

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

MARISTELA PEREIRA CARVALHO ZANÃO

**SILÍCIO E ÁCIDO GIBERÉLICO NA PRODUÇÃO DE GLADÍOLOS
EM AMBIENTE PROTEGIDO**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2017

MARISTELA PEREIRA CARVALHO ZANÃO

**SILÍCIO E ÁCIDO GIBERÉLICO NA PRODUÇÃO DE GLADIÓLOS
EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Tese de doutorado apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientadora: Dr^a Fabíola Villa

Coorientador: Dr. Luiz A. Zanão Júnior

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

Z33s	<p>Zanão, Maristela Pereira Carvalho Silício e ácido giberélico na produção de gladiolos em ambiente protegido / Maristela Pereira Carvalho Zanão. – Marechal Cândido Rondon, 2017. 38 f.</p> <p>Orientadora: Dr^a. Fabíola Villa Coorientador: Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior</p> <p>Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2017.</p> <p>1. Gladiolo. 2. Floricultura. I. Villa, Fabíola. II. Zanão Junior, Luiz Antônio. III. Título.</p> <p>CDD 22. ed. 635.9 CIP-NBR 12899</p>
------	---

Ficha catalográfica elaborado por Marcia Elisa Sbaraini Leitzke CRB-9/539

MARISTELA PEREIRA CARVALHO ZANÃO

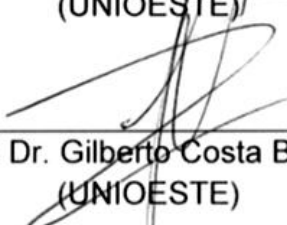
SILÍCIO E ÁCIDO GIBERÉLICO NA PRODUÇÃO DE GLADIÓLOS EM
AMBIENTE PROTEGIDO

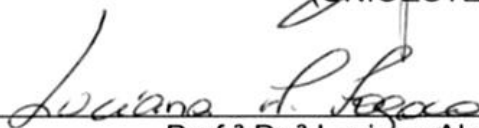
Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 24 de fevereiro de 2017



Prof. Dr. Elcio Silvério Klosowski
(UNIOESTE)


Prof. Dr. Gilberto Costa Braga
(UNIOESTE)



Prof.ª Dr.ª Luciana Alves Fogaça
(PUCPR)



Prof.ª Dr.ª Héli da Mara Magalhães
(UNIPAR)



Prof.ª Dr.ª Fabiola Villa
(Orientadora)
(UNIOESTE)

**Dedico aos amores da minha vida,
meu filho Lorenzo e ao meu querido
esposo Luiz.**

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre me conduzir com sua Luz Divina.

Ao meu esposo pelo amor incondicional.

Aos meus pais, irmãos e familiares pelo carinho e apoio.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* Marechal Cândido Rondon, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

À minha orientadora Fabíola Villa, pela confiança e valiosos ensinamentos.

Aos professores e funcionários do PPGA, pela dedicação e ensinamentos e aos colegas de turma pelos momentos de descontração.

BIOGRAFIA

Maristela Pereira Carvalho Zanão, filha de Paulo César de Carvalho e Elma Pereira Lemes de Carvalho, nasceu em Itumbiara, GO, no dia 20 de maio de 1983.

Em 2001, iniciou o curso superior de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG, graduando-se em 2006.

Entre 2007 a 2010, cursou mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, MG, com dissertação defendida na área de floricultura.

Em março de 2014, iniciou o doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em Marechal Cândido Rondon, sob a orientação da professora Fabíola Villa, defendendo tese em fevereiro de 2017.

Atualmente é Analista de Ciência e Tecnologia do Instituto Agrônomo do Paraná e atua no Polo Regional de Pesquisa de Santa Tereza do Oeste, PR.

RESUMO

CARVALHO-ZANÃO, Maristela Pereira, D. S. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro - 2017. **Silício e ácido giberélico na produção de gladiólos em ambiente protegido.** Orientadora: Fabíola Villa. Coorientador: Luiz Antônio Zanão Júnior.

A floricultura é uma atividade extremamente lucrativa. A cultura do gladiolo está entre as mais importantes flores de corte do país. A aplicação de silício e ácido giberélico tem apresentado resultados positivos em algumas flores de corte. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a aplicação de silício e ácido giberélico na cultura do gladiolo cultivado em vaso, em ambiente protegido. No primeiro experimento avaliou-se a aplicação de silício no substrato de cultivo de três cultivares de gladiolo. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x4 [três cultivares de gladiolo (White Friendship, Rose Friendship e Red Beauty) x quatro doses de silício (0, 150, 300 e 600 mg dm⁻³)], contendo cinco repetições. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso com duas plantas. Foram avaliadas características fitotécnicas, além dos teores foliares de nutrientes e silício. No segundo experimento avaliou-se a produção de hastes florais e cormos de gladiolo cv. White Friendship submetido a modos de aplicação e concentrações de ácido giberélico. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x4 [dois modos de aplicação de ácido giberélico (GA₃) (imersão dos cormos e pulverização foliar) x quatro concentrações (0, 250, 500 e 1000 mg L⁻¹ de GA₃)], contendo seis repetições e duas plantas por unidade experimental. As cultivares de gladiolo White Friendship e Red Beauty produziram plantas mais altas, com hastes florais de maior comprimento, diâmetro e massa seca do que a cultivar Rose Friendship. A ordem do teor de nutrientes nas folhas das três cultivares foi a mesma, sendo K > N > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu. As cultivares de gladiolo foram classificadas como não acumuladoras de Si. A aplicação de Si no substrato de cultivo das cultivares de gladiolo não influenciou nenhuma variável fitotécnica e absorção de nutrientes. Altas concentrações de GA₃ não são recomendadas para a produção de hastes florais e cormos de gladiolo cv. White Friendship. O modo de aplicação por imersão do cormo antecipa o ponto de colheita das hastes florais e produz maior número de cormilhos por planta.

Independentemente do modo de aplicação, 550 mg L⁻¹ de GA₃ incrementam a produção de cormilhos da cv. White Friendship.

Palavras-chave: *Gladiolus x grandiflorus* Hort. Regulador vegetal. Nutrição. Flor de corte. Floricultura.

ABSTRACT

CARVALHO-ZANÃO, Maristela Pereira, D. S. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, february - 2017. **Silicon and gibberellic acid in the production of gladiolus in protected environment.** Advisor: Fabíola Villa. Co-Advisor: Luiz Antônio Zanão Júnior.

Floriculture is an extremely lucrative activity and gladiolus culture is among the most important cut flowers in the country. Application of silicon and gibberellic acid has shown positive results in some cut flowers. The objective of this work was to evaluate the application of silicon and gibberellic acid in gladiolus cultivated in pots under protected environment. In the first experiment the application of silicon to the cultivation substrate of three gladiolus cultivars was evaluated. The experimental design was a randomized block design in a 3x4 factorial scheme [three gladiolus cultivars (White Friendship, Rose Friendship and Red Beauty) x four doses of silicon (0, 150, 300 and 600 mg dm⁻³)], with five replications. Each experimental unit consisted of a pot with two plants. Phytotechnical characteristics were evaluated in addition to macro, micronutrient and silicon foliar contents. In the second experiment the production of flower stems and corms of gladiolus cv. White Friendship subjected to modes of application and concentrations of gibberellic acid. The experimental design was a randomized complete block design, using a 2x4 factorial scheme [two modes of application of gibberellic acid (immersion of the corms and leaf spraying) x four concentrations (0, 250, 500 and 1000 mg L⁻¹ of GA₃)], containing six Replicates and two plants per experimental unit. The cultivars White Friendship and Red Beauty produced taller plants, with longer, larger and heavier flower stems. The order of nutrient content in the leaves of the three cultivars was the same, with K > N > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Mn > Cu. The gladiolus cultivars were classified as Si non-accumulators. The application of Si in the gladiolus culture did not influence any evaluated phytotechnical variables and nutrient absorption. High concentrations of GA₃ are not recommended for the production of flower spikes and corms of the gladiolus 'White Friendship' cultivar. Corm soaking anticipated spike harvest and boosted cormel per plant yield. Regardless of the application method, 550 mg L⁻¹ of GA₃ increased cormel yield.

Keywords: *Gladiolus x grandiflorus* Hort. Plant growth regulator. Nutrition. Cut flower. Floriculture.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	1
2	ARTIGO 1. Produção e estado nutricional de gladiolos em função da aplicação de silício no substrato	2
2.1	RESUMO	2
2.2	ABSTRACT	3
2.3	INTRODUÇÃO	3
2.4	MATERIAL E MÉTODOS	5
2.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
2.6	CONCLUSÕES	15
2.7	REFERÊNCIAS	15
3	ARTIGO 2. Produção de gladiolo submetido a ácido giberélico em ambiente protegido	19
3.1	RESUMO	19
3.2	ABSTRACT	20
3.3	INTRODUÇÃO	21
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
3.6	CONCLUSÕES	33
3.7	REFERÊNCIAS	34
4	CONCLUSÕES GERAIS	38

1 INTRODUÇÃO GERAL

A floricultura brasileira vem adquirindo notável desenvolvimento nos últimos anos e caracteriza-se como um dos mais promissores segmentos da horticultura intensiva do agronegócio nacional. Observa-se, no Brasil, um movimento marcado por fortes índices de crescimento da base produtiva e inclusão de novos polos geográficos regionais de produção de plantas ornamentais.

O cultivo de gladiolo é bastante expressivo no mercado interno e possui dois sistemas de produção comercial, o de flores de corte e de cormos. Por ser uma planta herbácea de ciclo curto e de certa forma adaptada às condições climáticas brasileiras, seu custo de produção é relativamente baixo com rápido retorno do investimento. No entanto, o tipo de solo e clima característico da região oeste do Estado do Paraná não favorecerem o bom desenvolvimento das hastes e cormos de gladiolo em cultivo a céu aberto, pois são solos muito argilosos e ocorrem geadas anuais. Uma opção seria cultivá-lo sob ambiente protegido, em substratos.

Muitos dos substratos utilizados para cultivo de plantas ornamentais possuem baixíssima disponibilidade de silício. Sendo assim, o manejo da nutrição com silício em substrato de cultivo proporciona diversos efeitos benéficos às plantas como os relacionados com as funções estruturais de arquitetura e estresse hídrico, no qual a cultura do gladiolo poderia se beneficiar, se cultivadas em substratos ou em solos com baixa disponibilidade desse elemento. No entanto, outra prática benéfica que pode contribuir com a cultura do gladiolo é a aplicação exógena de ácido giberélico, pois há indícios que o ciclo de cultivo se torna reduzido e há uniformidade da floração com produção de hastes florais de melhor qualidade.

Considerando a importância comercial da cultura do gladiolo para o mercado brasileiro e a possível inclusão da região oeste do estado do Paraná para produção dessa planta ornamental, em ambiente protegido, tornam-se relevantes estudos para avaliar os benefícios da aplicação de silício e ácido giberélico para melhorar a qualidade das hastes florais e de cormos de gladiolo.

