

FELIPE DOUGLAS FERREIRA

**PRODUÇÃO DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum*) EM VASO SOB
DIFERENTES FONTES DE NUTRIENTES E DE REGULADOR DE CRESCIMENTO**

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*.

Orientador: José Geraldo Barbosa

Coorientadores: José Antonio Saraiva Grossi

Paulo Roberto Cecon

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2020**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

F383p
2020
Ferreira, Felipe Douglas. 1989-
Produção de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) em vaso
sob diferentes fontes de nutrientes e de regulador de crescimento
/ Felipe Douglas Ferreira. – Viçosa, MG, 2020.
44 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: José Geraldo Barbosa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.38-42.

1. Plantas - Nutrição. 2. Nutrição mineral. 3. Paclobutrazol.
4. Variação genética. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 583.93

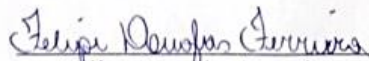
FELIPE DOUGLAS FERREIRA

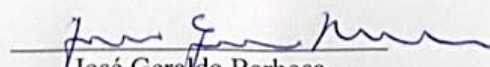
**PRODUÇÃO DE LISIANTHUS (*Eustoma grandiflorum*) EM VASO SOB
DIFERENTES FONTES DE NUTRIENTES E DE REGULADOR DE CRESCIMENTO**

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: 21 de fevereiro de 2020

Assentimento:


Felipe Douglas Ferreira
Autor


José Geraldo Barbosa
Orientador

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Agronomia, pela oportunidade de realização do curso, e aos seus professores, pelos conhecimentos e ensinamentos repassados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo auxílio financeiro.

Aos meus pais, irmão e familiares que estiveram sempre presentes me ensinando a crescer e a traçar caminhos. Eles, que sofreram diante minhas tristezas e vibraram diante minhas conquistas e não mediram sacrifícios para me apoiarem e acreditarem em meus sonhos.

Ao meu orientador, Professor José Geraldo Barbosa, que é um exemplo de profissional, sempre paciente, prestativo e muito atencioso.

Ao Professor José Antonio Saraiva Grossi por todo o apoio e suporte.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pela amizade, pelos ensinamentos estatísticos e pela disponibilidade em me atender todas as vezes que foi necessário.

Aos funcionários e colegas do Setor de Floricultura, em especial Antônio, Ernesto, José Carlos, João, Renata e Ricardo, sem os quais este trabalho não teria sido concluído.

À Josiane, Maurício, Toshik e William, pela ajuda nos experimentos, pela amizade e pelos bons momentos, que tornaram essa caminhada mais leve e repleta de alegria.

Aos amigos Bebel, Bruno, Camilla, Dani Sad, Danillo, Érica, Fabim, Heitor, Kaká Cobucci, Lígia, Ricky, Sandrinha, Talita, Tânia e Valcívica por estarem comigo em todos os momentos me apoiando, aconselhando e incentivando nas minhas decisões.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte deste processo, os meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

FELIPE DOUGLAS FERREIRA, filho de Celso Divino Ferreira e Sílvia Maria de Oliveira Ferreira, nasceu em Barbacena, Minas Gerais, em 9 de setembro de 1989. Em 2010, concluiu o curso Técnico em Ecologia e Meio Ambiente pelo Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Barbacena.

Em fevereiro de 2017, graduou-se em Agronomia, pelo Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, em Barbacena, Minas Gerais.

Participou do programa Ciência sem Fronteiras no período de março de 2014 a agosto de 2015 realizando atividades acadêmicas na University of Wisconsin – River Falls (Wisconsin, EUA) e estagiando na empresa Bailey Nurseries Inc. (Minnesota, EUA) na área de fitopatologia de plantas ornamentais envasadas.

Em março de 2018, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFV, em nível de Mestrado.

RESUMO

FERREIRA, Felipe Douglas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2020. **Produção de lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) em vaso sob diferentes fontes de nutrientes e de regulador de crescimento.** Orientador: José Geraldo Barbosa. Coorientadores: José Antonio Saraiva Grossi e Paulo Roberto Cecon.

O mercado de plantas floríferas de vaso é altamente competitivo, tornando-se necessário o amplo conhecimento sobre as técnicas de cultivo no contexto da nutrição e do controle do crescimento das plantas. Diante disso, foram conduzidos dois experimentos no Setor de Floricultura da UFV. O primeiro teve como objetivo determinar a fonte de nutrientes adequada para produção e qualidade de plantas de lisianthus, sendo conduzido em um esquema fatorial 4x4, utilizando-se quatro variedades (Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink e Mariachi Carmine) cultivadas sob quatro diferentes fontes de fertilizantes [KNO_3 (13-00-46) 1,15 g L⁻¹; (10-10-10) 1,5 g L⁻¹; (20-5-20) 0,75 g L⁻¹ e Peters (10-5-10) 1,5 g L⁻¹], no DIC, com três repetições e três plantas por unidade experimental. Os fertilizantes foram aplicados via solução nutritiva à concentração de 150 mg L⁻¹ de nitrogênio. O segundo experimento objetivou avaliar a eficiência do paclobutrazol (PBZ) no controle do crescimento de plantas de lisianthus cultivadas em vaso, sendo conduzido em um esquema fatorial 4x5, utilizando-se quatro variedades (Casablanca, Lavander Mariachi, Mariachi Carmine e Robella 2 Pink) e cinco doses do retardante de crescimento paclobutrazol (0, 4, 8, 12 e 16 mg de i.a. por vaso), totalizando 20 tratamentos, no DIC, com três repetições e três plantas por unidade experimental. Foram avaliados altura de planta, diâmetros da haste e dos botões florais, número de hastes e de inflorescências por planta, área foliar, matérias fresca e seca de inflorescências, folhas e hastes e ciclo das variedades. Os fertilizantes foram eficientes na produção e qualidade de plantas de lisianthus. As formulações KNO_3 e Peters são recomendadas para maior produção de inflorescências para todas as variedades, sendo que o fertilizante KNO_3 13-00-46 se destacou pelo menor preço. A aplicação de PBZ na concentração de 12 mg i.a./vaso resultou em plantas com características adequadas às exigências do mercado para as variedades Casablanca e Lavander Mariachi. A aplicação de PBZ até 16 mg i.a./vaso na variedade Robella 2 Pink não foi suficiente para controle de altura. Mariachi Carmine não mostrou respostas constantes quando aplicadas doses do PBZ.

Palavras-chave: Nutrição mineral. Paclobutrazol. Variabilidade genética.

ABSTRACT

FERREIRA, Felipe Douglas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2020. **Pot plant production of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) under different nutrients sources and plant growth regulator.** Adviser: José Geraldo Barbosa Co-advisers: José Antonio Saraiva Grossi and Paulo Roberto Cecon.

The market for flowering potted plants is highly competitive, requiring extensive knowledge of cropping techniques in the context of nutrition and plant growth control. Therefore, two experiments were conducted in the Floriculture Sector at UFV. The aim of the first experiment was to determine the proper nutrient source for lisianthus plants quality production. The experiment was conducted in a 4x4 factorial design, using four plant varieties (Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink, and Mariachi Carmine) grown with four different fertilizer sources [KNO_3 (13-00-46) 1,15 g L⁻¹; (10-10-10) 1,5 g L⁻¹; (20-5-20) 0,75 g L⁻¹ e Peters (10-5-10) 1,5 g L⁻¹] in CRD. Three replicates and three plants per experimental unit were used. The fertilizers were applied by nutritive solution containing 150 mg L⁻¹ nitrogen concentration. The second experiment aimed to evaluate the paclobutrazol efficiency in lisianthus potted plants growth control. The experiment was conducted in a 4x5 factorial design, using four plant varieties (Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink, and Mariachi Carmine) and five paclobutrazol doses (0, 4, 8, 12 e 16 mg of active ingredient per pot), totaled 20 treatments, in CRD, with three replications and three plants per experimental unit. Were evaluated the plant height, stem and flower bud diameters, number of stems and inflorescences per plant, leaf area, fresh and dry matter of inflorescences, leaves and stems, and plant varieties cycle. The fertilizers used were efficient in a good quality lisianthus plants production. KNO_3 and Peters fertilizer formulations are recommended for greater production and increased inflorescences numbers among all varieties, and the KNO_3 13-00-46 fertilizer stood out for their affordable price. The PBZ application at 12 mg a.i./pot concentration, resulted in plants with appropriate characteristics attending to the market requirements in the varieties Casablanca and Lavander Mariachi. The PBZ application until 16 mg a.i./pot was not sufficient for height control of Robella 2 Pink. Mariachi Carmine showed no constant responses when applied PBZ.

