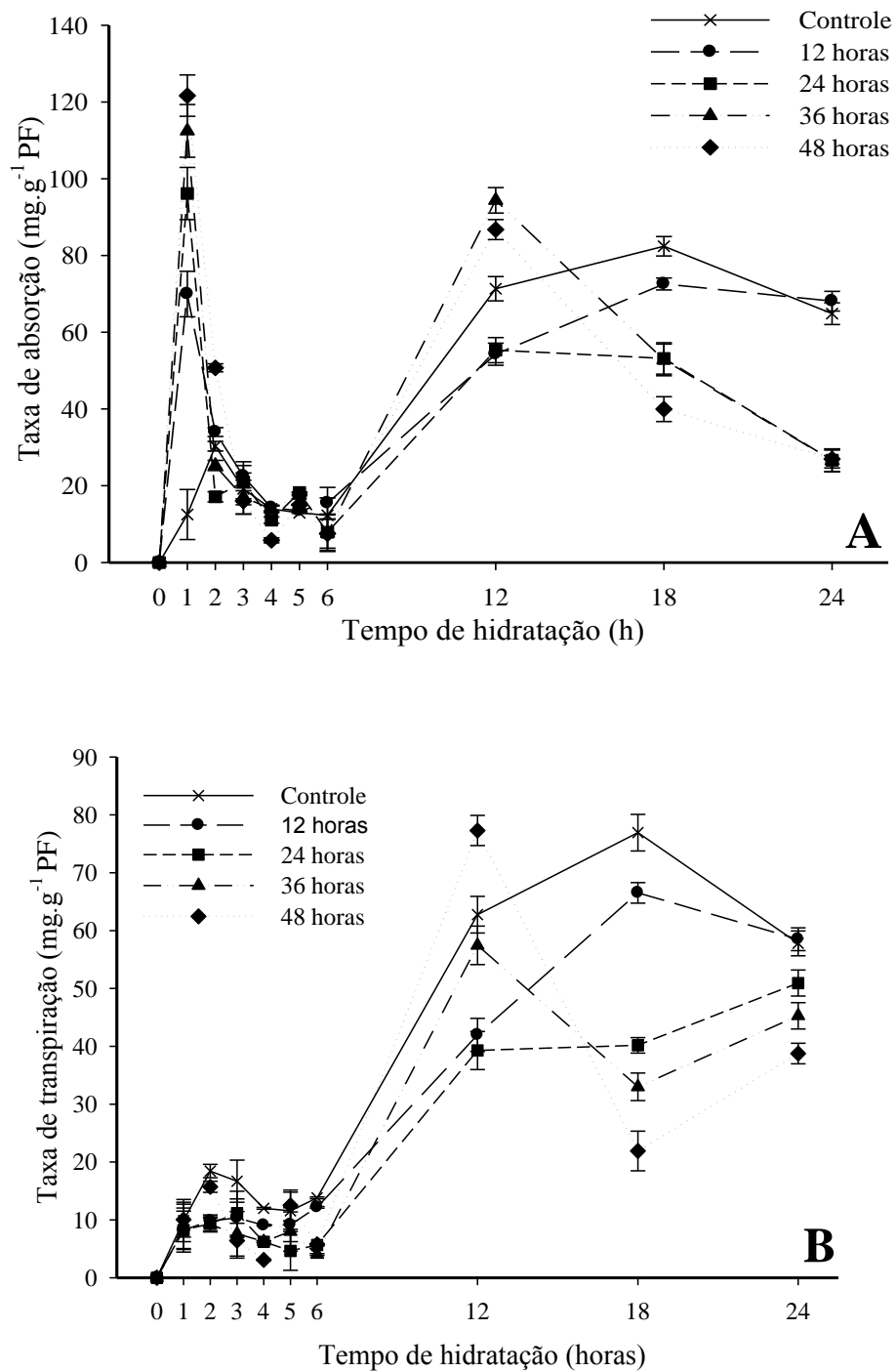


Figura 3. Taxa de absorção de água (A) e taxa de transpiração (B) de flores de gladiólo submetidas a armazenamento por 0, 12, 24, 36 e 48 horas. Linhas representam os valores médios das variedades Blue Frost, Gold Field, Green Star e Jester em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

4.3.4. Teor relativo de água da pétala (TRA)

O TRA das pétalas diferiu em função do tempo de armazenamento e de reidratação utilizada (Figura 4). As hastes armazenadas a seco por 12 e 24 horas, juntamente com o controle, não apresentaram perda no teor após o armazenamento e sim aumento, diferentemente das hastes com estresse hídrico por 36 e 48 horas.