Produção e estado nutricional de gladiolos em função da aplicação de silício no substrato*

Maristela Pereira Carvalho-Zanão¹, Fabíola Villa¹, Luiz Antônio Zanão Júnior²

*Elaborado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Tropical.

RESUMO

A floricultura é uma atividade extremamente lucrativa, com o gladiolo entre as mais importantes flores de corte do país. O silício é um elemento que tem aumentado a produção e qualidade de algumas plantas ornamentais. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a aplicação de silício no cultivo em vaso de três cultivares de gladiolo em ambiente protegido. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x4, sendo três cultivares de gladiolo (White Friendship, Rose Friendship e Red Beauty) x quatro doses de silício (0; 150; 300 e 600 mg dm⁻³), contendo cinco repetições. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso com duas plantas. Foram avaliadas características fitotécnicas, além dos teores foliares de nutrientes e silício. As cultivares de gladiolo White Friendship e Red Beauty produziram plantas mais altas, com hastes florais de maior comprimento, diâmetro e massa seca do que a cultivar Rose Friendship. A ordem do teor de nutrientes nas folhas das três cultivares foi a mesma, sendo K > N > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu. As cultivares de gladiolo foram classificadas como não acumuladoras de Si. A aplicação de Si no substrato de cultivo das cultivares de gladiolo não influenciou nenhuma variável fitotécnica e absorção de nutrientes.

Palavras-chave: *Gladiolus x grandiflorus* Hort.; nutrição; floricultura.

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias (CCA), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil, E-mails: maristelacarvalho@gmail.com, fvilla2003@hotmail.com

²Instituto Agrônômico do Paraná, Área de Solos, Santa Tereza do Oeste, Paraná, Brasil. E-mail: lzanao@iapar.br

Yield and nutritional status of gladioli due to the application of silicon on the substrate

ABSTRACT

Floriculture is an extremely lucrative activity and gladiolus is among the most important cut flowers in the country. Silicon is an element that has increased the production and quality of some flowers. In view of the above, the objective of the present work was the application of silicon in the potting of three gladiolus cultivars in a protected environment. The experimental design was a randomized block design, in a 3x4 factorial scheme, with three gladiolus cultivars (White Friendship, Rose Friendship and Red Beauty) x four doses of silicon (0, 150, 300 and 600 mg dm⁻³), with five replicates. Each experimental unit consisted of a pot with two plants. Were evaluated phytotechnical variables beyond leaf levels of nutrients and silicon. The cultivars White Friendship and Red Beauty produced taller plants, with longer, larger and heavier flower stems. The cultivars White Friendship and Rose Friendship presented an early cycle. The order of nutrient content in the leaves of the three cultivars was the same, with K > N > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu. The gladiolus cultivars were classified as Si non-accumulators. The application of Si in the gladiolus did not influence any evaluated phytotechnical variables and nutrient uptake.

Keywords: *Gladiolus x grandiflorus* Hort.; nutrition; floriculture.

INTRODUÇÃO

O gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.), ou palma-de-santa-rita, é uma planta herbácea bulbosa de clima tropical e subtropical. Esta planta ornamental é utilizada no paisagismo e jardinagem, segmento de decoração floral como flor de corte e produção comercial de bulbos sólidos, denominados cormos, para mercado interno brasileiro e exportação (Barbosa 2011). Por ser uma planta herbácea de ciclo curto e de certa forma

adaptada às condições climáticas brasileiras, seu custo de produção é relativamente baixo com rápido retorno do investimento.

O silício (Si), embora não seja considerado um elemento essencial para a nutrição das plantas, segundo a definição clássica de essencialidade, tem sido frequentemente aplicado por proporcionar diversos efeitos benéficos, como a formação de folhas eretas e com maior capacidade fotossintética, aumento no teor de clorofila, redução na transpiração e na perda de água, aumento na resistência mecânica dos tecidos e maior resistência às doenças e pragas (Epstein & Bloom 2005).

O Si é absorvido pela planta como ácido monossilícico (H_4SiO_4) e translocado no xilema, acumulando preferencialmente nas áreas de máxima transpiração, como folhas, tricomas e espinhos, como ácido silícico polimerizado na forma de sílica amorfa. O Si acumula-se nas paredes celulares e espaços intercelulares, principalmente, nas áreas de maior transpiração, na forma de sílica amorfa hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ou como fitólitos tridimensionais, o que impede ou reduz sua mobilidade no floema (Currie & Perry 2007, Taiz & Zeiger 2013).

A aplicação de Si, principalmente em plantas cultivadas em substratos com material de baixos teores desse elemento, como os orgânicos e areia, podem produzir resultados positivos. Savvas et al. (2002) verificaram que a adição de Si à solução nutritiva resultou na produção de hastes florais de gérbera com melhor qualidade. Em orquídea *Dendrobium nobile*, de acordo com Carvalho et al. (2013), a aplicação de Si incrementou a produção de flores e sua longevidade. Espécies ornamentais como cravo, áster, poinsétia, violeta, zínia, girassol e rosas acumulam Si em seus tecidos, em quantidades razoáveis (Voogt & Sonneveld 2001, Carvalho et al. 2009). Além do mais, em muitas destas espécies citadas foram verificados efeitos benéficos deste elemento. Embora, estes efeitos variem fortemente com a espécie vegetal.

Muitos dos substratos utilizados para cultivo de plantas ornamentais possuem baixíssima disponibilidade de silício. Sendo assim, o manejo da nutrição com silício em substrato de cultivo proporciona diversos efeitos benéficos às plantas como os relacionados com as funções estruturais de arquitetura e estresse hídrico, no qual a cultura do gladiolo poderia se beneficiar, pois seu cultivo se dá em solos mais arenosos, geralmente com baixa disponibilidade desse elemento.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a produção das cultivares de gladiolo White Friendship, Rose Friendship e Red Beauty com aplicação de silício no substrato de cultivo em vaso, em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no período de abril a agosto de 2014, na região oeste do Paraná, sob as coordenadas geográficas de 24° 33" de latitude sul e 54° 31" de longitude oeste. A temperatura do ar foi mensurada diariamente durante o período experimental sendo a média diária de 30,2 °C, a mínima média de 22,3 °C e a máxima média de 33,2 °C. O ambiente protegido possuía estrutura em arco oblongo, cobertura de polietileno leitoso de alta densidade com ativação anti-UV e tela termo-refletora, com 15 m de comprimento, 7 m de largura e pé direito de 3 m.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x4, sendo três cultivares de gladiolo (White Friendship, Rose Friendship e Red Beauty) x quatro doses de silício (0; 150; 300 e 600 mg dm⁻³), com cinco repetições. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso com duas plantas.

As cultivares White Friendship e Rose Friendship possuem ciclo precoce, sendo a primeira com pétalas de coloração branca e a segunda, rosa. A cultivar Red Beauty é de ciclo intermediário e pétalas de coloração vermelha.

Os cormos utilizados foram de lote comercial da empresa Premium Seeds[®]. Os cormos foram plantados a 7 cm de profundidade, em vaso de polietileno preenchido com 12 dm³ de mistura de Latossolo Vermelho argiloso + areia fina lavada + fibra de casca de coco, na proporção de 1:2:0,5 (v/v/v). Na mistura do substrato foram adicionados 100 mg dm⁻³ de P₂O₅, utilizando o superfosfato simples (18 % de P₂O₅, 16 % de Ca e 8 % de S) como fertilizante.

Como fonte de Si foi utilizado o metassilicato de potássio (K₂SiO₃), com 120 g kg⁻¹ de Si e 150 g kg⁻¹ de K₂O. As plantas que não receberam aplicação do K₂SiO₃ e as que receberam doses de 150 e 300 mg dm⁻³ de Si receberam o KCl para fornecer K, balanceando o elemento entre os tratamentos. Dessa forma, em todos os tratamentos foram aplicados 625 mg dm⁻³ de K. O pH das soluções de aplicação foi ajustado para 6,0, com HCl 1 mol L⁻¹. Aos 15 dias após emergência (DAE) de cada uma das cultivares foi aplicado, via fertirrigação, metade das doses de Si, aplicando-se o restante após uma semana.

As adubações foram realizadas aos 10, 17, 21 e 30 DAE, aplicando-se por vaso 200 mL da solução nutritiva, composta pelos sais NH₄NO₃, CO(NH₂)₂, MgSO₄.7H₂O, H₃BO₃, CuSO₄.5H₂O, FeSO₄.7H₂O, MnCl₂.4H₂O, (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O e ZnSO₄.7H₂O. A quantidade total dos nutrientes aplicados nas adubações, em mg dm⁻³, foi: N = 160; S = 60; Mg = 60; B = 1; Cu = 1,5; Fe = 2; Mn = 3,5; Mo = 0,2 e Zn = 5.

Durante a condução do experimento não houve necessidade de controle de pragas e doenças. As plantas foram tutoradas e os perfilhos foram eliminados. A irrigação manual nos vasos foi realizada diariamente, pela manhã, utilizando-se o método de pesagem do substrato contido no vaso, para determinar por diferença de massa a capacidade de campo, até o amarelecimento das folhas, que coincide com o amadurecimento dos cormos e cormilhos. A capacidade de campo do substrato foi mantida em aproximadamente 80 %, conforme resultados obtidos por Porto et al. (2014).

As avaliações fitotécnicas foram realizadas levando em consideração a escala fenológica da cultura do gladiolo, proposta por Schwab et al. (2015a). As características avaliadas foram altura da planta (cm); número de dias para o ponto de colheita da haste floral; comprimento do pendão floral (cm); número de floretes por haste floral; diâmetro do florete (cm); diâmetro da haste floral (cm); produção de matéria seca de folhas e haste floral (g planta^{-1}) e teores foliares de nutrientes e silício.

As avaliações de altura da planta, número de dias para o ponto de colheita da haste floral, diâmetro da haste floral e teores foliares de nutrientes e silício foram realizadas quando as plantas apresentavam estágio fenológico R2, isto é, quando as hastes florais apresentavam os três primeiros floretes da haste mostrando a cor das pétalas. A altura da planta foi determinada pela distância da base da planta no substrato até a ponta da haste floral, com o auxílio de fita métrica. O ponto de colheita da haste floral foi calculado como o número de dias entre o plantio do cormo e o estágio R2. O diâmetro da haste floral do gladiolo foi avaliado na inserção do primeiro florete da parte inferior da haste, com paquímetro digital, sendo realizadas duas medidas por haste.

Os teores foliares de nutrientes e silício foram determinados coletadas duas folhas mais maduras de cada planta. Elas foram lavadas em água destilada e acondicionadas em sacos de papel kraft e secas em estufa a 65 °C, com circulação forçada de ar até massa constante, por 72 h. Após esse período, foram pesadas em balança semi-analítica determinando-se a matéria seca.