Keywords: Mineral nutrition. Paclobutrazol. Genetic variability.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	OBJETIVO.....	14
3.	MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1.	Material vegetal e localização do experimento	15
3.2.	Experimentos.....	16
3.2.1.	Experimento 1: Cultivo de plantas de variedades de Lisianthus em vaso sob diferentes fontes de nutrientes aplicados via fertirrigação.....	16
3.2.2.	Experimento 2: Produção e qualidade de plantas de Lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i>) cultivadas em vaso, em resposta à aplicação de paclobutrazol	17
3.3.	Condução das plantas	17
3.4.	Colheita	18
3.5.	Avaliação.....	18
3.6.	Análise estatística.....	19
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1.	Experimento 1: Cultivo de plantas de variedades de Lisianthus em vaso sob diferentes fontes de nutrientes aplicados via fertirrigação.....	19
4.2.	Experimento 2: Produção e qualidade de plantas de Lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i>) cultivadas em vaso, em resposta à aplicação de paclobutrazol	27
5.	CONCLUSÕES.....	37
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
7.	ANEXOS.....	43

1. INTRODUÇÃO

O setor de floricultura mostra grande crescimento no comércio agrícola brasileiro, com expansão de áreas produtivas e consequente aumento do mercado consumidor. No ano de 2018 movimentou R\$ 7,2 bilhões e a expectativa é que este valor aumente para R\$ 8 bilhões em 2019, crescimento na ordem de 7,8% (IBRAFLOR, 2018). Ainda assim, o consumo per capita de flores e plantas ornamentais no Brasil é baixo, cerca de US\$ 6 a US\$ 8 por pessoa por ano, quando comparado ao de países da Europa de US\$ 60 por ano e América do Norte de US\$ 37 por ano (ANACLETO et al., 2014).

O aumento do consumo ocorre em função do aumento do poder aquisitivo vinculado às mudanças na forma de comercialização, disponibilizando maior acesso à diversificação no contexto da produção de flores e plantas ornamentais. Desta forma, os consumidores têm ampla opção de diversas espécies com tamanhos e colorações diferentes, o que possibilita o aumento do consumo de plantas ornamentais para corte de flor e cultivadas em vaso.

As principais espécies de flores de corte cultivadas no Brasil são: rosas (30%), crisântemos (15%), lisianthus (12%), lírio (7%) e gérbera (6%). Quanto às plantas envasadas, as principais espécies comercializadas são: orquídeas (14%), lírio (7,5%), crisântemo (7%), kalanchoe (6,4%), violeta (6%) e bromélia (4,5%) (JUNQUEIRA E PEETZ, 2014). Essa é uma área promissora, com grande demanda por introdução de novas espécies, atendendo às exigências dos consumidores, assim como de espécies melhoradas quanto à resistência a doenças, às exigências nutricionais e longevidade das plantas. Porém, existem dependências quanto à aplicação e uso de tecnologias corretas e às condições climáticas favoráveis à produção e qualidade das plantas.

Uma das opções que mais agregam valor no setor de floricultura é a comercialização de plantas em vasos, possibilitando frequente seleção de espécies, variedades ou híbridos de plantas capazes de atender às exigências do mercado e criar produtos diferenciados daqueles produzidos de forma convencional (NEVES, 2008). Para as flores e plantas envasadas há crescente importância no mercado consumidor devido à melhor relação custo/benefício para variedades e espécies cultivadas em relação às cortadas. A praticidade das flores e plantas envasadas, maior durabilidade e menores custos relativos também são fatores favoráveis quanto às cultivadas para corte (SEBRAE, 2015).

Atendendo a realidade do consumidor contemporâneo, frente à recessão econômica mundial, as plantas cultivadas em vaso mostram maior potencial de introdução no mercado, face ao modo de vida da população urbana, marcado pelo excesso de compromissos, por

viagens constantes, residências de tamanho reduzido e menor presença de acessórios e utensílios domésticos, como vasos para flores cortadas e arranjos florais, entre outros fatores (SILVA et al., 2019). Para Junqueira e Peetz (2014), devido às tendências mundiais, gradualmente a preferência pelo consumo de plantas envasadas se dá pela maior praticidade no uso decorativo e à facilidade no manuseio em ambientes doméstico e profissionais.

No Brasil, as orquídeas lideram o segmento de plantas envasadas, porém, recentemente, o lisianthus tem sido cultivado como planta de vaso, ganhando prestígio comercial devido à variação de cores, exuberância da inflorescência e longa vida de vaso.

Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) é uma espécie ornamental nativa do sudoeste dos Estados Unidos e norte do México que foi introduzida no Brasil no final da década de 1980. Está se tornando muito apreciada devido à sua notável floração, hastes longas e prolongada vida de vaso. Além disso, tem desfrutado de crescente popularidade não apenas como flor de corte, mas também como planta de jardim e planta de vaso nos mercados ornamentais ao redor do mundo (KAWABATA et al., 2009; LUGASSI-BEN-HAMO et al., 2010).

A planta possui folhas glabras e caule com coloração azul/acinzentada. Cada variedade possui características específicas, resultando na capacidade de produção em cada estação do ano. Quando cultivada em ambiente protegido, com controle dos fatores temperatura, umidade e luminosidade, pode ser produzida durante todo o ano (GRUSZYNSKI, 2007; CAMARGO et al., 2004). As flores podem ser divididas em duas categorias: simples e dobradas. Possuem textura macia, diâmetro acima de 5 cm e ampla variedade de cores em diferentes tons e combinações. São produzidas várias flores por haste, variando de 10 a 40 por planta (CORR & KATZ, 1997)

Variedades de lisianthus utilizadas para a finalidade de corte geralmente apresentam hastes com comprimento médio de 50 a 80 cm, enquanto variedades para vaso as hastes atingem de 15 a 35 cm, com folhas em formato oval e oblonga, com grande atrativo decorativo. Entre as cultivares mais produzidas destacam-se a Echo, Mariachi e Robella (CAMARGO et al., 2004).

A comercialização nacional de lisianthus em vaso segue alguns critérios de classificação e padronização, conforme sugerido pelo departamento de qualidade e pós-colheita da Cooperativa Veiling Holambra de São Paulo, o qual visa separar os produtos em lotes homogêneos quanto ao padrão e qualidade.

Este padrão é determinado pela uniformidade do lote que deverá apresentar valores mínimos a 90% quando analisada a altura. Também são avaliados o ponto de abertura dos botões e a porcentagem de flores abertas. O tamanho do vaso é determinado pelo tamanho da

planta, sendo recomendado pote 14 e 15, para plantas com altura de 30 a 55 cm, contendo no mínimo quatro flores abertas para ser classificada como A1. Quanto à formação da planta, o vaso de lisianthus deverá ter no mínimo três hastes, sendo obrigatório cobrir todo o diâmetro do mesmo.

Quanto à qualidade do lisianthus, a Cooperativa propõe que, para ser considerado ideal, este deverá apresentar ausência de defeitos, sendo separados em duas categorias de classificação (A1 ou A2), as quais caracterizam a qualidade do lote e são estabelecidos conforme limites de tolerâncias para defeitos graves e leves. Os defeitos graves (A1) são aqueles que desvalorizam a harmonia ornamental e a qualidade do produto, podendo estas características continuarem evoluindo durante o processo de comercialização e inviabilizando sua comercialização, como os danos causados por doenças (*Botrytis*, *Fusarium*), por pragas (insetos, ácaros) e danos mecânicos (rompimento ou deformação da flor/folha). Os defeitos leves (A2) referem-se àqueles que depreciam a qualidade, mas não evoluem com o tempo causando mudança na aparência até o destino final, como haste “mole”, deficiência nutricional, falta de folha na haste, altura fora do padrão, queima por fitotoxidez e resíduo químico (COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA, 2019).

Por ter sido a espécie recentemente introduzida no mercado nacional, há carência de informações técnicas e científicas para adequada produção e manejo do lisianthus no Brasil, principalmente para cultivo em vaso. Produtores, principalmente dos estados de São Paulo e Minas Gerais, muito vezes, utilizam técnicas de cultivo inadequadas, relativas a tipos de poda, adubação, espaçamento, sistemas de cultivo, adaptação de cultivares a épocas de plantio, entre outras (BACKES et al, 2008).

Além da diversidade varietal, vários fatores são requeridos para o crescimento das plantas como luminosidade, temperatura, trocas gasosas e regime/turno de irrigação e nutrição. Segundo Neto (2001) e Marschner (2012), o sucesso para a produção economicamente viável de qualquer cultura depende do manejo nutricional adequado, já que a absorção de nutrientes pelas plantas ocorre de forma diferenciada, de acordo com a espécie e variedade, estádios fenológicos, condições climáticas, meio de cultivo, condições de manejo da nutrição e idade da planta.

Para o cultivo de flores e plantas ornamentais em vasos, é recomendada a utilização de substratos de qualidade e em pequenos volumes, o que exige maior eficiência e conhecimento da nutrição e do fornecimento da solução nutritiva, de modo a não haver deficiência de nutrientes nem rápida salinização do substrato (MILNER, 2002). Esses fatores afetam a produção e a qualidade das plantas, pois exercem funções específicas no seu metabolismo

(MARSCHNER, 2012). Nesta linha de pensamento, a fertilização de preparo do substrato é extremamente importante na definição dos nutrientes a serem aplicados em cobertura, principalmente via fertirrigação.