Esse comportamento pode ser explicado pela diminuição da temperatura de campo ao da câmara de armazenamento. Essa diminuição juntamente com a alta umidade da câmara (85%) pode ter provocado uma concentração do teor água nas flores, principalmente na superfície da pétala, o que contribuiu como uma barreira contra a perda de água. Porém, com o prolongamento desse armazenamento (36 e 48 horas), a perda ocorreu de forma drástica, reduzindo a 87 e 82%, respectivamente, quando comparado com o teor relativo inicial.

O teor relativo de água das pétalas aumentou até as doze horas de reidratação, independentemente do tempo de armazenamento a seco. As flores que ficaram por 36 e 48 horas no armazenamento a seco, o teor relativo de água foi mantido baixo ao longo do período de reidratação. Nas inflorescências que ficaram por 12 ou 24 horas, quando foram submetidas à reidratação, atingiram valores em torno de 130% em relação ao TRA inicial das hastes (100%).

Foi observado maior teor relativo de água nas flores submetidas a 12 horas de armazenamento a seco, comparado aos demais tratamentos e também com relação ao controle. Nas hastes controle, a imediata hidratação causou aumento no teor de água das pétalas nas primeiras 4 horas, seguido do período de estabilização, com queda a partir de 12 horas em água. Somente as hastes com 12 e 24 horas de armazenamento tiveram recuperação total e superior, do teor de água das pétalas, ultrapassando nível do controle após 12 horas em água.

Nas hastes armazenadas a seco por 36 e 48 horas, a reidratação das pétalas foi parcial, menor que as das flores controle, mesmo após 24 horas de reidratação.

Santos et al. (2102) verificaram que o armazenamento a seco reduziu o teor de água das pétalas de *Epidendrum ibaguense*, e da mesma forma, a queda foi proporcional ao tempo do estresse hídrico, porém, somente as hastes com 12 horas de estresse tiveram recuperação total do teor de água das pétalas após 24 horas.

Vieira et al. (2011) observaram que independentemente do tempo de armazenamento, após o mesmo período, o teor de água das pétalas de boca-de-leão foi

menor quando as hastes foram colocadas em água desionizada, L redução de 71 e 70% do tempo zero a 55 e 56%, quando armazenadas por dois e quatro dias, respectivamente.

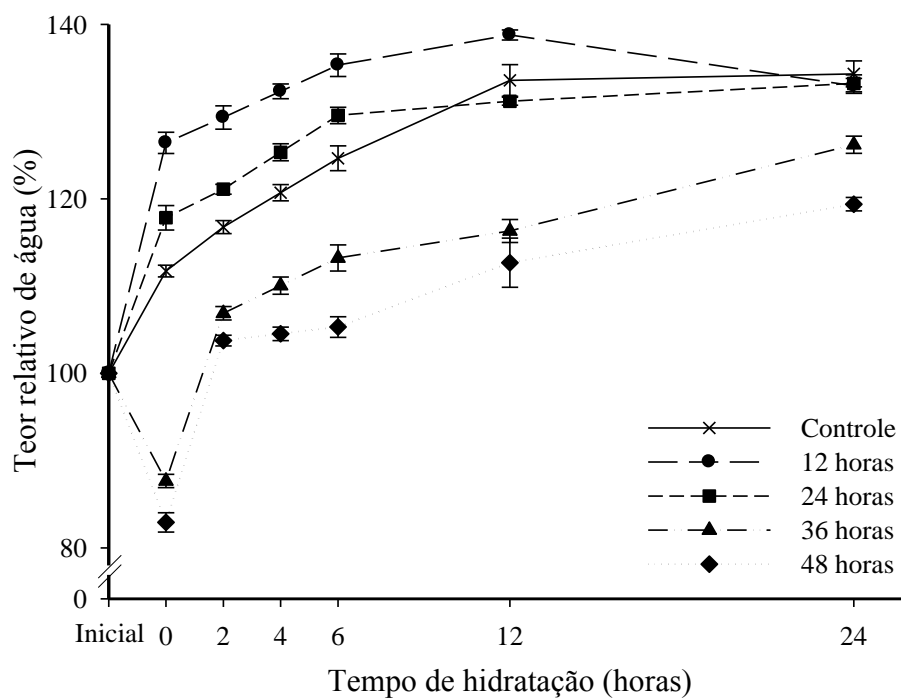


Figura 4. Teor relativo de água de flores de gladiolo submetidas a armazenamento por 0, 12, 24, 36 e 48 horas. Linhas representam os valores médios das variedades Blue Frost, Gold Field, Green Star e Jester em cada tratamento. As barras verticais representam o erro-padrão da média. UFV, Viçosa – MG, 2015.

4.4. CONCLUSÕES

O armazenamento refrigerado a 5°C na ausência de água, por até 36 horas, não diminuiu a longevidade de flores de gladiolo.

As flores armazenadas a seco por 24 horas a 5° C recuperaram totalmente a hidratação da flor.