Em seguida, as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de malha 0,84 mm. A matéria seca foi mineralizada pela mistura nítrico-perclórica (3:1 v v⁻¹), determinando-se os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; os de K foram determinados por fotometria de emissão de chama; os de S por turbidimetria e os de P por colorimetria. Para determinar o teor de N, utilizou-se o método

semimicro Kjeldahl, com mineralização das amostras com ácido sulfúrico. Os teores de B foram determinados pelo método colorimétrico da Azometina H, após a incineração das amostras. Os teores de Si foram determinados pelo método da digestão alcalina e dosagem pelo método colorimétrico descrito por Korndörfer et al. (2004).

No estágio fenológico R3, quando a corola do primeiro florete na parte inferior da haste floral estava aberta mostrando as anteras, avaliou-se o diâmetro do florete, fazendo duas medidas por florete, com paquímetro digital. Foram avaliados os dois primeiros floretes na parte inferior da haste floral. O comprimento do pendão floral e número de floretes por haste floral foram determinados no estágio R3.6, quando ocorreu a metade da senescência dos floretes na haste floral. O comprimento do pendão floral foi mensurado desde a inserção do primeiro florete até a ponta da haste.

No estágio R6, quando as plantas apresentavam senescência completa da parte aérea, as folhas e haste floral (composta da somatória da haste e floretes) foram separadas e acondicionadas em sacos de papel kraft e secas em estufa a 65 °C, com circulação forçada de ar até massa constante, por 72 h. Após esse período, foram pesadas em balança semi-analítica determinando-se a matéria seca. A massa da matéria seca das folhas colhidas no estágio R2 também foi somada à essa obtida em R6, para composição da produção de matéria seca total de folhas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa estatístico Assistat (Silva 2015). As médias referentes às cultivares foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro e, o efeito das doses de Si por meio de análise de regressão, sendo os coeficientes testados até 1 % de probabilidade de erro pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como não houve interação significativa entre as cultivares e a aplicação do silício para nenhuma variável, os resultados foram discutidos isoladamente.

A altura das plantas; comprimento do pendão floral; número de floretes; diâmetro da haste floral e produção de matéria seca de folhas e haste floral foram maiores nas cultivares de gladiolo White Friendship e Red Beauty, do que na cultivar Rose Friendship (Tabela 1).

Tabela 1. Altura da planta, número de dias para o ponto de colheita da haste floral, comprimento do pendão floral, número de floretes por haste floral, diâmetro do florete, diâmetro da haste floral e produção de matéria seca de folhas e haste floral em função das cultivares de gladiolo cultivado em vaso. (Unioeste, *Campus Marechal Cândido Rondon*, PR, 2017).

Componentes de produção	Cultivar			CV(%)
	White Friendship	Rose Friendship	Red Beauty	
Altura da planta, cm	139,01 a*	126,08 b	148,78 a	10,11
Ponto de colheita da haste floral, d	66,67 b	63,10 b	92,45 a	12,72
Comprimento do pendão floral, cm	53,09 a	42,56 b	52,13 a	11,48
Número de floretes por haste floral	14,10 a	12,27 b	13,72 a	10,27
Diâmetro do florete, cm	9,85 a	9,71 a	9,64 a	6,88
Diâmetro da haste floral, cm	1,00 a	0,88 b	1,02 a	7,21
Produção de matéria seca de folhas, g planta ⁻¹	3,74 a	3,05 b	3,90 a	9,83
Produção de matéria seca da haste floral, g planta ⁻¹	2,02 a	1,58 b	2,16 a	9,33

*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na cultura do gladiolo, a altura da planta corresponde ao comprimento da haste floral e a classificação em média, longa e extra leva em consideração comprimento e diâmetro da haste floral (Tombolato et al. 2010). As hastes florais das cultivares de gladiolo White Friendship e Red Beauty foram classificadas como extras, por possuírem acima de 110 cm de comprimento e diâmetro mínimo de 1,0 cm. A cultivar de gladiolo Rose Friendship produziu hastes classificadas como longas, não pelo comprimento da haste floral que foi superior a 110 cm, mas pelo diâmetro que foi menor que 1 cm e acima de 0,8 cm.

As três cultivares de gladiolo, de acordo com o comprimento da haste e do pendão floral, atingiram padrões exigidos pelo mercado. Segundo Schwab et al. (2015b) a proporção

do pendão floral na haste floral é esteticamente agradável quando fica acima de 40 %, o que significa uma proporção harmônica entre a porção sem flores e o pendão floral. Nas cultivares White Friendship e Red Beauty, com hastes classificadas como extras (110 cm) e comprimento do pendão floral de 53,09 e 52,13 cm, atingiram proporção de 48 e 47 %, respectivamente. No caso da cultivar de gladiolo Rose Friendship, com haste classificada como longa (90 cm) e pendão floral de 42,56 cm, essa proporção foi de 47 %.

O número de floretes por haste floral foi em média de 14,1; 12,3 e 13,7 para White Friendship, Rose Friendship e Red Beauty, respectivamente (Tabela 1). A quantidade de floretes por haste floral pode variar de 8 a 18, de acordo com Paiva et al. (2012). Porto et al. (2012), em estudo sobre adubação nitrogenada do gladiolo cv. White Friendship verificaram produção de 12 a 14 floretes por haste floral. Ruppenthal & Castro (2005), também, avaliando diferentes fontes de adubação (mineral ou orgânica) da cultivar Red Beauty verificaram produção média de 15,8 floretes por haste floral.

O número de dias para o ponto de colheita comercial da haste floral foi menor nas cultivares White Friendship e Rose Friendship e maior na Red Beauty (Tabela 1). White Friendship e Rose Friendship apresentaram ciclo precoce, de aproximadamente 67 e 63 dias, respectivamente. A cultivar Red Beauty apresentou ciclo de florescimento considerado médio, de 92 dias aproximadamente. Segundo Paiva et al. (2012) e Barbosa (2011) esses ciclos são característicos dessas cultivares.

O diâmetro da haste floral foi maior nas cultivares Red Beauty (1,02 cm) e White Friendship (1,00 cm) do que na Rose Friendship (0,88 cm) (Tabela 1). Essa variável avalia indiretamente a resistência da haste floral e o valor mínimo deve ser de 0,5 cm. Não verificou-se quebra de hastes neste experimento.

O diâmetro do florete não diferiu entre as cultivares, sendo em média de 9,73 cm (Tabela 1). Segundo Sheela (2008), os gladiolos também podem ser classificados de acordo

com o tamanho dos floretes e foram classificadas como decorativas, pois apresentam floretes com diâmetro entre 8,9 e 11,4 cm.

As produções de matéria seca de flores e hastes florais das cultivares White Friendship e Red Beauty foram maiores, já que produziram plantas maiores, com maiores pendões florais e diâmetro da haste floral que as da cultivar Rose Friendship.

A aplicação do silício no substrato não influenciou nenhuma das variáveis fitotécnicas avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2. Altura da planta, número de dias para o ponto de colheita da haste floral, comprimento do pendão floral, número de floretes por haste floral, diâmetro do florete, diâmetro da haste floral e produção de matéria seca (PMS) de folhas e haste floral em função de doses de silício aplicadas no substrato na produção de gladiólos em vaso. (Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR, 2017).

Componentes de produção	Doses de silício, mg L ⁻¹				Equações
	0	150	300	600	
Altura da planta, cm	135,93	137,06	138,33	140,51	$\hat{y} = \bar{y} = 137,96^{ns}$
Ponto de colheita da haste floral, d	74,50	73,20	74,30	74,30	$\hat{y} = \bar{y} = 74,08^{ns}$
Comprimento do pendão floral, cm	47,68	48,38	50,84	50,14	$\hat{y} = \bar{y} = 49,26^{ns}$
Floretes por haste floral	13,03	13,00	13,83	13,60	$\hat{y} = \bar{y} = 13,37^{ns}$
Diâmetro do florete, cm	9,95	9,56	9,78	9,64	$\hat{y} = \bar{y} = 9,73^{ns}$
Diâmetro da haste floral, cm	0,98	0,95	0,98	0,96	$\hat{y} = \bar{y} = 0,97^{ns}$
PMS de folhas, g planta ⁻¹	3,52	3,55	3,59	3,59	$\hat{y} = \bar{y} = 3,56^{ns}$
PMS da haste floral, g planta ⁻¹	1,86	1,85	1,97	2,01	$\hat{y} = \bar{y} = 1,92^{ns}$

^{ns} = não-significativo a 1 % pelo teste t.

A adubação de algumas espécies com Si como gérbera, girassol, rosa, zínia e orquídea falenopsis aumentou a produção e qualidade das flores produzidas. Estas espécies foram consideradas acumuladoras de Si (Kamenidou et al. 2008; Kamenidou et al. 2009; Kamenidou et al. 2010; Vendrame et al. 2010; Zanão Jr et al. 2013).

A resposta à adubação com Si depende principalmente da quantidade de Si que a espécie absorve e da quantidade de Si disponível no substrato de cultivo. Carvalho-Zanão et al. (2012) não verificaram respostas à aplicação do Si em crisântemo. Mattson & Leatherwood (2010), avaliando 21 espécies de flores verificaram que, dentre essas espécies,

begônia, petúnia, gerânio, impatiens e vinca não apresentaram resposta nas variáveis fitotécnicas avaliadas em função da aplicação do Si no substrato.

As cultivares de gladiolo White Friendship e Rose Friendship apresentaram maiores teores foliares de N, P, K, Mg, B e Zn do que a cultivar Red Beauty. Os teores de Fe e Mn foram maiores na cultivar Rose Friendship. No entanto, os teores de Ca, Cu e S não diferiram entre as cultivares (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, zinco e silício em folhas das cultivares de gladiolo cultivadas em vaso. (Unioeste, *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR, 2017).

Teores foliares	Cultivares de gladiolo			CV(%)
	White Friendship	Rose Friendship	Red Beauty	
N, g kg ⁻¹	40,72 a	41,84 a	36,64 b*	10,36
P, g kg ⁻¹	3,64 a	3,78 a	3,30 b	13,29
K, g kg ⁻¹	43,03 a	45,29 a	40,65 b	7,79
Ca, g kg ⁻¹	14,38 a	15,91 a	14,62 a	7,43
Mg, g kg ⁻¹	4,26 a	4,47 a	3,57 b	7,94
S, g kg ⁻¹	3,82 a	3,90 a	3,39 a	8,80
B, mg kg ⁻¹	54,31 a	55,93 a	52,88 b	5,83
Cu, mg kg ⁻¹	10,10 a	10,54 a	10,28 a	9,94
Fe, mg kg ⁻¹	79,75 b	115,41 a	74,56 b	11,26
Mn, mg kg ⁻¹	62,87 b	97,97 a	58,28 b	10,52
Zn, mg kg ⁻¹	34,06 a	35,52 a	31,00 b	12,32
Si, g kg ⁻¹	0,45 a	0,38 b	0,37 b	9,36

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A demanda diferenciada de nutrientes por cultivares de uma mesma espécie é comum e foi observada por Villas Boas et al. (2004) em rosa, Ludwig et al. (2013) em gérbera e Ferreira et al. (2012) em crisântemo. Essa absorção diferenciada deve-se à genética e ocorre pela variação em parâmetros cinéticos de absorção de nutrientes e as diferenças morfológicas do sistema radicular, conforme Horn et al. (2006) e Rengel & Damon (2008).