Dentre as tecnologias disponíveis para o cultivo do lisianthus, a fertirrigação, quando associada ao cultivo em ambiente protegido, é considerada alternativa que pode resultar no aumento da produção e qualidade da planta, com menor grau de risco possível. A técnica combina o suprimento da demanda hídrica da cultura, associada à aplicação de nutrientes via água de irrigação (SOUSA NETO, 2017). Assim, a aplicação dos nutrientes via fertirrigação tem despertado interesse devido aos resultados obtidos com economia de água, energia elétrica e mão-de-obra, aliados a considerável aumento na produtividade das plantas devido à nutrição adequada. Desta forma, a partir da análise química do substrato, a fertirrigação em cobertura pode ser realizada utilizando-se soluções nutritivas com as concentrações e relações dos nutrientes de acordo com a espécie, fase de crescimento e desenvolvimento da planta (BARBOSA et al., 2019).

Segundo Katz (2004), alguns requisitos devem ser observados para que se faça a escolha dos fertilizantes a serem aplicados na fertirrigação: solubilidade rápida e completa dos sais, baixa capacidade corrosiva, baixa volatilidade, alta concentração, fácil manipulação, compatibilidade, baixa toxicidade, baixo custo, pureza e principalmente uniformidade do sistema de irrigação e operação.

No contexto da nutrição mineral, o nitrogênio é o macronutriente exigido em maior proporção, pois o desenvolvimento das plantas é altamente dependente da disponibilidade deste nutriente, devido às funções do N no seu metabolismo, além de constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucléicos, aminoácidos e proteínas (TAIZ et al., 2017). Depois do nitrogênio, o potássio é o elemento requerido em maiores quantidades pelas espécies de plantas cultivadas (NACHTIGALL; RAIJ, 2005). Mais especificamente, está associado ao controle da abertura e de fechamento dos estômatos, à maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para outros órgãos da planta, à maior eficiência enzimática e a melhoria da qualidade das flores e atua na eficiência da assimilação de nitrogênio (SILVA et al., 2003). Tem alta mobilidade na planta e sua translocação no floema junto a sacarose é de grande importância na geração do gradiente osmótico entre fonte e dreno na planta, possibilitando maior acúmulo de reserva, principalmente no estágio de floração (MARSCHNER 2012).

Além do fator qualitativo dos fertilizantes, é necessário que se tenha produtos com custos acessíveis ao produtor. Devido à alta solubilidade, dois dos principais fertilizantes nitrogenados utilizados na fertirrigação são o nitrato de potássio (KNO_3) e os fabricados pela

marca Peters Professional. Além destes, misturas com proporções equilibradas de NPK 10-10-10 e 20-5-20 são comumente empregadas em adubações de cobertura de plantas ornamentais, sendo ainda necessário realizar pesquisas quanto à eficiência destas quando aplicadas via solução nutritiva. Em adição, há deficiência em pesquisas, conhecimento e recomendações adequadas de adubações para a espécie de *lisianthus* no Brasil, sendo acatadas recomendações de outros países, como Estados Unidos e países da Europa, resultando na aplicação em doses ou quantidades excessivas ou insuficientes de fertilizantes, causando desbalanço nutricional (SOUZA NETO, 2017). Assim, são importantes estudos utilizando fontes de nutrientes de custo mais acessível que possibilitem a eficiência nutritiva da espécie gerando plantas de qualidade.

A qualidade das plantas cultivadas em vaso está estreitamente relacionada com a altura da mesma. A sua harmonização pode ser realizada pela utilização de variedades adequadas, e também, através de poda, volume de vaso e uso de retardantes de crescimento (RIBEIRO, 2016). Os retardantes de crescimento são compostos orgânicos que retardam a divisão e o alongamento celular nos tecidos dos brotos e, assim, regulam fisiologicamente a altura da planta sem provocar deformações em flores, folhas e caules (RADEMACHER, 2000). Técnicas de melhoramento genético seriam empregadas como substitutas às práticas do uso de reguladores de crescimento, no entanto, esta hipótese ainda não se tornou completamente efetiva (ANDERSEN & ANDERSEN, 2000). Segundo Rademacher (2000), caminhos alternativos com fins de modificações no desenvolvimento da planta são adquiridos através do melhoramento genético. No entanto, como um genótipo fixado é menos flexível a mudanças nas condições de desenvolvimento, os retardantes de crescimento continuam sendo vantajosa ferramenta no controle do crescimento das plantas.

A utilização de retardantes químicos de crescimento em plantas permite realizar o controle do tamanho da planta de acordo com a finalidade estabelecida pelo produtor e mercado, sendo o tamanho do vaso a ser utilizado e a variedade a ser cultivada principais fatores para o sucesso na qualidade do produto final. Desse modo, eles são partes integrantes de vários sistemas de produção de plantas floríferas de vaso.

Com a exigência do consumidor e a fim de buscar produtos diferenciados, flores de corte têm sido cultivadas em vaso tendo o seu crescimento controlado pelo uso de retardantes de crescimento como ocorre com o crisântemo e o *lisianthus*. Entre os principais reguladores utilizados no Brasil, destacam-se o paclobrutazol (Bonzi®) e chlormequat chloride (Cycocel®). Estes reguladores quando absorvidos pelas plantas, agem na inibição da biossíntese de giberelinas (GA), reduzindo o comprimento dos entrenós, e, assim o

crescimento das hastes da planta (SALISBURY & ROSS, 2012). Desta forma, o paclobutrazol mostrou-se eficiente em reduzir o crescimento do caule de plântulas de citrus, lírios e plantas de girassol cultivadas em vaso (HAZARIKA et al., 2002; FRANCESCANGELI et al., 2007; WANDERLEY et al., 2014).

Os métodos de aplicação mais comuns de retardantes de crescimento são a pulverização foliar e a irrigação via substrato, visto que o paclobutrazol mostra bons resultados para ambos os métodos (RADEMACER, 2015). No entanto, aplicações via substrato têm melhor eficiência e podem possibilitar o controle uniforme da altura das plantas com doses menores, pois a molécula é absorvida pelas raízes e translocado via xilema para a porção apical nas regiões de crescimento (FRANÇA et al., 2017). Quando aplicado via pulverizações foliares, somente o que é absorvido pelas hastes e pecíolos é efetivamente translocado (STYER, 2003). A eficácia de retardantes de crescimento pode variar entre cultivares da mesma espécie, mostrando ser importante otimizar seu uso utilizando-se doses adequadas em função da espécie, variedade e condições de cultivo apropriadas (COCHRAN & FULCHER, 2013). Para tanto, é importante avaliar o efeito do paclobutrazol sobre diferentes variedades, para verificar se existem alterações morfológicas que afetam principalmente a qualidade, no sentido de reduzir a altura das plantas cultivadas em vaso.

2. OBJETIVO

Avaliar a produção e qualidade de plantas de quatro variedades de lisianthus, cultivadas em vaso, sob diferentes fontes de nutrientes e a aplicação de diferentes doses do regulador de crescimento paclobutrazol.

- Determinar a fonte de nutriente mais adequada visando obter produto diferenciado e com qualidade nutricional adequada.
- Determinar a fonte de nutriente com custo/benefício mais favorável à produção de lisianthus em vaso.
- Avaliar a eficiência do paclobutrazol no controle do crescimento de plantas de lisianthus cultivadas em vaso.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material vegetal e localização do experimento

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação tipo capela no Setor de Floricultura da Universidade Federal de Viçosa – MG, com início em abril de 2019 e término em setembro de 2019. Neste período, as temperaturas médias diárias mínima e máxima foram de 14,6 e 37,2°C e a umidade relativa do ar, diurna e noturna médias, de 48,3 e 89,6%, respectivamente. Foram utilizadas plantas de lisianthus das variedades Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink e Mariachi Carmine (Figura 1) mantidas sob fotoperíodo natural.

Figura 1 – plantas de lisianthus variedades Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink e Mariachi Carmine, respectivamente.



As descrições das variedades, baseadas nas indicações das empresas que comercializam as sementes, se encontram a seguir:

- Casablanca: variedade com ciclo de 120 a 160 dias, com altura de 70 a 90 cm e coloração branca. Indicado para cultivo de outono até primavera, possui baixo índice de abortamento de botões florais com florescimento uniforme, abundante e no topo da planta. Flores dobradas, com formato atrativo e grandes (de 7 a 8cm de diâmetro).
- Lavander Mariachi: variedade com ciclo de 120 a 160 dias, com altura próxima de 70 cm e coloração lilás. Ciclo intermediário, ideal para plantio de meia estação. Possui flores quádruplas, extragrandes (de 7,5 a 8,5cm de diâmetro) com hastes firmes.
- Robella 2 Pink: variedade com ciclo de 120 a 160 dias, com altura de 70 a 100 cm e coloração rosa. Indicada para cultivo de meia-estação, plantio durante o ano todo, dependendo da região, apresentando baixa ocorrência de abortamento de botões florais e roseteamento (dormência). Possui flores dobradas, de tamanho médio (7cm de

diâmetro) e a planta apresenta excelente vigor e muito florífera.