O armazenamento a seco por 12 horas a 5° C possibilitou maior peso de matéria fresca e teor relativo de água durante o armazenamento e vida de vaso.

4.5. REFERÊNCIAS

- AHMAD, I.; DOLE, J.M.; AMJAD, A.; AHMAD, S. Dry storage effects on postharvest performance of selected cut flowers. **HortTechnology**, v.22, p.463–469, 2012. Disponível em: <<http://horttech.ashspublications.org/content/22/4/463.full.pdf>> Acesso em 12 jan. 2015.
- CÁTSKY, J. Water content. In: SLAVIK, B. **Methods of studying plant water relations**. Berlin: Springer-Verlag, 1974. p.121-131.
- CEVALLOS, J.C.; REID, M.S. Effect of dry and wet storage at different temperatures on vase life of cut flowers. **HortTechnology**, v.11, p.199-202, 2001. Disponível em: <<http://horttech.ashspublications.org/content/11/2/199.full.pdf>> Acesso em 23 nov. 2014.
- COSTA, A.S.; NOGUEIRA, L.C.; FINGER, F.L.; CAMARA, T.R.; LOGES, V.; WILLADINO, L. Characterization of symptoms of senescence and chilling injury on inflorescences of *Heliconia bihai* (L.) cv. Lobster Claw and cv. Halloween. **Postharvest Biology and Technology**, v.59, p.1-7, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.08.015>
- COSTA, L.C.; COSTA, R.R.; RIBEIRO, W.S.; CARNEIRO, G.G.; BARBOSA, J.A.; FINGER, F.L. Postharvest longevity of *Heliconia wagneriana*. **Acta Horticulturae**, v.1060, p.93-199, 2015. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/1060/1060_28.htm> Acesso em: 10 jan. 2015.
- FINGER, F. L.; MORAES, P. J.; BARBOSA, J. G.; GROSSI, J. A. S. Vase life of bird-of-paradise flowers influenced by “pulsing” and term of cold storage. **Acta Horticulturae**, v. 628, n. 1, p. 863-867, 2003. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/628/628_110.htm> Acesso em: 10 mar. 2015.
- FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G. Postharvest physiology of cut flowers. In: NOUREDDINE, B., NORIO, S. (Eds.). **Advances in Postharvest Technologies for Horticultural Crops**. Kerala, India: Research Signpost, 2006. p. 373-393.
- FINGER, F.L.; MORAES, P.J.; MAPELI, A.M.; BARBOSA, J.G.; CECON, P.R. Longevity of *Epidendrum ibaguense* flowers as affected by pre-loading treatments and vase solution. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 83, p.144–147, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132012000200004>
- FINGER, F.L.; SANTOS, V.R.; BARBOSA, J.G.; BARROS, R.S. Influência da temperatura na respiração, produção de etileno e longevidade de inflorescências de esporinha. **Bragantia**, v.65, p.363-368, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052006000300001>
- HE, S.G.; 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.03.002>

JAROENKIT, T.; PAULL, R. E. Postharvest handling of Heliconia, red ginger and bird-of-paradise. **HortTechnology**, v. 13, n. 2, p. 259-266, 2003. Disponível em: <<http://horttech.ashspublications.org/content/13/2/259.full.pdf>> Acesso em: 10 mar. 2015.

JOYCE, D. C.; MEARA, S. A.; HETHERINGTON, S. E.; JONES, P. Effects of cold storage on cut *Grevillea* 'Sylvia' inflorescence. **Postharvest Biology and Technology**, v. 18, n. 1, p. 49-56, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(99\)00059-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(99)00059-9)

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3.ed. California: University of California, 2002. 535p.

MACNISH, A.J.; DE THEIJE, A.; REID, M.S.; JIANG, C.Z. An alternative postharvest handling strategy for cut flowers - Dry handling after harvest. **Acta Horticulturae**, v.847, p.215-221, 2009. Disponível em: < http://www.actahort.org/books/847/847_27.htm> Acesso em: 28 jan. 2015.

MAPELI, A. M.; FINGER, F. L., BARBOSA, J. G.; BARROS, R. S.; OLIVEIRA, L.S.; SEGATTO, F. B. Influence of storage temperature on *Epidendrum ibaguense* flowers. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.1, p.111-115, 2011. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i1.6365>

MEMON, N.; VISTRO, A.A.; PAHOJA, V.M.; BALOCH, Q.B.; SHARIF, N. Membrane stability and postharvest keeping quality of cut Gladiolus flower spikes. **Journal of Agricultural Technology**, v.8, n.6, p.2065-2076, 2012. Disponível em: < [http://www.ijat-aatsea.com/pdf/v8_n6_12_November/18_IJAT_2012_8\(6\)_Memon,%20N_Plant%20Science.pdf](http://www.ijat-aatsea.com/pdf/v8_n6_12_November/18_IJAT_2012_8(6)_Memon,%20N_Plant%20Science.pdf)> Acesso em: 10 fev. 2015.