As médias dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S (g kg⁻¹) foram 40,72; 3,64; 43,03; 14,38; 4,26 e 3,82 para a cultivar White Friendship, 41,84; 3,78; 45,29; 15,91; 4,47 e 3,90 para a cultivar Rose Friendship e 36,64; 3,30; 40,65; 14,62; 3,57 e 3,39 para a cultivar Red Beauty. Em relação aos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, essas médias (mg kg⁻¹) foram

54,31; 10,10; 79,75; 62,87 e 34,06 para a cultivar White Friendship, 55,93; 10,54; 115,41; 97,97 e 35,52 para a cultivar Rose Friendship e 52,88; 10,28; 74,56; 58,28 e 31,00 para a cultivar Red Beauty (Tabela 3). Todos esses valores estão dentro da faixa considerada adequada para a cultura do gladiolo conforme Mills & Jones Júnior (1996).

A ordem do teor dos macronutrientes nas folhas (g kg^{-1}) das três cultivares foi a mesma, sendo $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$. Em relação aos micronutrientes a sequência do teor nas folhas (mg kg^{-1}) também foi a mesma sendo $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Cu}$. Woltz (1954) verificou que a ordem de acúmulo de macronutrientes da cultivar de gladiolo Elisabeth The Queen foi $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{P} > \text{Mg}$ e no caso dos micronutrientes avaliados foi $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Cu}$. Haag et al. (1970) verificaram que a cultivar de gladiolo Itapetininga, no florescimento, apresentava a seguinte ordem de teores foliares de macronutrientes: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{P} > \text{S}$ e Mg . No caso dos micronutrientes a ordem foi a mesma do presente trabalho. Ruppenthal & Castro (2005), na cultivar de gladiolo Red Beauty, avaliando diferença entre adubação orgânica e a química, verificaram que a ordem média dos teores foliares de nutrientes avaliados foi $\text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Mn}$.

Também houve absorção diferenciada de Si entre as cultivares. White Friendship absorveu maiores teores ($0,45 \text{ g kg}^{-1}$), seguida da Rose Friendship ($0,38 \text{ g kg}^{-1}$) e Red Beauty ($0,37 \text{ g kg}^{-1}$), que não diferiram entre si (Tabela 3). Carvalho-Zanão et al. (2012) também observaram diferenças genotípicas no que se refere à absorção de Si na cultura do crisântemo e Zanão Júnior et al. (2013) em rosas. Segundo Epstein (1999), os teores de Si nas plantas geralmente variam de 0,1 a 100 g kg^{-1} e em plantas conhecidamente acumuladoras de Si como o arroz o teor de Si pode ser maior que o de macronutrientes, chegando a 100 g kg^{-1} .

De acordo com os teores de Si nas folhas, as três cultivares de gladiolo avaliadas foram classificadas como não-acumuladoras desse elemento benéfico, pois apresentam menos que 5 g kg^{-1} de Si nas folhas, de acordo com classificação proposta por Ma et al. (2001).

As doses de Si aplicadas no substrato não influenciaram a absorção de nenhum macro ou micronutriente. Possivelmente pelo fato das cultivares de gladiólo avaliadas não terem absorvido grande quantidade e não terem sido consideradas acumuladoras de Si. Alteração na absorção de nutrientes e Al provocada pelo Si foram observadas em culturas acumuladoras desse elemento, principalmente em condições de estresse biótico ou abiótico. Chen et al. (2000) afirmam que o Si pode inibir a absorção de Al, Mn e Na e facilitar a absorção de P, Mg, K, Fe, Cu e Zn.

Apenas os teores de Si aumentaram linearmente nas folhas das cultivares de gladiólo, pois ele foi adicionado ao substrato na forma em que as plantas o absorvem (Tabela 4).

Tabela 4. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, zinco e silício em folhas de gladiólo cultivado em vaso em função da aplicação de doses de silício aplicadas no substrato. (Unioeste, *Campus Marechal Cândido Rondon*, PR, 2017).

Teores foliares	Doses de silício, mg L ⁻¹				Equações
	0	150	300	600	
N, g kg ⁻¹	39,76	41,12	39,68	38,40	$\hat{y} = \bar{y} = 39,74^{ns}$
P, g kg ⁻¹	3,26	3,66	3,64	3,76	$\hat{y} = \bar{y} = 3,58^{ns}$
K, g kg ⁻¹	41,97	44,94	41,64	43,42	$\hat{y} = \bar{y} = 42,99^{ns}$
Ca, g kg ⁻¹	14,42	14,79	14,93	14,40	$\hat{y} = \bar{y} = 14,64^{ns}$
Mg, g kg ⁻¹	4,06	4,14	4,21	3,99	$\hat{y} = \bar{y} = 4,10^{ns}$
S, g kg ⁻¹	2,89	3,29	3,31	2,93	$\hat{y} = \bar{y} = 3,11^{ns}$
B, mg kg ⁻¹	58,94	54,34	58,94	55,27	$\hat{y} = \bar{y} = 56,87^{ns}$
Cu, mg kg ⁻¹	75,11	68,13	63,05	65,32	$\hat{y} = \bar{y} = 67,90^{ns}$
Fe, mg kg ⁻¹	32,14	32,98	32,76	32,68	$\hat{y} = \bar{y} = 32,64^{ns}$
Mn, mg kg ⁻¹	70,09	71,45	78,15	72,48	$\hat{y} = \bar{y} = 73,04^{ns}$
Zn, mg kg ⁻¹	32,98	34,20	33,60	33,34	$\hat{y} = \bar{y} = 33,53^{ns}$
Si, g kg ⁻¹	0,29	0,35	0,40	0,55	$\hat{y} = 0,29 + 0,083^{**}x; R^2 = 0,94$

^{ns} = não-significativo, ** = significativo a 1 % pelo teste t, respectivamente.

Mattson & Leatherwood (2010), avaliando 21 espécies ornamentais cultivadas em substrato à base de turfa e adubadas semanalmente com 100 mg L⁻¹ de metassilicato de potássio, verificaram que houve aumento de 13 a 145 % no teor de Si nas folhas, comparado às plantas que não foram supridas com esse elemento benéfico.

CONCLUSÕES

1. As cultivares de gladiolo White Friendship e Red Beauty produziram plantas mais altas, com hastes florais de maior comprimento, diâmetro e massa seca do que a cultivar Rose Friendship.
2. A ordem do teor de nutrientes nas folhas das três cultivares foi a mesma, sendo $K > N > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu$.
3. As cultivares de gladiolo foram classificadas como não acumuladoras de Si.
4. A aplicação de Si no substrato de cultivo das cultivares de gladiolo não influenciou nenhuma variável fitotécnica e absorção de nutrientes.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. G. *Palma-de-santa-rita (gladiolo): produção comercial de flores e bulbos*. Viçosa: Ed. UFV, 2011.
- CARVALHO, M. P. et al. Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. *Ciência Rural*, v. 39, n. 8, p. 2394-2399, 2009.
- CARVALHO, P. R. et al. Efeito do silício na qualidade de flores de *Dendrobium nobile* (Orchidaceae). *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 4, p. 1615-1622, 2013.
- CARVALHO-ZANÃO, M. P. et al. Yield and shelf life of chrysanthemum in response to the silicon application. *Horticultura Brasileira*, v. 30, n. 3, p. 403-408, 2012.
- CHEN, J. et al. *Silicon: The estranged medium element*. 2000. Bulletin 341, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://www.fngla.org/education-and-research/research/reports/75/finalreport.pdf>.
- CURRIE, H. A.; PERRY, C. C. Silica in plants: biological, biochemical and chemical studies. *Annals of Botany*, v. 100, n. 7, p. 1383-1389, 2007.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. *Mineral nutrition of plants: principles and perspectives*. Sunderland: Sinauer Associates, 2005.

EPSTEIN, E. Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v. 50, n. 1, p. 641-664, 1999.

FERREIRA, L. D. B. et al. Acúmulo de macronutrientes em cultivares de crisântemo para vaso, em Goianira - GO. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 7, n. 1, p. 9-16, 2012.

HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D.; MATTOS, J. R. Nutrição mineral de plantas ornamentais. I. Absorção de nutrientes pela cultura de gladiólos. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, v. 27, n. 1, p. 125-141, 1970.

HORN, D. et al. Parâmetros cinéticos e morfológicos da absorção de nutrientes em cultivares de milho com variabilidade genética contrastante. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 1, p. 77-85, 2006.

KAMENIDOU, S.; CAVINS, T. J.; MAREK, S. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. *Hortscience*, v. 43, n. 1, p. 236-239, 2008.

KAMENIDOU, S.; CAVINS, T. J.; MAREK, S. Evaluation of silicon as a nutritional supplement for greenhouse zinnia production. *Scientia Horticulturae*, v. 119, n. 3, p. 297-301, 2009.

KAMENIDOU, S.; CAVINS, T. J.; MAREK, S. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. *Scientia Horticulturae*, v. 123, n. 3, p. 390-394, 2010.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLA, A. *Análise de silício: Solo, planta e fertilizante*. Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2004.

LUDWIG, F. et al. Absorção de nutrientes em cultivares de gerbera cultivada em vaso. *Horticultura Brasileira*, v. 31, n. 4, p. 622-627, 2013.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G.H. (Eds.). *Silicon in agriculture*. Dordrecht: Elsevier Science, 2001. p. 17-39.

MATTSON, N. S.; LEATHERWOOD, W. R. Potassium silicate drenches increase leaf silicon content and affect morphological traits of several floriculture crops grown in a peat-based substrate. *HortScience*, v. 45, n. 1, p. 43-47, 2010.

MILLS, H. A.; JONES JÚNIOR, J. B. *Plant analysis handbook II: A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide*. Athens: MicroMacro, 1996.

PAIVA, P. D. O.; FERNANDES, K. D.; CERATTI, M. Gladiolo. In: PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. (Orgs.). *Produção de flores de corte*. 1. ed. Lavras: Ed. da UFLa, 2012, v. 1. p. 449-469.

PORTO, R. A. et al. Adubação nitrogenada no crescimento e produção de gladiolos em Latossolo Vermelho no Cerrado. *Agroecossistemas*, v. 4, n. 1, p. 2-11, 2012.

PORTO, R. A. et al. Effects of water replacement levels and nitrogen fertilization on growth and production of gladiolus in a greenhouse. *Agricultural Water Management*, v. 131, n. 1, p. 50-56, 2014.

RENGEL, Z.; DAMON, P. M. Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use. *Physiologia Plantarum*, v. 133, n. 4, p. 624-636, 2008.