- Mariachi Carmine: variedade com ciclo de 120 a 160 dias, com altura próxima de 70 cm e coloração vermelha. Ciclo intermediário, ideal para plantio de meia estação. Possui flores quádruplas, extragrandes (de 7,5 a 8,5cm de diâmetro) com hastes firmes.

3.2. Experimentos

3.2.1. Experimento 1: Cultivo de plantas de variedades de Lisianthus em vaso sob diferentes fontes de nutrientes aplicados via fertirrigação

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4x4, utilizando-se quatro variedades (Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink e Mariachi Carmine) cultivadas sob quatro diferentes fontes de fertilizantes [KNO_3 (13-00-46) 1,15 g L⁻¹; (10-10-10) 1,5 g L⁻¹; (20-5-20) 0,75 g L⁻¹ e Peters (10-5-10) 1,5 g L⁻¹], totalizando 16 tratamentos, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e três plantas por unidade experimental, a qual foi constituída por um vaso preenchido com 3 L de substrato. Os fertilizantes foram aplicados via solução nutritiva à concentração de 150 mg L⁻¹ de nitrogênio.

As mudas foram transplantadas para vasos preenchidos com a mistura constituída por substrato tropstrato floreiras e vasos (©Vida Verde – Tecnologia em Substratos), casca de arroz carbonizada, areia e esterco na proporção 4:3:2:1 respectivamente. Foi realizada análise dessa mistura a fim de se determinarem as características químicas (Tabela 1). Na fertilização de preparo, adicionaram-se 2 g L⁻¹ da mistura Super Simples+KCl (4:1) no substrato.

Tabela 1 – Caracterização química da mistura de substratos utilizados para a produção de variedades de lisianthus em vaso.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	P-Rem	
H ₂ O	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³								%	mg L ⁻¹	
6,3	101,03	310	8,21	3,26	0,0	8,25	12,26	12,26	20,51	59,8	0,0	34,86	

pH em água - Relação 1:2,5; P e K - Extrator Mehlich 1; Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ - Extrator: KCl - 1 mol L⁻¹; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0; SB = Soma de bases trocáveis; t = Capacidade de troca catiônica efetiva; T - Capacidade de troca catiônica, pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio; P-Rem = Fósforo remanescente

Durante as duas primeiras semanas após o transplante, efetuou-se apenas a irrigação diária. A partir da terceira semana, a condução da irrigação foi intercalada com a fertirrigação, de acordo com os tratamentos, duas vezes por semana, sendo aplicados 150 mL de solução nutritiva correspondente a cada sal em cada vaso.

3.2.2. Experimento 2: Produção e qualidade de plantas de *Lisianthus (Eustoma grandiflorum)* cultivadas em vaso, em resposta à aplicação de paclobutrazol

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4x5, utilizando-se quatro variedades (Casablanca, Lavander Mariachi, Mariachi Carmine e Robella 2 Pink) e cinco doses do retardante de crescimento paclobutrazol (0, 4, 8, 12 e 16 mg de ingrediente ativo por vaso), totalizando 20 tratamentos, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e três plantas por unidade experimental, constituída por um vaso contendo 1,5 L de substrato, preparado à semelhança do experimento 1.

A irrigação foi conduzida diariamente e a fertirrigação realizada duas vezes por semana, manualmente, aplicando-se 150 mL de solução nutritiva na concentração 1,15 g L⁻¹ de KNO₃ (13-00-46).

A solução contendo o princípio ativo do retardante de crescimento paclobutrazol teve o preparo através de diluições do produto Cultar 250 SC em água destilada. Realizou-se a aplicação de 100 mL da solução via substrato, volume suficiente para saturar todo o substrato sem ocorrer lixiviação.

As aplicações das doses do regulador de crescimento foram fracionadas em três partes e realizadas no período da manhã, sendo a primeira realizada aos 51 dias após transplântio, quando as plantas apresentavam o segundo par de folhas em cada haste após a poda. As demais aplicações ocorreram aos 58 e 65 dias após o transplântio, totalizando a dose estabelecida para cada tratamento.

3.3. Condução das plantas

Foi realizada a desponta, ou *pinch*, a qual consiste na técnica de retirada do ápice caulinar estimulando o surgimento de brotações laterais e desenvolvimento de maior número de hastes por planta. A mesma foi realizada aos 18 dias após transplântio, deixando-se as plantas com apenas 2 pares de folhas.

Durante a fase de desenvolvimento da cultura, as plantas foram tutoradas utilizando-se estacas de bambu e realizadas aplicações com inseticidas e fungicidas visando manter a sanidade das plantas.

3.4. Colheita

O início da colheita ocorreu em 06 de agosto de 2019, quando as primeiras hastes apresentavam o botão iniciando abertura e as sépalas totalmente abertas (Figura 2), fazendo-se cortes rentes à base da haste. O término da colheita ocorreu em 04 de setembro de 2019.

Figura 2 – Ponto de colheita das hastes florais de *lisianthus*.



3.5. Avaliação

Foram realizadas as seguintes avaliações:

- Altura de planta (cm): foi obtida através da mensuração da altura das hastes das plantas do vaso, desde o nível do substrato até o ápice do botão floral.
- Diâmetro da haste (mm): obtido com o auxílio de paquímetro, aproximadamente do meio do comprimento total da haste.
- Número de flores/botões florais: expresso pela contagem manual daquelas abertas ou botões fechados.
- Diâmetro dos botões florais (mm): avaliado quando os vasos estavam em ponto de comercialização, ou seja, quando o botão floral apresentava a abertura total de sépalas.
- Número de hastes por planta: obtido através de contagem manual.
- Área foliar: realizada segundo o método proposto por Hallaire et al. (1970), multiplicando-se a largura do limbo foliar por seu comprimento.
- Matéria seca da flor, folha e haste: os materiais coletados foram colocados separadamente em sacos de papéis e submetidos ao secamento em estufa com temperatura controlada de 68°C por 72 horas. Após este processo, cada parte da planta seca foi pesada em balança de precisão.

- Ciclo das variedades (dias): considerado como o período de dias entre o plantio ao ponto de comercialização da planta.

3.6. Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância e de regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, utilizou-se a análise de regressão e os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão adotando-se o nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”, no coeficiente de determinação ($r^2 = \text{SQRegres}/\text{SQTrat}$) e no comportamento do fenômeno em estudo. Utilizou-se o programa de Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa, versão 9.1 (SAEG, 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1: Cultivo de plantas de variedades de *Lisianthus* em vaso sob diferentes fontes de nutrientes aplicados via fertirrigação

As análises de variância (Tabela 2) indicaram não existirem interações significativas entre tipos de fertilizantes e variedades quanto às variáveis observadas, exceto para a massa seca de caule e ciclo das variedades. Na mesma tabela, verifica-se que, para a variável número de inflorescências, houve efeito significativo em função dos tipos de fertilizantes. Houve resposta significativa para variedades quanto às variáveis diâmetro de hastes, número de hastes, de folhas e de inflorescências, diâmetro de botões florais, massas frescas e secas de inflorescências, de folhas e de caules.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância das características altura de planta (ALT), diâmetro de haste (DHA), número de hastes (NHA), número de folhas (NFO), número de inflorescências (NINF), diâmetro de botões florais (DBO), massa fresca de inflorescências (MFI), massa fresca de folhas (MFF), massa fresca de caule (MFC), massa seca de inflorescências (MSI), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule (MSC) e ciclo da planta (CLO) para as variedades de lisianthus Casablanca (V1), Lavander Mariachi (V2), Robella 2 Pink (V3), Mariachi Carmine (V4) e fertilizantes KNO₃ 13-00-46 (F1), 10-10-10 (F2), 20-5-20 (F3) e Peters 10-5-10 (F4).