MORAES, P. J.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G.; CECON, P. R. Longevidade pós-colheita da orquídea *Epidendrum ibaguense*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 13, n. 1, p. 31-37, 2007. <http://dx.doi.org/10.14295/rbho.v13i1.203>

NUNES, M.C.N.; EMOND, J.P. Storage temperature. In: BARTZ J.A.; BRECHT J.K. **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 2003.

REDMAN, P.B., DOLE, J. M., MANESS, N. O., ANDERSON, J.A. Postharvest handling of nine specialty cut flowers. **Scientia Horticulturae** v.92, p.293-303, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238\(01\)00294-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238(01)00294-1)

REID, M.S. Gladiolus. **Recommendations for Maintaining Postharvest Quality**. 2004. Disponível em: <http://postharvest.ucdavis.edu/pformentals/Gladiolus/>. Acesso em: 29 set. 2014.

SALEEM, M.; KHAN, M.A.; AHMAD, I; AHMAD, R. Vase water effects on postharvest longevity and water relations of *Gladiolus grandiflorus* 'White Prosperity'. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 51, n.1, p.137-141, 2014. Disponível em: <<http://pakjas.com.pk/papers%5C2252.pdf>> Acesso em: 10 fev. 2015.

SANTOS, J.S.; FINGER, F.L.; VIEIRA, L.M.; MENDES, T.D.C.; BARBOSA, J.G. Capacidade de reidratação e influência do corte no restabelecimento do fluxo de água em inflorescências de *Epidendrum ibaguense*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 18, n.1, p. 15-21, 2012. <http://dx.doi.org/10.14295/rbho.v18i1.689>

SUZUKI, A. LEONARD, R.T.; NELL, T.A.; BARRETT, J.E.; CLARK, D.G. Effects of retail hydration on water uptake and quality of ‘Madame Delbard’ roses after long term transport. **Acta Horticulturae**, v. 543, p. 251-256, 2001. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/543/543_30.htm> Acesso em 28 jan. 2015.

VAN DOORN, W.G.; ABADIE, P.; BELDE, P.J.M. Alkylethoxylate surfactants for rehydration of roses and Bouvardia flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v.24, p. 327–333, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00152-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00152-1)

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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.03.005>

VEILING HOLAMABRA – FLORES E PLANTAS ORNAMENTAIS. Gladiolo. In: Manual de classificação. 2009. Disponível em: <http://www.veiling.com.br/uploads/padroao_qualidade/criterios/gladiolo-fc.pdf> Acesso em: 28 set. 2014.

VIEIRA, L.M.; MENDES, T.D.C., FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G. Vascular occlusion and water relations in cut snapdragon flowers. **Acta Horticulturae**, v. 937, p.179-184, 2012. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/937/937_21.htm> Acesso em: 29 out. 2014.

VIEIRA, L.M.; SANTOS, J.S.; FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G.; CECON, P.R. Reidratação de inflorescências de boca-de-leão após o armazenamento refrigerado e seco. **Ciência Rural**, v. 41, n. 3, p. 418-423, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000300009>

WACHOWICZ, M.; RABIZA-WIDER, J.; SKUTNIK, E.; ŁUKASZEWSKA, A. The short-term cold storage effect on vase life of cut *hosta* leaves. **Acta Scientiarum Polonorum**, v. 6, n.2, p.3-13, 2007. Disponível em: <<http://www.acta.media.pl/pl/full/7/2007/000070200700006000020000300013.pdf>> Acesso em: 10 out. 2014.

WEATHERLEY, P. E. Studies in water relations of cotton plant. In: The field measurement of water deficits in leaves. **New Phytology**. v.49, p.81-97, 1950. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.1950.tb05146.x>

5. CONCLUSÕES GERAIS

As flores de gladiolo apresentam diferença na longevidade entre as variedades estudadas, independentemente da ação do etileno.

O etileno não é o principal hormônio responsável pela sinalização de eventos relacionados a senescência em flores de gladiolo.

A diferença na longevidade entre as variedades pode ser atribuída aos teores de açúcares solúveis totais de cada variedade.

O ABA parece estar envolvido na indução de eventos relacionados à senescência em flores de gladiolo.

Como principal regulador da ação do ABA, o GA₃ interfere na ação do ABA na abertura floral e no controle da estabilidade de membrana celular.

Flores de gladiolo recuperam totalmente a hidratação após o armazenamento refrigerado a 5° C na ausência de água, por até 24 horas. Além disso, a longevidade da haste não diminui quando armazenada até 36 horas nas mesmas condições.