RUPPENTHAL, V.; CASTRO, A. M. C. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladiolos. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v. 29, n. 1, p. 145-150, 2005.

SAVVAS, D. et al. Effects of silicon and nutrient induced salinity on yield, flower quality, and nutrient uptake of gerbera grown in a closed hydroponic system. *Journal of Applied Botany*, v. 76, n. 5/6, p. 153-158, 2002.

SCHWAB, N. T. et al. A phenological scale for the development of Gladiolus. *Annals of Applied Biology*, v. 166, n. 3, p. 496-507, 2015a.

- SCHWAB, N. T. et al. Parâmetros quantitativos de hastes florais de gladiolo conforme a data de plantio em ambiente subtropical. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 10, p. 902-911, 2015b.
- SHEELA, V. L. *Flowers for Trade: Horticultural Science Series N° 10*, New Delhi: New India Publishing Agency. 2008.
- SILVA, F. A. S. ASSISTAT: Versão 7.7 beta. DEAG - CTRN - UFCG - Atualizado em 01 de abril de 2015. Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexp.html>>. Acesso em: 2 mar. 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- TOMBOLATO, A. F. C. et al. Bulbosas ornamentais no Brasil. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v. 16, n. 2, p. 127-138, 2010.
- VENDRAME, W.A. et al. Silicon fertilization affects growth of hybrid phalaenopsis orchid liners. *Horttechnology*, v. 20, n. 3, p. 603-607, 2010.
- VILLAS BOAS, R. L. et al. Exportação de nutrientes e qualidade de cultivares de rosas em campo e em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 4, p. 515-519, 2008.
- VOOGT, W.; SONNEVELD, C. Silicon in horticultural crops grown in soilless culture. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. (Eds.). *Silicon in agriculture*. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. p. 115-131.
- WOLTZ, S. S. Studies on the nutritional requirements of gladiolus. *Florida Agricultural Experiment Station Journal Series*, v. 296, p. 330-335. 1954.
- ZANÃO JÚNIOR, L. A. et al. Produção de rosas influenciada pela aplicação de doses de silício no substrato. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, n. 6, p. 1611-1619, 2013.

Produção de gladiolo submetido a ácido giberélico em ambiente protegido *

Maristela Pereira Carvalho-Zanão¹, Fabíola Villa¹, Claudio Yuji Tsutsumi¹, Natália Pereira²

* Elaborado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Tropical.

RESUMO

O gladiolo é uma importante flor de corte comercializada no Brasil e a utilização de ácido giberélico no manejo de cultivo em ambiente protegido pode promover produção de hastes florais de melhor qualidade. Objetivou-se avaliar a produção de hastes florais e cormos de gladiolo cv. White Friendship em ambiente protegido submetido a diferentes modos de aplicação e altas concentrações de ácido giberélico. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, sendo dois modos de aplicação de ácido giberélico (GA₃): pulverização foliar e imersão do cormo x quatro concentrações (0, 250, 500 e 1000 mg L⁻¹ de GA₃), contendo seis repetições e duas plantas por unidade experimental. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, em vasos de polietileno de 4 dm³ contendo substrato comercial. Após 60 dias de cultivo, avaliaram-se a altura da planta, número de folhas por planta, ponto de colheita comercial das hastes florais, número de floretes por haste floral, comprimento do pendão floral, diâmetro do florete e da haste floral, perímetro do cormo, número de cormilhos por planta, produção de matéria fresca do cormo e produção de matéria seca de folhas, haste floral, cormo e cormilhos. Altas concentrações de GA₃ não são recomendadas para a produção de hastes florais e cormos de gladiolo cv. 'White Friendship'. O modo de aplicação por imersão do cormo antecipa o ponto de colheita das hastes florais e produz maior número de cormilhos por planta. Independentemente do modo

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias (CCA), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil, E-mails: maristelacarvalho@gmail.com, fvilla2003@hotmail.com, claudiotsutsumi@unioeste.br

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnologias, Cascavel, Paraná, Brasil. E-mail: pe.nataliaa@gmail.com

de aplicação, a concentração de 550 mg L⁻¹ de GA₃ incrementa a produção de cormilhos da cultivar White Friendship.

Palavras-chave: *Gladiolus x grandiflorus* Hort.; regulador vegetal; flor de corte.

Production of gladiolus submitted to gibberellic acid in a protected environment

ABSTRACT

Gladiolus, a popular and widely commercialized cut flower in Brazil, can significantly benefit from gibberellic acid applications under controlled environment, in ways which promote production of high quality flowers. Therefore, the aim of this study was to evaluate high concentrations and application methods of gibberellic acid for the production of flower spikes and corms of gladiolus cv. White Friendship. The experimental design was randomized blocks with two application methods of gibberellic acid (GA₃): foliar spray and corm soaking. Each application of GA₃ was carried out at four concentrations (0, 250, 500, 1000 mg L⁻¹ of GA₃), and was replicated six times. The experiment was set up in a greenhouse. Each experimental unit consisted of two plants in a plastic pot of 4 dm³ containing commercial substrate Tropstrato HT[®]. After 60 days of cultivation, the following traits were evaluated: plant height, leaves per plant, marketable harvest point of spikes, florets per spike, spike length, stem and floret diameter, corm perimeter, cormels per plant, corm fresh matter, and dry matter of leaves, spikes, corms and cormels. High concentrations of GA₃ are not recommended for the production of flower spikes and corms of the gladiolus 'White Friendship' cultivar. Corm soaking anticipated spike harvest and boosted cormel-per-plant yield. Regardless of the application method, 550 mg L⁻¹ of GA₃ increased cormel yield.

Keywords: *Gladiolus x grandiflorus* Hort.; plant growth regulator; cut flower.

INTRODUÇÃO

A floricultura brasileira vem adquirindo notável desenvolvimento nos últimos anos e caracteriza-se como um dos mais promissores segmentos da horticultura intensiva do agronegócio nacional. Observa-se, no Brasil, um movimento marcado por fortes índices de crescimento da base produtiva e inclusão de novos polos geográficos regionais de produção de plantas ornamentais (Junqueira & Peetz 2013).

Dentre os principais produtos comercializados no setor de floricultura destacam-se as flores de corte, como o gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) (Benschop et al. 2010, Mushtaq et al. 2013). Gladiolo é uma planta herbácea de caule modificado, denominado cormo ou bulbo sólido, da família Iridaceae. O cormo origina uma planta com novo cormo, diversos cormilhos e inflorescência do tipo espiga apresentando botões florais chamados floretes, dispostos sobre eixo primário, a ráquis (Tombolato 2004, Paiva et al. 2012).

Na floricultura, a aplicação de substâncias classificadas como reguladores vegetais, é uma prática amplamente adotada, pois eles influenciam o crescimento e desenvolvimento das plantas (Miller 2012). Um dos reguladores vegetais mais utilizados é a giberelina. Ela induz com maior eficiência a formação de flores e pode antecipar a antese, substituir parcial ou totalmente a necessidade de frio e dias longos requeridos por algumas espécies para florescer (Taiz & Zeiger 2013) como em íris, jacinto e lírio (Vieira et al. 2010). Também pode promover maior divisão celular, proporcionando hastes florais maiores e maior número de cormos e cormilhos (Gupta & Chakrabarty 2013, Esfahani et al. 2016).

Entre as diferentes giberelinas, o ácido giberélico (GA₃) é o que possui efeito mais conhecido na quebra de dormência de sementes, bulbos e tubérculos, aumento do número de botões florais e comprimento da haste floral e, antecipa o florescimento (Ramzan et al. 2014). Vários desses efeitos foram observados em ornamentais bulbosas como calla (Miller 2012), gladiolo (Bhujbal et al. 2014, Aier et al. 2015) e tulipa (Ramzan et al. 2014).

O efeito da aplicação da giberelina pode variar em função de diversos fatores inerentes à planta, como espécie, cultivar e estágio fenológico, além dos fatores ambientais de iluminação, condições climáticas e período, assim como o modo de aplicação e concentração também interferem nos resultados da aplicação (Kerbauy 2008, Vieira et al. 2010). No entanto, poucas pesquisas avaliaram a combinação do efeito do modo de aplicação e concentrações de GA₃ na cultura do gladiolo.

Os principais modos de aplicação do GA₃ incluem o pré-tratamento ou imersão de cormos, bulbos e rizomas antes do plantio e aplicação foliar, em diferentes estágios vegetativos (Ramzan et al. 2014). Segundo Miller (2012), a imersão apresenta a vantagem de ser de fácil aplicação, podendo tratar vários cormos em uma pequena área com uniformidade de resposta; porém, uma vez tratado, a substância não pode ser removida do cormo. Em relação às concentrações de aplicação, pode-se verificar uma grande amplitude de utilização, sendo de 10 a 500 mg L⁻¹ de GA₃, dependendo da espécie e do modo de aplicação (Vieira et al. 2010, Khan et al. 2013).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a produção de hastes florais e cormos de gladiolo cv. White Friendship submetido a modos de aplicação e altas concentrações de ácido GA₃, em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no período de agosto de 2015 a janeiro de 2016, na região oeste do Paraná, entre as coordenadas 24° 33" de latitude sul e 54° 31" de longitude oeste. A temperatura do ar foi mensurada durante todos os dias da experimentação, sendo a média diária de 28,4 °C, a mínima média de 18,7°C e a máxima média de 32,2 °C. O ambiente protegido possuía estrutura em arco oblongo, cobertura de polietileno leitoso de alta densidade com ativação anti-UV e tela termo-refletora, com 15 m de comprimento, 7 m de largura e pé direito de 3 m.

A cultivar de *Gladiolus x grandiflorus* Hort. utilizada foi a ‘White Friendship’, que possui ciclo precoce, pétalas dobradas de coloração branca, florescendo em 63 dias após plantio (DAP) e aos 154 DAP amadurecendo o novo cormo e cormilhos (Barbosa 2011). Foram utilizados cormos de segunda geração obtidos de lote comercial da empresa Terra Viva Bulbos, sendo selecionados e classificados de acordo com o perímetro e massa médios, entre 20 a 22 cm e 64 g, respectivamente. Após aplicação dos tratamentos, os cormos foram plantados a 5 cm de profundidade, em vaso de polietileno preenchido com 4 dm³ de substrato comercial Tropstrato HT[®] a base de casca de pinus, turfa e vermiculita expandida.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x4, sendo dois modos de aplicação de ácido giberélico (pulverização foliar e imersão do cormo) x quatro concentrações de GA₃ (0; 250; 500 e 1000 mg L⁻¹), contendo seis repetições. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso com duas plantas.

A imersão dos cormos nas soluções dos tratamentos foi realizada por 15 min. Em seguida os cormos foram secos a sombra por 1 h antes do plantio. O produto comercial utilizado nos dois modos de aplicação foi o ProGibb[®] (Abbot Laboratories), contendo 40 % de GA₃.