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS												
		ALT	DHA	NHA	NFO	NINF	DBO	MFI	MFF	MFC	MSI	MSF	MSC	CLO
VAR	3	1567,63 ^{NS}	2,2581 ^{**}	3,872 ^{**}	557,64 ^{**}	164,34 ^{**}	13,763 ^{**}	12,319 ^{**}	696,121 ^{**}	419,592 ^{**}	0,2722 ^{**}	16,7001 ^{**}	29,3410 ^{**}	1607,42 [*]
FERT	3	935,27 ^{NS}	0,0674 ^{NS}	0,713 ^{NS}	86,31 ^{NS}	25,69 ^{**}	2,636 ^{NS}	0,884 ^{NS}	42,858 ^{NS}	38,916 ^{NS}	0,0407 ^{NS}	0,4981 ^{NS}	1,6781 ^{NS}	26,97 ^{NS}
VAR X FERT	9	1174,51 ^{NS}	0,0651 ^{NS}	0,428 ^{NS}	64,96 ^{NS}	9,22 ^{NS}	2,214 ^{NS}	1,903 ^{NS}	32,644 ^{NS}	29,463 ^{NS}	0,0687 ^{NS}	0,8017 ^{NS}	2,0253 [*]	99,39 [*]
RESÍDUO	32	1067,33	0,1779	0,301	32,66	5,71	1,273	1,612	21,127	23,861	0,0464	0,4148	0,9211	45,74
CV(%)		48,1	8,48	22,55	14,23	22,29	10,17	36,73	17,59	19,86	36,12	17,42	19,98	5,10

** F significativo a 1% de probabilidade.

* F significativo a 5% de probabilidade.

^{NS} F não significativo a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3, são apresentadas as médias para diâmetro de hastes, número de hastes por planta, número de folhas por planta, número de inflorescências por planta e diâmetro de inflorescências por variedade de lisianthus cultivado em vaso utilizando-se quatro tipos de fertilizantes. Observa-se comportamento diferente de cada variedade para cada variável analisada. As variedades Lavander Mariachi e Robella 2 Pink apresentaram maiores diâmetros de hastes, com valores médios de 5,33 e 5,37 mm, sendo superiores aos observados para as variedades Casablanca e Mariachi Carmine, 4,65 e 4,55 mm, respectivamente. Quanto maior o diâmetro da haste, maior a resistência, evitando-se o tombamento das hastes, provendo-se maior qualidade das plantas.

Os números médios de hastes por planta para Robella 2 Pink e Casablanca, com valores de 3,0 e 2,8, foram superiores aos observados para as variedades Lavander Mariachi e Mariachi Carmine cujos valores médios foram de 2,0 e 1,9, respectivamente. Robella 2 Pink também foi superior às demais quando analisados o número de folhas e de inflorescências por planta, com valores médios de 50,3 e 15,7, respectivamente. Camargo et al. (2004) consideram importante o número de folhas nas hastes de lisianthus, tanto pelo aspecto visual quanto pela contribuição para a massa seca de caule. Todavia, apesar da variedade Robella 2 Pink ter apresentado maior número de inflorescências, a mesma mostrou menor média de diâmetro de botões florais, 9,84 mm, enquanto Lavander Mariachi mostrou maior diâmetro de botões florais, com valor médio de 12,44 mm. A redução no diâmetro do botão floral e da flor não é satisfatória para as plantas ornamentais de vaso, podendo afetar a qualidade das flores e harmonização da planta no vaso.

Tabela 3 – Valores médios de diâmetro de haste em mm (DHA), número de hastes (NHA), número de folhas (NFO), número de inflorescências (NINF) e diâmetro de botões florais - mm (DBO) para as variedades de lisianthus Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink, Mariachi Carmine.

Variedades	DHA	NHA	NFO	NINF	DBO
Casablanca	4,65 b	2,8 a	36,2 b	11,0 b	11,23 ab
Lavander Mariachi	5,33 a	2,0 b	36,6 b	9,3 bc	12,44 a
Robella 2 Pink	5,37 a	3,0 a	50,3 a	15,7 a	9,84 bc
Mariachi Carmine	4,55 b	1,9 b	37,4 b	6,9 c	10,87 b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Tabela 4, são apresentadas as médias de massa fresca e seca de inflorescências, das folhas e do caule de plantas de lisianthus cultivadas em vaso sob diferentes fontes de fertilizantes. A variedade Casablanca se destacou pela maior massa fresca e seca de

inflorescências, apresentando médias de 4,52 e 0,73 g, respectivamente. Já Robella 2 Pink e Lavander Mariachi apresentaram maiores médias de massa fresca e seca de folhas e de caule.

Um dos fatores utilizados para avaliar a disponibilidade de N nos sistemas agrícolas é a quantidade absorvida deste nutriente pelas plantas (AITA 1997), a qual depende da quantidade de N disponível para as raízes e da taxa de absorção. O vigor relacionado ao crescimento da planta pode ser verificado através do índice de produção de massa seca. Assim, informações sobre absorção de nutrientes e acúmulo de massa seca de uma cultura possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados com nutrição mineral adequada e possíveis correções que venham ocorrer durante o desenvolvimento da planta (BÜLL 1993).

Tabela 4 – Valores médios de massa fresca de inflorescências (MFI), massa fresca de folhas (MFF), massa fresca de caule (MFC), massa seca de inflorescências (MSI), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule (MSC) para as variedades de lisianthus Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink, Mariachi Carmine.

Variedades	MFI	MFF	MFC	MSI	MSF	MSC
Casablanca	4,52 a	16,39 c	20,61 b	0,73 a	2,05 c	3,74 c
Lavander Mariachi	3,98 ab	31,93 a	27,31 a	0,69 a	4,35 ab	4,94 b
Robella 2 Pink	3,08 bc	32,43 a	31,58 a	0,56 ab	4,72 a	6,96 a
Mariachi Carmine	2,22 c	23,73 b	18,87 b	0,40 b	3,65 b	3,56 c

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Tabela 5 são apresentadas as médias associadas à variável número de inflorescências de variedades de lisianthus cultivados sob quatro fontes de fertilizantes. As formulações KNO₃ e Peters possibilitaram maior produção de inflorescências por planta, não sendo detectada diferença significativa entre as mesmas. No entanto, observa-se que a fertirrigação com 20-5-20 possibilitou resultados ligeiramente semelhantes, enquanto a nutrição com o fertilizante 10-10-10 proveu menor número de inflorescências. Este comportamento pode estar relacionado aos teores dos nutrientes fósforo e potássio disponíveis no substrato e das concentrações destes nutrientes nas folhas, conforme verificado nas análises químicas dos substratos e foliares realizadas após a colheita das variedades (Anexos A e B). Os maiores teores de K nos substratos ocorreram nos tratamentos fertirrigados com KNO₃ e Peters, enquanto para P os maiores teores foram encontrados quando utilizou-se as formulações Peters 10-5-10 e 20-5-20.

Segundo Marschner (2012), o potássio é o nutriente mais exigido pela maioria das plantas ornamentais estando relacionado com o equilíbrio osmótico celular, com a regulação dos processos fotossintéticos, com a transpiração das plantas e ativação enzimática. Tem alta

mobilidade na planta e sua translocação no floema junto a sacarose é de grande importância na geração do gradiente osmótico entre fonte e dreno na planta, possibilitando maior acúmulo de reserva, principalmente no estágio de floração. Neste estágio, as inflorescências tendem a ser fortes drenos, necessitando de suprimento adequado deste nutriente, evitando-se efeitos danosos à floração (BARBOSA et al. 2019). O fósforo é o elemento com maior participação no processo de armazenamento e consumo de energia na planta, atua no estímulo do crescimento radicular, principalmente na fase inicial do crescimento e desenvolvimento das plantas, contribuindo para maior qualidade das flores (TAIZ et al, 2017).

Tabela 5 – Valores médios de número de inflorescências (NINF) de variedades de lisianthus para os fertilizantes KNO₃ 13-00-46, 10-10-10, 20-5-20 e Peters 10-5-10.

Fertilizantes	NINF
KNO ₃ 13-00-46	11,8 a
10-10-10	8,9 b
20-5-20	10,1 ab
Peters 10-5-10	11,9 a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A Tabela 6 apresenta as médias referentes à interação entre variedades de lisianthus e fontes de fertilizantes para massa seca de caule. Robella 2 Pink foi mais eficiente na produção de massa seca de caule, independente da fonte de fertilizante, quando comparada às demais variedades. Estudando-se fontes de fertilizante dentro da variedade Robella 2 Pink, observa-se maior massa quando as plantas foram adubadas com a formulação KNO₃, 8,62 g, em relação a formulação 10-10-10 com menor valor de 4,96 g.

Uma das principais razões do maior acúmulo de massa seca para as variedades é atribuída ao desenvolvimento das partes aéreas, possivelmente estimulado pelo fornecimento dos nutrientes como o N e K, principalmente às maiores concentrações de K no fertilizante KNO₃, que, somado aos fatores genéticos, resultaram em plantas mais altas, ocorrendo maior eficiência fotossintética e maior acúmulo de assimilados. Em adição, a maior eficiência na solubilidade em água dos fertilizantes KNO₃ e Peters, pode ter sido importante fator de rápida disponibilidade dos nutrientes às plantas, obtendo-se assim melhor resultado quando comparado às demais fontes de nutrientes.

Tabela 6 – Valores médios de massa seca de caule (MSC) para as respectivas combinações de variedades de lisianthus Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink, Mariachi Carmine e fertilizantes KNO₃ 13-00-46, 10-10-10, 20-5-20 e Peters 10-5-10.

Variedades	KNO ₃	10-10-10	20-5-20	Peters
Casablanca	3,70 Ba	3,39 Aa	3,75 Ba	4,12 Ba
Lavander Mariachi	5,00 Ba	5,39 Aa	4,42 Ba	4,94 Ba
Robella 2 Pink	8,62 Aa	4,96 Ab	6,87 Aab	7,40 Aab
Mariachi Carmine	3,62 Ba	3,75 Aa	3,53 Ba	3,37 Ba

As médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Houve interação entre variedades de lisianthus e fontes de fertilizantes para ciclo das plantas (Tabela 7) e observa-se que houve diferença significativa entre variedades estudadas dentro de cada fertilizante. Quando se utilizou formulação KNO₃, a variedade Mariachi Carmine e Lavander Mariachi apresentaram maiores ciclos em relação à Casablanca, enquanto para o fertilizante Peters 10-5-10 a variedade Lavander Mariachi expressou ciclo mais longo que as variedades Casablanca, Robella 2 Pink e Mariachi Carmine. Estudando-se fontes de fertilizantes dentro de cada variedade, não foram observadas diferenças estatísticas.

Além das características genéticas de cada variedade, o ciclo da planta também pode sofrer alterações de acordo com o clima, época de plantio, realização de podas, manejo nutricional e uso de retardantes de crescimento. É desejável que a planta apresente ciclos menores, principalmente quando se planeja a programação de produção e comercialização. O menor ciclo também está relacionado à economia do produtor com insumos, água, energia, fertilizantes e mão de obra, promovendo maior e mais rápido retorno financeiro (CAMARGO et al., 2004).

Tabela 7 – Valores médios de ciclo de plantas (CLO) para as respectivas combinações de variedades de lisianthus Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink, Mariachi Carmine e fertilizantes KNO₃ 13-00-46, 10-10-10, 20-5-20 e Peters 10-5-10.

Variedades	KNO ₃	10-10-10	20-5-20	Peters
Casablanca	125,11 Ba	124,25 Ca	124,11 Ca	122,00 Ca
Lavander Mariachi	135,67 Aa	143,22 Aa	140,14 Aa	142,87 Aa
Robella 2 Pink	132,33 ABa	136,00 ABa	128,44 BCa	131,44 Ba
Mariachi Carmine	140,25 Aa	131,67 BCa	134,33 ABa	133,55 Ba

As médias seguidas de pelo menos uma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O ciclo de colheita de *lisianthus* é afetado pela temperatura, intensidade luminosa (ISLAM et al, 2005) e pelo fotoperíodo (PARADISO et al. 2008) o que pode explicar maior ciclo no período de inverno, devido à menor intensidade luminosa e dias curtos.

Backes et al. (2004) ao avaliarem o cultivo hidropônico das variedades de *lisianthus* Echo Champagne, Mariachi P. White, Balboa Yellow e Ávila Blue Rim, utilizando soluções nutritivas propostas por Steiner, Barbosa e uma solução teste, constataram ciclos médios de 87,22, 86,67, 93,11 e 76,33 dias, respectivamente, valores abaixo ao obtido no presente estudo, sendo que estas diferenças podem estar relacionadas às diferentes características varietais e época de plantio, uma vez que os autores conduziram o experimento entre os meses de junho e novembro (inverno/primavera).

Já, Alves (2012) cultivando as variedades de *lisianthus* ABC, Bolero, Bolearis e Echo em canteiro suspenso, fertirrigadas com solução nutritiva composta de 1,4 g de MAP, 1,7 g de CaNO_3 , 6 g de MgSO_4 , 13,3g de KNO_3 e 0,75 g de uréia aplicada três vezes por semana, observaram que estas mostraram ciclos de 150, 120, 120 e 125 dias, números próximos aos encontrados neste estudo, provavelmente devido ao fato dos experimentos terem sido conduzidos no período outono/inverno.

Os resultados deste estudo sugerem que o uso de diferentes fontes de fertilizantes em solução foi eficiente para o crescimento, desenvolvimento e qualidade das plantas de *lisianthus*, em especial, as formulações KNO_3 e Peters. É necessário levar em consideração alguns critérios na hora da escolha do fertilizante para uso em fertirrigação como a taxa de solubilidade em água, concentração de macronutrientes e micronutrientes na formulação, fácil manipulação, baixa toxicidade e principalmente o custo (KATZ, 2004).

Comparando-se as quatro fontes de fertilizantes quanto à solubilidade, KNO_3 e Peters mostraram dissolução rápida e completa sem formação de precipitados, o que pode estar relacionado à granulometria fina. Isso caracteriza maior rendimento do produto e menor gastos com manutenção e limpezas do sistema de irrigação. As formulações 10-10-10 e 20-5-20 mostraram difícil dissolução e com presença de pequenos granulados, isto pode estar relacionado à desuniformidade e tamanho dos grânulos, além das fontes dos nutrientes, sendo necessário a maceração dos grânulos a fim de facilitar sua dissolução. A não solubilidade completa do fertilizante pode acarretar menor eficiência do produto, além de maiores gastos com manutenção do sistema de irrigação devido a obstrução das saídas de água pelos sais e possível corrosão dos equipamentos (MEDEIROS et al, 2012).

A eficiência da solubilidade do produto também está relacionada à concentração de nutrientes disponíveis no substrato para a planta após a fertirrigação. Conforme demonstrado

no Anexo A, as soluções das formulações KNO_3 e Peters proporcionaram maiores quantidades de potássio disponível no substrato quando comparadas às demais. Além da maior concentração de K, uma das vantagens de se utilizar o KNO_3 está na disponibilização do nitrogênio em forma nítrica, aumentando sua solubilidade e evitando perdas por volatilização. Em adição, também o KNO_3 é isento de cloro, conferindo melhor qualidade às plantas. O potássio exerce papel importante para a produção de flores, atua na fotossíntese e atua na translocação de nutrientes (fonte/dreno) entre partes da planta (MARSCHNER, 2012), sendo importante na produção e qualidade das flores, como constatado no experimento.

O uso de fórmulas comerciais pode reduzir sobremaneira o custo de produção do lisianthus, sendo importante então, adquirir produto com o melhor custo/benefício, ou seja, que irá atender à demanda nutricional da planta, ser de fácil manuseio, produzir plantas de qualidade a um preço justo. Os preços médios no mercado para as formulações são: KNO_3 13-00-46 – R\$ 136,00 o saco com 25 kg; 10-10-10 – R\$ 86,00 saco com 50 kg; 20-5-20 – R\$ 96,00 saco com 50 kg e; Peters 10-5-10 – R\$ 58,00 pote com 3 kg. A tabela 8 apresenta o custo do uso das formulações estudadas para o preparo de soluções nutritivas. O fertilizante Peters é o mais caro, seguido pelo KNO_3 . Todavia, estes se mostraram mais eficientes e fáceis no manuseio e preparo das soluções nutritivas, além de maior solubilidade, aumentando a disponibilização dos nutrientes às plantas. Além disso, a formulação KNO_3 possui mais que o dobro de concentração de K quando comparado às demais. Portanto, visando disponibilidade de nutrientes, contenção de custos somado à qualidade das plantas, a formulação KNO_3 13-00-46 é recomendada para a produção satisfatória de variedades de lisianthus.

Tabela 8 – Valores quanto ao peso por quilograma, a quantidade em quilos e custo para preparo de 1000 L de solução nutritiva utilizando-se os fertilizantes KNO_3 13-00-46, 10-10-10, 20-5-20 e Peters 10-5-10.

Fertilizante	Preço/Kg (R\$)	Qtd (kg) preparo 1000 L de SN	Custo 1000 L de SN (R\$)
KNO_3	5,44	1,15	6,26
10-10-10	1,72	1,50	2,58
20-5-20	1,92	0,75	1,44
Peters	19,33	1,50	28,99

4.2. Experimento 2: Produção e qualidade de plantas de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivadas em vaso, em resposta à aplicação de paclobutrazol

A Tabela 9 mostra os valores médios do comportamento das variedades de lisianthus Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink e Mariachi Carmine em vaso para os diferentes parâmetros fenométricos. A redução da altura das variedades de lisianthus em função da aplicação das doses de PBZ no substrato ajustou-se ao modelo linear, com efeito mais acentuado para as variedades Casablanca e Lavander Mariachi, denotando maior sensibilidade destas ao PBZ sem que haja a perda da qualidade ornamental da planta (Figura 3).

Com a aplicação da dose de 4 mg i.a. por vaso do retardante, houve redução de 20,83%, 12,05%, 10,61% na altura das plantas em comparação à dose zero para Casablanca, Lavander Mariachi e Robella 2 Pink, respectivamente. Não houve efeito do retardante na redução da altura da variedade Mariachi Carmine nessa dose aplicada.