A pulverização foliar foi realizada aos 15 dias após emergência (DAE), entre 8:00 e 9:00 h da manhã. As plantas apresentavam duas folhas, em média. Na solução dos tratamentos foi adicionado 1 mL L⁻¹ de surfactante não iônico (tensionante monolaurato de morbitanetoxilado) para reduzir a tensão superficial e melhorar a dispersão e adesão da solução pulverizada. O equipamento de aplicação utilizado foi o pulverizador costal acoplado com bico tipo cônico, aplicando cerca de 50 mL de solução por planta. No momento da aplicação, os vasos foram separados dos demais, e a superfície foi coberta com papel toalha para evitar escorrimento para o substrato.

A irrigação manual nos vasos foi realizada diariamente, pela manhã, utilizando-se o método de pesagem do substrato contido no vaso, para determinar por diferença de massa a capacidade de retenção de água, que foi mantida em aproximadamente 80 %, conforme resultados obtidos para a cultivar White Friendship por Porto et al. (2014). Os vasos foram irrigados até o amarelecimento das folhas, que coincide com o amadurecimento dos cormos e cormilhos. As fertirrigações foram realizadas aos 12, 24, 36 e 48 dias após a emergência (DAE), aplicando-se por vaso 200 mL da solução nutritiva (50 g do fertilizante diluído em 50 L de água), composto por fertilizantes solúveis N, P₂O₅, K₂O, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B e Mo, em percentagens de 20; 20; 20; 7,5; 7,5; 0,1; 0,1; 0,1; 0,05; 0,02 e 0,02, respectivamente, segundo Barbosa (2011). Durante a condução do experimento as plantas foram tutoradas e não houve necessidade de controle de pragas e doenças.

As avaliações fitotécnicas foram iniciadas aos 60 DAP e realizadas de acordo com a escala fenológica da cultura do gladiolo, proposta por Schwab et al. (2015a) e descrita para característica avaliada. Avaliaram-se a altura da planta (cm), número de folhas por planta, ponto de colheita comercial da haste floral (d), número de floretes por haste floral, comprimento do pendão floral (cm), diâmetro do florete (cm), diâmetro da haste floral (cm), perímetro do corno (cm), número de cormilhos por planta, produção de matéria fresca de corno (g planta⁻¹), produção de matéria seca de folhas, haste floral, corno e cormilhos (g planta⁻¹).

As avaliações de altura da planta, número de folhas por planta, ponto de colheita comercial da haste floral e diâmetro da haste floral foram realizadas quando as plantas apresentavam estágio fenológico R2, isto é, quando as hastes florais estavam em ponto de colheita com os três primeiros floretes da haste mostrando a cor das pétalas. Altura da planta foi determinada pela distância da base da planta no substrato até a ponta da haste floral, com o auxílio de fita métrica. O ponto de colheita comercial das hastes foi calculado como o número

de dias entre o plantio do cormo e o estágio R2. O diâmetro da haste floral do gladiolo foi avaliado na inserção do primeiro florete da parte inferior da haste, com paquímetro digital, sendo realizadas duas medidas por haste.

No estágio fenológico R3, quando a corola do primeiro florete na parte inferior da haste floral estava aberta mostrando as anteras, avaliou-se o diâmetro do florete, fazendo duas medidas por florete, com paquímetro digital. Foram avaliados os dois primeiros floretes na parte inferior da haste floral, já que abertura dos floretes se dá acropetalmente, ou seja, de baixo para cima na espiga.

O comprimento do pendão floral e número de floretes por haste floral foram determinados no estágio R3.6, quando ocorreu a metade da senescência dos floretes na haste floral. O comprimento do pendão floral foi mensurado desde a inserção do primeiro florete até a ponta da haste.

No estágio R6, quando as plantas de gladiolo apresentavam senescência completa da parte aérea, foi avaliado perímetro do cormo, utilizando a fita métrica, número de cormilhos por planta, produção de matéria fresca de cormo e produção de matéria seca das folhas, haste floral, cormo e cormilhos.

Aos 155 DAP, os cormos foram limpos e pesados em balança semi-analítica para determinação da matéria fresca. As folhas, haste floral (composta da somatória da haste e floretes), cormo e cormilhos foram separados e acondicionados em sacos de papel Kraft e secos em estufa a 65°C, com circulação forçada de ar até massa constante, por 72 horas. Após esse período, foram pesados em balança semi-analítica determinando-se a matéria seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa estatístico Assistat (Silva 2015). As médias referentes aos modos de aplicação do ácido giberélico foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade de erro e as

concentrações de ácido giberélico, por meio de análise de regressão, sendo os coeficientes testados até 1 % de probabilidade de erro pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado que não houve interação significativa entre os modos de aplicação e as concentrações de GA₃ para nenhuma variável avaliada no gladiólo cv. White Friendship, sendo assim os resultados foram discutidos de forma isolada.

O modo de aplicação do GA₃ na cultura do gladiólo não influenciou a altura da planta, folhas por planta, floretes por haste floral, comprimento do pendão floral, diâmetro do florete e da haste floral e produção de matéria seca de folhas e haste floral (Tabela 1). Em média, foram produzidas plantas com altura de 128,7 cm e aproximadamente sete folhas, com hastes florais de 0,87 cm de diâmetro e comprimento do pendão floral de 44,03 cm.

Tabela 1. Componentes de produção em função dos modos de aplicação de GA₃, pulverização foliar e imersão dos cormos, no gladiólo cv. White Friendship cultivado em vaso. (Marechal Cândido Rondon, PR, 2016).

Componentes de produção	Modos de aplicação de GA ₃		
	Foliar	Imersão	CV%
Altura da planta (cm)	130,21 a*	127,20 a	6,86
Número de folhas por planta	6,95 a	7,21 a	4,02
Ponto de colheita comercial das hastes (d)	62,90 a	60,10 b	6,57
Número de floretes por haste floral	14,42 a	13,98 a	8,76
Comprimento do pendão floral (cm)	45,21 a	42,85 a	10,31
Diâmetro do florete (cm)	8,72 a	8,70 a	5,57
Diâmetro da haste floral (cm)	0,87 a	0,86 a	4,35
Perímetro do corno (cm)	19,66 a	19,08 b	4,63
Número de cormilhos por planta	64,88 b	99,90 a	11,08
Produção de matéria fresca de corno (g planta ⁻¹)	52,28 a	47,07 b	11,8
Produção de matéria seca de folhas (g planta ⁻¹)	10,72 a	10,62 a	8,7
Produção de matéria seca de haste floral (g planta ⁻¹)	3,94 a	3,80 a	14,28
Produção de matéria seca de corno (g planta ⁻¹)	15,27 a	13,68 b	7,92
Produção de matéria seca de cormilhos (g planta ⁻¹)	11,09 a	7,64 b	11,25

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

O número de floretes por haste floral foi em média de 14,2 unidades e não foram influenciados pelo modo de aplicação do GA₃ (Tabela 1). De acordo com Paiva et al. (2012) esse valor pode variar de 8 a 18 unidades por haste floral. Oliveira et al. (2012) e Porto et al. (2012), em estudos sobre adubação do gladiolo cv. White Friendship verificaram produção de 10 e de 12 a 14 floretes por haste floral, respectivamente.

Na cultura do gladiolo, a altura da planta corresponde ao comprimento da haste floral. Independentemente dos modos de aplicação de GA₃, os valores obtidos para comprimento e diâmetro da haste floral da cultivar White Friendship ficaram dentro do exigido pelo mercado. A haste foi classificada como longa (90 cm), conforme Tombolato et al. (2010), apresentando em média 44,03 cm de pendão floral, correspondendo a 48,9 % de seu comprimento. Segundo Schwab et al. (2015b) a distribuição do florete na haste floral torna-se esteticamente agradável quando tem proporção acima de 40 %.

O diâmetro da haste floral, indiretamente, avalia a resistência dessa haste. Embora os modos de aplicação de GA₃ não tenham influenciado o diâmetro da haste, o valor obtido ficou acima do mínimo exigido pelo mercado e, abaixo de 1,0 cm para classificar as hastes como extra, mesmo produzindo plantas com mais de 110,0 cm de comprimento, conforme classificação proposta por Tombolato et al. (2010). Segundo Farias et al. (2013), hastes com diâmetros maiores apresentam maior resistência a danos mecânicos causados por vento, colheita, embalagem e transporte. Não foi observada quebra de hastes neste experimento.

Segundo Sheela (2008), os gladiolos também podem ser classificados em cinco grupos, de acordo com o tamanho dos floretes sendo: miniatura, com diâmetro menor 6,4 cm, pequeno, entre 6,4 e 8,9 cm, decorativo, acima de 8,9 cm e menores 11,4 cm, padrão ou grande entre 11,4 e 14,0 cm e, gigante, maior que 14,0 cm. Os floretes obtidos no presente trabalho, com diâmetro médio de 8,71 cm, nessa classificação foram considerados pequenos quase no limite dessa classe.

Os centros atacadistas de comercialização de flores e plantas ornamentais, tais como Cooperativa Veiling Holambra e CEAGESP, não classificam quantitativamente o diâmetro do florete de gladiólo, possivelmente pelo fato de que as hastes são comercializadas praticamente com os floretes fechados. No entanto, a haste pode ser vendida com alguns floretes abertos para centros varejistas próximos ao local de produção (Barbosa 2011). Assim, serão preferidas hastes com floretes de diâmetros maiores e menores espaços entre um florete e outro.

O modo de aplicação do GA₃ alterou significativamente o ponto de colheita comercial das hastes. A imersão dos cormos em GA₃ antecipou o florescimento em 2,8 dias quando comparado à pulverização foliar (Tabela 1). Segundo Chopde et al. (2015), a giberelina é bastante eficaz na redução do período vegetativo das plantas e induz a fase reprodutiva. Sajjad et al. (2015) constataram que a imersão dos cormos por 24 h em 100 mg L⁻¹ de GA₃ diminuiu os dias para abertura do primeiro florete da haste floral (70,9 d) em comparação as plantas controle (77,1 d) de gladiólo cv. Amsterdam.

As produções de matéria seca de folhas e hastes florais não foram influenciadas pelos modos de aplicação do GA₃, sendo em média, produzidas 10,67 g planta⁻¹ de folhas e 3,87 g planta⁻¹ de hastes florais. Porém, a pulverização foliar de GA₃ aumentou o perímetro e produção de matéria fresca e seca do novo corno e produção de matéria seca de cormilhos quando comparado com a imersão dos cormos (Tabela 1). Resultados semelhantes foram verificados no gladiólo cv. White Friendship por Sudhakar & Rameshkumar (2012). No entanto, no presente trabalho, a imersão dos cormos aumentou o número de cormilhos por planta em relação à pulverização foliar de GA₃.

O número de cormos produzidos por planta é uma das características mais importante dos atributos de produção na cultura do gladiólo, o que acaba por afetar o rendimento total por

planta (Patel et al. 2010). A cultivar White Friendship produziu para cada cormo plantado um novo cormo com qualidade comercial com ambos os modos de aplicação do GA₃.