Nas doses de 8, 12 e 16 mg i.a. por vaso, a redução foi, respectivamente, de 6,58%, 35,24% e 48,13% para Casablanca, 24,51%, 37,55% e 41,30% para Lavander Mariachi, 14,10%, 25,09% e 33,38% para Robella 2 Pink e de 35,93%, 14,07% e 50,25% para Mariachi Carmine. Apesar da redução da altura das plantas da variedade Robella 2 Pink, as médias ficaram ligeiramente acima da altura harmônica ideal para plantas cultivadas em vaso.

A variedade Mariachi Carmine apresentou crescimento e desenvolvimento desproporcionais, uma vez que, quando aplicado o PBZ, as plantas mostraram tamanho demasiadamente reduzido e baixo número de folhas e inflorescências, o que acarreta na depreciação do valor ornamental da planta. A redução no porte das variedades ocorre devido à ação do retardante de crescimento na inibição da síntese de giberelinas, agentes da expansão e alongação de células do meristema responsáveis pela formação dos entrenós (TAIZ et al., 2017). Assim como verificado no presente trabalho, Matiello (2009), Mainardi (2013) e Ribeiro (2016), também observaram diferenças entre variedades e acessos estudados na redução da altura das plantas quando em função da aplicação de PBZ em plantas de crisântemo, lisianthus e pimenta, respectivamente.

Tabela 9 – Valores médios de altura de planta (ALT), diâmetro de haste (DHA), número de hastes (NHA), número de folhas (NFO), número de inflorescências (NINF), diâmetro de botões florais (DBO), massa fresca de inflorescências (MFI), massa fresca de folhas (MFO), massa fresca de caule (MFC), área foliar (AFO), massa seca de inflorescências (MSI), massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule (MSC) e ciclo (CLO) para as respectivas combinações das variedades de lisianthus Casablanca (V1), Lavander Mariachi (V2), Robella 2 Pink (V3), Mariachi Carmine (V4) e doses de 0, 4, 8, 12 e 16 mg de ingrediente ativo de paclobutrazol.

Dose	ALT				DHA				NHA				NFO			
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
0	69,6 a	50,6 b	77,3 a	39,8 b	3,86 b	4,81 a	4,65 a	3,52 b	3,00 ab	2,11 b	3,55 a	1,66 b	33,7 b	35,7 b	46,7 a	31,1 b
4	55,1 ab	44,5 b	69,1 a	53,8 ab	4,11 a	4,42 a	3,96 a	3,99 a	2,77 a	1,77 a	3,11 a	1,83 a	33,4 ab	30,0 b	42,8 a	31,3 b
8	65,3 a	38,2 b	66,4 a	25,5 b	4,01 a	4,52 a	4,28 a	3,27 b	2,33 ab	1,88 b	3,33 a	1,28 b	34,1 ab	36,6 a	39,8 a	25,1 b
12	45,2 ab	31,6 b	57,9 a	34,2 b	3,86 b	4,86 a	4,76 a	4,02 b	1,89 ab	1,67 b	3,22 a	1,28 b	31,8 b	31,8 b	47,0 a	27,7 b
16	33,5 b	29,7 b	51,5 a	19,8 b	3,89 ab	4,03 a	4,47 a	3,19 b	1,67 ab	1,56 ab	2,89 a	1,00 b	32,2 b	30,2 bc	48,9 a	22,1 c

Dose	NINF				DBO				MFI				MFO			
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
0	10,6 b	9,8 b	16,2 a	6,2 b	11,60 a	12,55 a	8,82 b	10,98 ab	4,25 a	4,09 a	3,26 a	2,26 a	15,12 b	30,84 a	24,98 a	15,41 b
4	7,5 b	9,2 ab	13,3 a	7,8 b	12,61 a	12,16 ab	10,26 b	11,78 ab	4,32 a	3,96 a	3,12 a	2,74 a	15,93 b	27,44 a	22,46 ab	22,47 ab
8	8,3 bc	8,9 ab	13,7 a	3,7 c	11,71 ab	13,33 a	8,68 c	10,82 bc	3,43 ab	5,78 a	2,65 b	1,29 b	16,52 bc	29,59 a	23,18 ab	12,03 c
12	7,9 b	6,5 b	16,5 a	6,3 b	12,00 ab	13,75 a	10,58 b	10,93 b	4,25 ab	4,34 ab	4,71 a	1,94 b	15,66 b	28,92 a	30,74 a	23,93 ab
16	7,3 b	5,6 b	20,0 a	3,4 b	12,21 a	12,62 a	10,86 ab	9,99 b	4,34 a	2,77 ab	5,23 a	1,22 b	16,52 bc	21,30 b	32,62 a	23,15 b

Dose	MFC				AFO				MSI				MSF			
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
0	17,31 bc	21,79 ab	25,78 a	10,93 c	473,55 b	790,74 a	858,48 a	436,15 b	0,744 a	0,744 a	0,618 a	0,399 a	1,684 c	4,317 a	3,455 ab	2,679 bc
4	12,82 a	17,50 a	19,49 a	15,04 a	453,51 b	699,61 a	752,80 a	606,15 ab	0,783 a	0,695 a	0,658 a	0,504 a	1,814 b	3,682 a	3,131 a	3,655 a
8	10,16 bc	14,85 ab	18,23 a	5,01 c	444,96 b	715,43 a	759,56 a	325,14 b	0,583 ab	0,998 a	0,604 ab	0,239 b	1,924 b	3,746 a	3,117 ab	2,020 b
12	8,42 a	11,91 b	18,82 a	10,74 b	431,43 c	662,44 b	919,06 a	586,88 bc	0,723 ab	0,763 ab	0,987 a	0,334 b	1,736 b	3,626 a	3,785 a	3,346 a
16	7,36 b	7,97 b	20,20 a	8,10 b	424,89 b	498,91 b	972,40 a	571,31 b	0,696 a	0,468 ab	0,907 a	0,238 b	1,774 c	2,568 bc	4,281 a	3,079 b

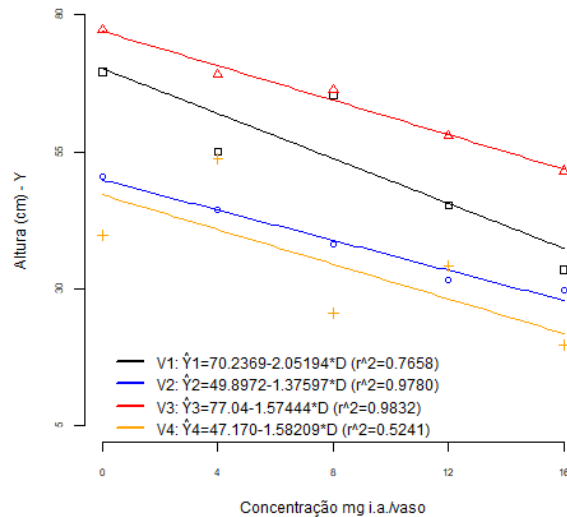
Dose	MSC				CLO			
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
0	3,244 bc	4,338 ab	5,666 a	2,108 c	122,78 c	140,11 a	129,33 b	137,89 a
4	2,315 b	3,129 ab	4,252 a	3,067 ab	122,00 d	143,00 a	131,33 c	137,75 b
8	2,068 bc	2,789 ab	4,066 a	1,079 c	122,88 c	144,00 a	141,25 a	130,00 b
12	1,572 b	2,322 b	3,964 a	1,973 b	123,56 b	144,00 a	126,44 b	140,85 b
16	1,346 b	1,485 b	4,369 a	1,549 b	122,00 d	135,87 b	129,44 c	143,00 a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha para cada característica, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Segundo Barroso et al. (2012), a altura das plantas cultivadas em vasos, junto às outras características, deve propiciar conjunto harmônico, sendo recomendado que o tamanho da planta seja 1,5 a 2 vezes maior ao tamanho do vaso. Em adição, para a Veiling Holambra (2019), o padrão estabelecido para *lisianthus* cultivado em vaso é de 30 a 50 cm. Esta altura foi obtida com a dose de 4 mg i.a./vaso para a variedade Lavander Mariachi, de 8 mg i.a./vaso para Mariachi Carmine e 12 mg i.a./vaso para Casablanca.

A variedade Robella 2 Pink mostrou menor altura quando foi aplicada a dose 16 mg i.a./vaso, atingindo os valores de 51,5 cm, valor ligeiramente acima do padrão estabelecido. Para cada 1 mg i.a. adicionado ao substrato, houve a redução de 2,05, 1,37, 1,57 e 1,58 cm na altura das variedades Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink e Mariachi Carmine, respectivamente (Figura 3). Segundo Carvalho (2010), a redução da altura das plantas floríferas e com potencial ornamental, com aplicação de paclobutrazol via substrato, foi observada por alguns autores com fornecimento de até 20 mg por vaso deste retardante. Entretanto, as doses recomendadas variam de 0,025 a 2 mg de ingrediente ativo por vaso em grande parte dos estudos com espécies herbáceas. Em estudo realizado por Pinto et al. (2005), doses 0,5, 0,75 e 1,0 mg i.a./vaso de PBZ reduziram satisfatoriamente a altura das plantas de *Zinnia elegans*. Já a dose 2 mg i.a./vaso mostrou-se efetiva na redução de *Gladiolus tristis* (MILANDRI et al., 2008), enquanto Mateus et al. (2009) recomendam as doses 0,75 e 1,0 mg i.a./vaso para controle efetivo da altura de girassol ornamental cv. Sunbright Supreme, quando cultivados em vaso utilizando substrato comercial, valores inferiores aos utilizados neste estudo, o qual mostrou a necessidade de se utilizar doses maiores para se obter o controle da altura das plantas de *lisianthus*, mostrando maior eficiência no controle da altura quando foram utilizadas as doses 12 e 16 mg i.a. por vaso.