Existe uma relação direta entre tamanho do cormo e qualidade da haste floral, produção e qualidade de novos cormos, na cultura do gladiolo. De acordo com Barbosa (2011), no Brasil, os cormos são classificados comercialmente pelo perímetro, variando dentro de sete classes, de 7 a mais de 16 cm. No presente estudo, o cormo da cultivar White Friendship enquadrou-se na maior classe com perímetro médio de 19,66 e 19,08 cm com a aplicação foliar e imersão do cormo, respectivamente.

A pulverização foliar do GA₃ incrementou a produção de matéria fresca (52,28 g planta⁻¹) e seca do cormo (15,27 g planta⁻¹) em relação à imersão, que apresentou produção de matéria fresca de 47,07 g planta⁻¹ e seca de 13,68 g planta⁻¹.

Cormos e cormilhos apresentam dormência e, dessa forma, não brotam se forem plantados logo após a colheita que coincide com a senescência natural das folhas. A ausência de crescimento visível das regiões meristemáticas pode ser revertida com a redução da concentração dos inibidores ou pelo aumento de substância que os antagonizam, como a giberelina, sugerindo que esta seja responsável pela promoção da germinação e brotação na cultura do gladiolo (Barbosa 2011). O contato direto do cormo com as soluções de GA₃ ativou as gemas dormentes produzindo maior número de cormilhos por planta do que a pulverização foliar; porém a imersão do cormo produziu menor matéria seca de cormilhos em relação à pulverização das folhas.

As concentrações de GA₃ não influenciaram o número de folhas por planta ($\bar{y} = 7,09$ cm), número de floretes por haste floral ($\bar{y} = 14,20$), diâmetro do florete ($\bar{y} = 8,71$ cm), diâmetro da haste floral ($\bar{y} = 0,87$ cm) (Figura 1) e produção de matéria seca de folhas ($\bar{y} = 10,67$ g planta⁻¹) (Figura 2). No entanto, com o aumento das concentrações de GA₃ houve decréscimos da altura da planta, antese, comprimento do pendão floral, perímetro do cormo,

produção de matéria fresca do corno e produção de matéria seca da haste floral, cormos e cormilhos.

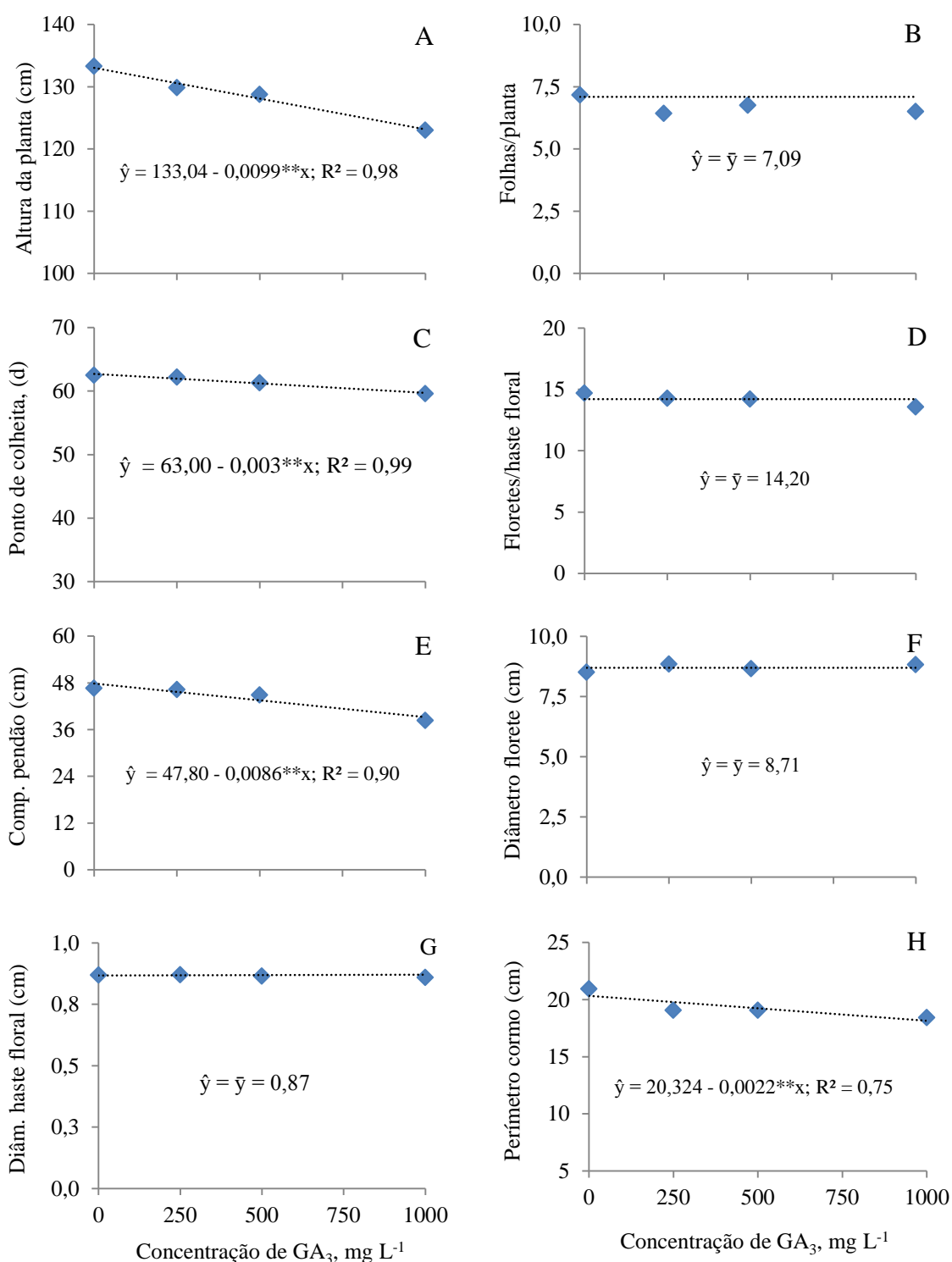


Figura 1. Altura da planta (A), folhas por planta (B), ponto de colheita comercial das hastes florais (C), número de floretes por haste floral (D), comprimento do pendão floral (E), diâmetro do florete (F), diâmetro da haste floral (G), perímetro do corno (H) em função das concentrações de GA₃ no gládio cv. White Friendship cultivado em vaso. (Marechal Cândido Rondon, PR, 2016). ** p < 0,01.

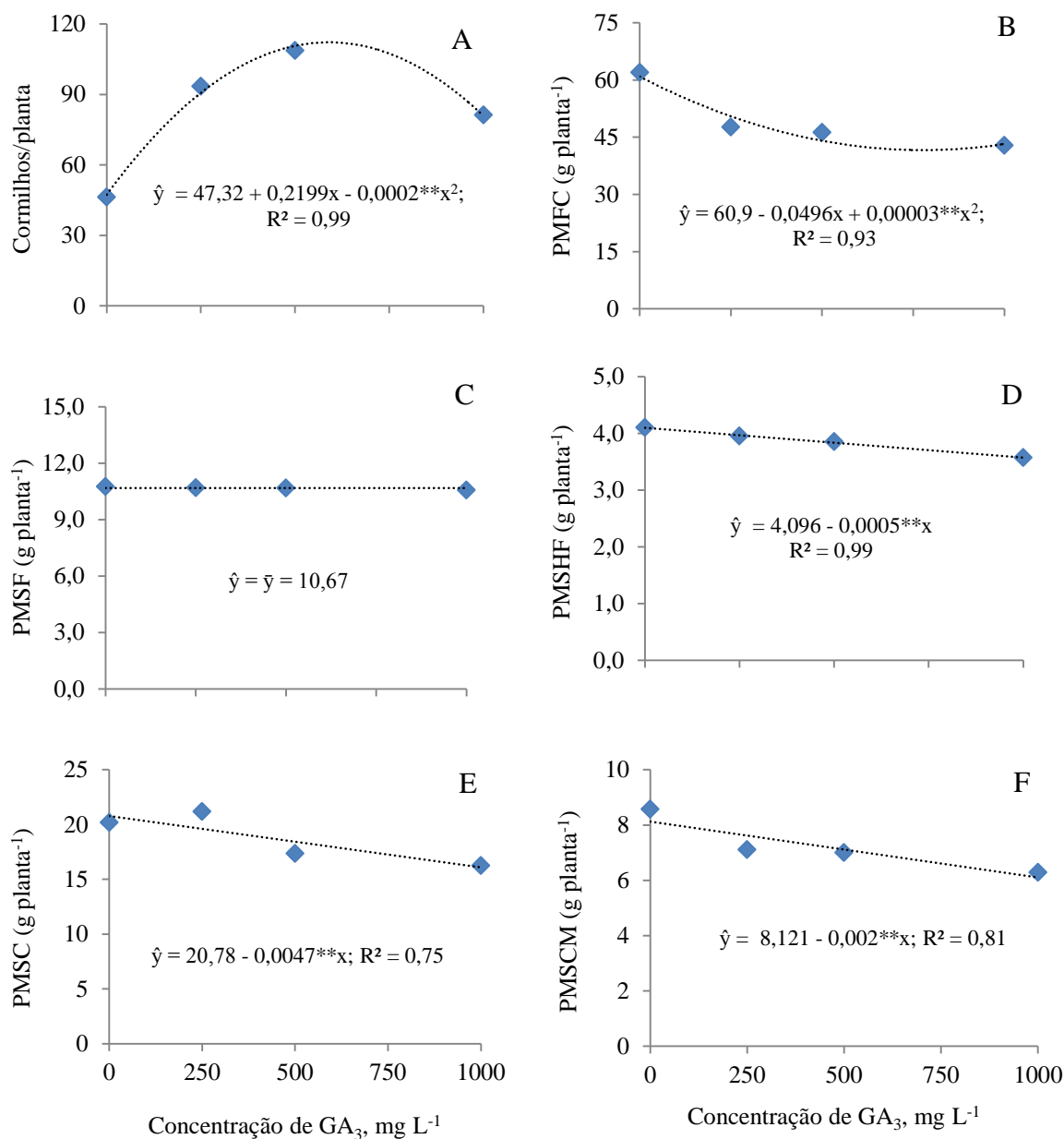


Figura 2. Número de cormilhos por planta (A), produção de matéria fresca de corno (PMFC) (B), produção de matéria seca de folhas (PMSF) (C), produção de matéria seca de haste floral (PMSHF) (D), produção de matéria seca de corno (PMSC) (E) e produção de matéria seca de cormilhos (PMSCM) (F) em função das concentrações de ácido giberélico no gladiolo cv. White Friendship cultivado em vaso. (Marechal Cândido Rondon, PR, 2016).** $p < 0,01$.

A maior concentração de GA₃ reduziu em 7,73 % a altura da planta (Figura 1A) e em 17,8 % o comprimento do pendão floral (Figura 1E) sem comprometer a qualidade da haste floral, atendendo aos critérios para comercialização do Veiling Holambra. Rani et al. (2015) verificaram que a concentração de 100 mg L⁻¹ de GA₃ incrementou a altura da planta e o

comprimento da haste floral, comprimento do pendão floral, número de floretes por planta e diâmetro do florete em relação aos gladiólos que não receberam aplicação. Além de menores doses de GA₃, esses autores utilizaram gladiólos cv. White Prosperity cultivado no campo e o GA₃ foi aplicado via imersão do corno por 12 h, explicando, talvez, a diferença entre os resultados.

Efeitos no crescimento, como aumento de altura e comprimento de pendão floral na cultura do gladiolo foram mais observados em concentrações de até 200 mg L⁻¹ de GA₃ nas pesquisas realizadas por Chopde et al. (2015) e Sajjad et al. (2015). A giberelina estimula o crescimento longitudinal das células, o que faz com que haja maior crescimento da planta. No entanto, maiores concentrações, como visto no presente trabalho, possivelmente provocaram efeito contrário.

O ponto de colheita comercial das hastes florais diminuiu em função do aumento da concentração do ácido giberélico (Figura 1C). Dogra et al. (2012) e Rani et al. (2015), também verificaram em gladiolo redução do número de dias para início da abertura floral com o aumento das concentrações de GA₃. Baskaran et al. (2009) também relataram que quando foram aplicados 500 mg L⁻¹ de GA₃ na cultura do gladiolo houve brotação e floração mais precoces.

Os atributos de produção do corno foram influenciados pelas concentrações de GA₃. Na concentração de 1000 mg L⁻¹ de GA₃, o perímetro do corno foi reduzido em 12,08 % (Figura 1H) e a produção da matéria seca do corno diminuiu em 19,44 % (Figura 2E) em comparação à concentração 0 mg L⁻¹ de GA₃. No entanto, ocorreu menor produção de matéria fresca do corno na concentração de 826,7 mg L⁻¹ (Figura 2B).

O número de cormilhos por planta aumentou até a concentração de 549,8 mg L⁻¹ de GA₃, totalizando 107,8 unidades por planta (Figura 2A). Em contrapartida, a concentração de 1000 mg L⁻¹ de GA₃ reduziu em 33,33 % a produção de matéria seca dos cormilhos quando

comparado com as plantas controle (Figura 2F). Dogra et al. (2012) avaliando concentrações de 0 a 300 mg L⁻¹ de GA₃ no crescimento, florescimento e produção de cormos de gladiolo cv Novalux, verificaram que houve aumento do número e da produção de matéria seca de cormilhos com o aumento das concentrações até 200 mg L⁻¹ de GA₃. A redução da matéria seca dos cormilhos implica em menor produção de cormos comerciais nas próximas gerações de plantio e, conseqüentemente, menor produção de flores, visto que os cormos têm por objetivo a produção de flores de corte, segundo Tombolato (2004).

Na floricultura, a produção e qualidade comercial das flores de corte e cormos de gladiolo visam atender um mercado consumidor altamente exigente. De forma geral, o modo de aplicação do GA₃ e suas concentrações interferem nos atributos de crescimento e de qualidade de hastes florais e de cormos de gladiolo. Como neste estudo os atributos de produção de gladiolo cv. White Friendship foram afetados negativamente com aplicação de altas concentrações de GA₃ não se recomenda sua aplicação. No entanto, novas pesquisas com outras cultivares são necessárias para estabelecer um padrão de resposta para a cultura do gladiolo em ambiente protegido.

CONCLUSÕES

1. Altas concentrações de GA₃ não são recomendadas para a produção de hastes florais e cormos de gladiolo cv. 'White Friendship'.
2. O modo de aplicação por imersão do cormo antecipa o ponto de colheita das hastes florais e produz maior número de cormilhos por planta.
3. Independentemente do modo de aplicação, a concentração de 550 mg L⁻¹ de GA₃ incrementa a produção de cormilhos da cultivar White Friendship.

REFERÊNCIAS

- AIER, S. et al. Influence of GA₃ and BA on morphological, phenological and yield attributes in gladiolus cv. Red Candyman. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, v. 8, n. 6, p. 37-42, 2015.
- BARBOSA, J. G. *Palma-de-santa-rita (gladiolo): produção comercial de flores e cormos*. Viçosa: Ed. UFV, 2011.
- BASKARAN, V.; MISRA, R. L.; ABIRAMI, K. Effect of plant growth regulators on corm production in gladiolus. *Journal of Horticultural Sciences*, v. 4, n. 1, p. 78-80, 2009.
- BENSCHOP, M. et al. The global flower bulb industry: production, utilization, research. *Horticultural Reviews*, v. 36, n. 1, p. 1-115, 2010.
- BHUJBAL, G. B.; CHAVAN, N. G.; MEHETRE, S. S. Importance of growth regulator and cold storage treatments for breaking of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) corm dormancy. *The Bioscan*, v. 9, n. 2, p. 501-505, 2014.
- CHOPDE, N. et al. Growth, yield and quality of gladiolus as influenced by growth regulators and methods of application. *Plant Archives*, v. 15, n. 2, p. 691-694, 2015.
- DOGRA, S.; PANDEY, R. K.; BHAT, D. J. Influence of gibberellic acid and plant geometry on growth, flowering and corm production in gladiolus (*Gladiolus grandiflorus*) under Jammu agroclimate. *International Journal Pharma and Bio Sciences*, v. 3, n. 4, p. 1083-1090, 2012.
- ESFAHANI, E. N.; EBRAHIMI, H. R.; MIRI, H. R. Effect of gibberellic acid and zinc sulfate on the quality and quantity (*Gladiolus grandiflorus*) in Isfahan. *International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences*, v. 5, n. 2, p. 156-164, 2016.
- FARIAS, A. P. de et al. Produtividade de *Heliconia psittacorum* x *Heliconia pathocircinada* cv. Golden Tortch sob diferentes fontes de adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 7, p. 713-720, 2013.

- GUPTA, R.; CHAKRABARTY, S. K. Gibberellic acid in plant still a mystery unresolved. *Plant Signaling & Behavior*, v. 8, n. 9, p. e25504, 2013.
- JUNQUEIRA, A. H; PEETZ, M. S. 2012: balanço do comércio exterior da floricultura brasileira. São Paulo: Hórtica Consultoria e Treinamento, 2013.
- KHAN, F. N.; RAHMAN, M. M.; HOSSAIN, M. M. Effect of benzyladenine and gibberellic acid on dormancy breaking, growth and yield of gladiolus corms over different storage periods. *Journal of Ornamental Plants*, v. 3, n. 1, p. 59-71, 2013.
- KERBAUY, G. B. *Fisiologia vegetal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- MILLER, W. Current status of growth regulator usage in flower bulb forcing in North America. *Floriculture and Ornamental Plant Biotechnology*, v. 6, n. 1, p. 35-44, 2012.
- MUSHTAQ, S. et al. Studies on the performance of some exotic gladiolus cultivars under rain-fed conditions. *International Journal of Modern Agriculture*, v. 2, n. 3, p. 108-113, 2013.
- OLIVEIRA, J. A. G. et al. Uso de diferentes fertilizantes na produção em vasos de *Gladiolus hortulanus* L. H. Bailey var. White Friendship, em Ilha Solteira (SP). *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v. 18, n. 2, p. 147-154, 2012.
- PAIVA, P. D. O.; FERNANDES, K. D.; CERATTI, M. Gladíolo. In. PAIVA, P. D. O; ALMEIDA, E. F. A. (Eds.). *Produção de flores de corte*. Lavras: Ed. da UFLA, 2012. p. 449-469.
- PATEL, J. et al. Effect of plant growth regulators on flowering and yield of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) cv. American Beauty. *The Asian Journal of Horticulture*, v. 5, n. 2, p. 483-485, 2010.
- PORTO, R. A. et al. Adubação nitrogenada no crescimento e produção de gládíolos em Latossolo Vermelho no Cerrado. *Agroecossistemas*, v. 4, n. 1, p. 2-11, 2012.

PORTO, R. A. et al. Effects of water replacement levels and nitrogen fertilization on growth and production of gladiolus in a greenhouse. *Agricultural Water Management*, v. 131, n. 1, p. 50-56, 2014.

RAMZAN, F. et al. Pre-planting exogenous application of gibberellic acid influences sprouting, vegetative growth, flowering, and subsequent bulb characteristics of 'AdRem' Tulip. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, v. 55, n. 6, p. 479-488, 2014.

RANI, P. et al. Assessment of growth, floral and yield attributes of gladiolus in response to gibberellic acid treatment. *Botany Research International*, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2015.

SAJJAD, Y. et al. Pre-plant soaking of corms in growth regulators influences the multiple sprouting, floral and corm associated traits in *Gladiolus grandiflorus* L. *Journal of Agricultural Science*, v. 7, n. 9, p. 173-181, 2015.

SCHWAB, N. T. et al. A phenological scale for the development of gladiolus. *Annals of Applied Biology*, v. 166, n. 3, p. 496-507, 2015a.

SCHWAB, N. T. et al. Parâmetros quantitativos de hastes florais de gladiólo conforme a data de plantio em ambiente subtropical. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 10, p. 902-911, 2015b.

SHEELA, V. L. *Flowers for trade*. New Delhi: New India Publishing Agency, 2008.

SUDHAKAR, M.; RAMESHKUMAR, S. Effect of growth regulators on growth, flowering and corm production of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) cv. White friendship. *Indian Journal of Plant Science*, v. 1, n. 2, p. 133-136, 2012.

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

TOMBOLATO, A. F. C. *Cultivo comercial de plantas ornamentais*. Campinas: Instituto Agrônômico, 2004.

TOMBOLATO, A. F. C. et al. Bulbosas ornamentais no Brasil. *Revista Brasileira de Horticulura Ornamental*, v. 16, n. 2, p. 127-138, 2010.

VIEIRA, M. R. S. et al. Use of gibberellin in floriculture. *African Journal of Biotechnology*, v. 9, n. 54, p. 9118-9121, 2010.

CONCLUSÕES GERAIS

As cultivares de gladiolo White Friendship e Red Beauty produziram plantas mais altas, com hastes florais de maior comprimento, diâmetro e massa seca do que a cultivar Rose Friendship.

A ordem do teor de nutrientes nas folhas das três cultivares foi a mesma, sendo $K > N > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu$.

As cultivares de gladiolo foram classificadas como não acumuladoras de Si.

A aplicação de Si no substrato de cultivo das cultivares de gladiolo não influenciou nenhuma variável fitotécnica e absorção de nutrientes.

Altas concentrações de GA_3 não são recomendadas para a produção de hastes florais e cormos de gladiolo cv. 'White Friendship'.

O modo de aplicação por imersão do cormo antecipa a colheita das hastes florais e produz maior número de cormilhos por planta.

Independentemente do modo de aplicação, a concentração de 550 mg L^{-1} de GA_3 incrementa a produção de cormilhos da cultivar White Friendship.