Figura 3 – altura da planta (Y) das variedades Casablanca (V1), Lavander Mariachi (V2), Robella 2 Pink (V3) e Mariachi Carmine (V4) produzidas em vaso em função da aplicação de doses de paclobutrazol. Viçosa, MG, 2019.

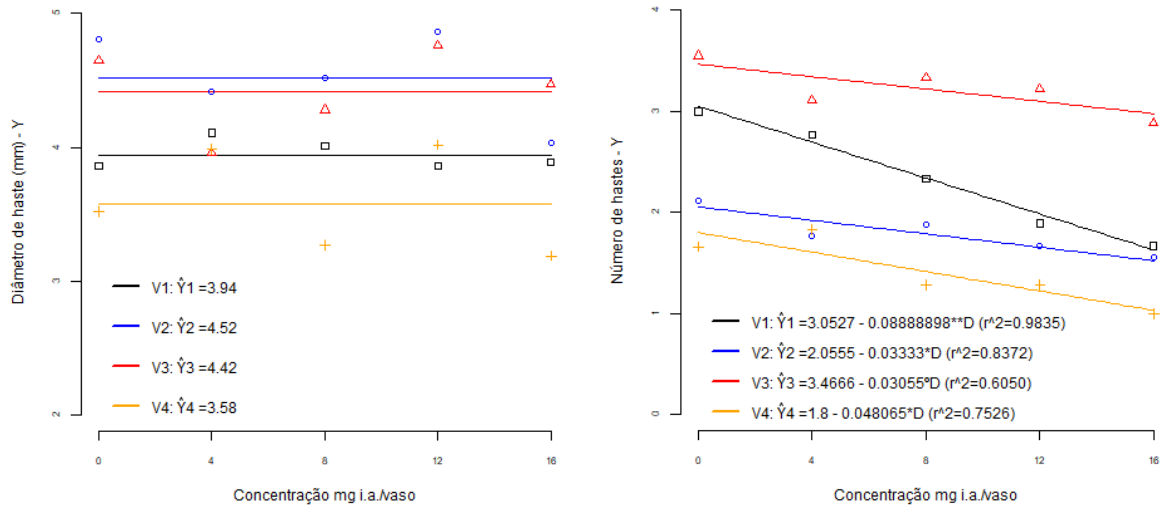


* significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

As doses de PBZ não afetaram o diâmetro das hastes das variedades Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink e Mariachi Carmine (Figura 4-a), cujo valores médios foram 3,95, 4,52, 4,43 e 3,58 mm, respectivamente. Entretanto, Navarro et al. (2007) verificaram redução no diâmetro da haste de plântulas de *Arbustus unedo* com o fornecimento de doses de 60 e 100 mg L⁻¹ de PBZ no substrato, enquanto Mainardi (2013), estudando o efeito de pulverizações de paclobutrazol nas doses de 0, 16, 32, 48 e 64 mg L⁻¹ em três variedades de lisianthus (Echo Pure White, Mariachi Misty Pink e Echo Yellow), verificou aumento do diâmetro das hastes nas maiores concentrações, produzindo plantas mais compactas, sendo que a dose 64 mg L⁻¹ aumentou o diâmetro da haste em até 11,3% em relação às plantas não tratadas.

As doses de PBZ afetaram o número de hastes, observando-se comportamento linear decrescente (Figura 4-b), indicando que o número de hastes foi se reduzindo em função do aumento da dose aplicada. Para esta característica, houve resposta significativa entre as variedades estudadas, onde Casablanca mostrou maior decréscimo, de 46,59%. A maior dose, 16 mg i.a. por vaso, propiciou menor número de hastes em relação às plantas não tratadas. O número de hastes está ligado à harmonia da planta no vaso e o menor número de hastes pode afetar o valor ornamental da planta a ser comercializada devido ao menor número de folhas, o que pode afetar a taxa fotossintética da planta acarretando provável redução no número e qualidade das inflorescências.

Figura 4 – a) diâmetro de hastes (Y); b) número de hastes (Y) das variedades Casablanca (V1), Lavander Mariachi (V2), Robella 2 Pink (V3) e Mariachi Carmine (V4) produzidas em vaso em função da aplicação de doses de paclobutrazol. Viçosa, MG, 2019.

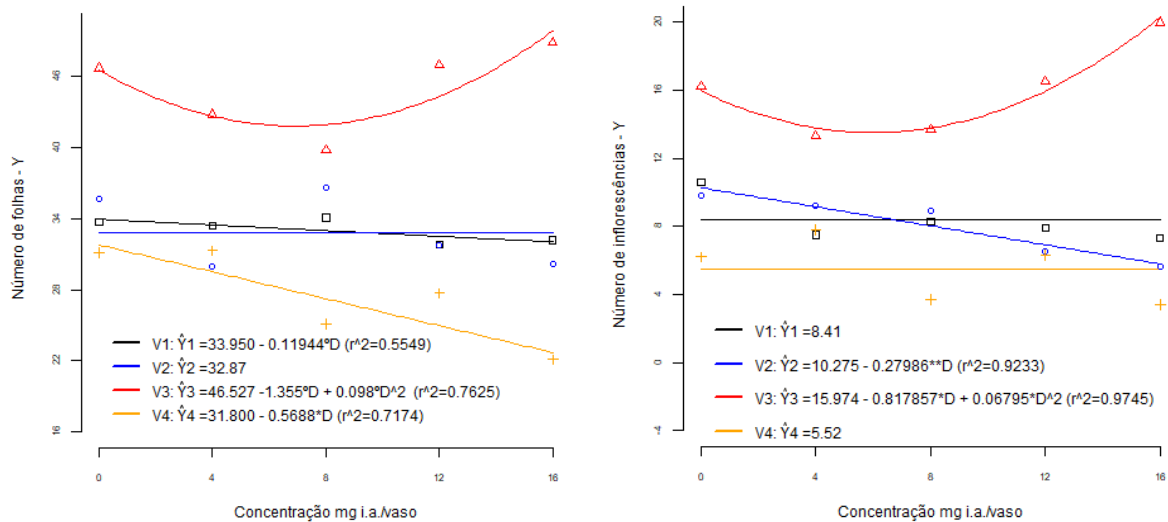


** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t, * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t e $^{\circ}$ significativo a 10% de probabilidade pelo teste t.

O número de folhas foi alterado à semelhança do que ocorreu com o número de inflorescências (Figura 5). A variedade Robella 2 Pink apresentou comportamento diferenciado quando comparada às demais variedades, observando-se menor quantidade de números de folhas e inflorescências nas doses 6,91 mg i.a. por vaso e 6,01 mg i.a. por vaso, respectivamente. Com doses acima dessas, houve reversão no comportamento da planta que passou produzir maiores números de folhas e inflorescências.

Mainardi (2013), trabalhando com três variedades de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* G.) conduzidas em vaso e pulverizadas com paclobutrazol (0, 16, 32, 48 e 64 mg L⁻¹), também observou comportamento diferente entre variedades, sendo a variedade Echo Yellow a que mostrou maior aumento de número de flores (16,6%) quando aplicada a dose 28,7 mg L⁻¹. Starman e Williams (2000), em estudo sobre os efeitos do retardante no crescimento e florescimento de *Scaevola aemula* 'New Wonder' também constataram aumento no número de flores por haste, quando aplicada a dose de 4 mg L⁻¹ de paclobutrazol, resultando em plantas atrativas. Já, o efeito de redução no número de flores, foi observado por Bañón et al. (2002), aplicando PBZ nas doses de 0,45, 0,7, 0,9, e 1,12 mg i.a./vaso em *Dianthus caryophyllus* var. Mondriaan durante as estações primavera e inverno. O resultado foi redução no número de flores por planta com o aumento da dose em aplicações realizadas, via substrato, durante a primavera.

Figura 5 - Valores médios para: a) número de folhas (Y); b) número de inflorescências (Y) das variedades Casablanca (V1), Lavander Mariachi (V2), Robella 2 Pink (V3) e Mariachi Carmine (V4) produzidas em vaso em função da aplicação de doses de paclobutrazol. Viçosa, MG, 2019.

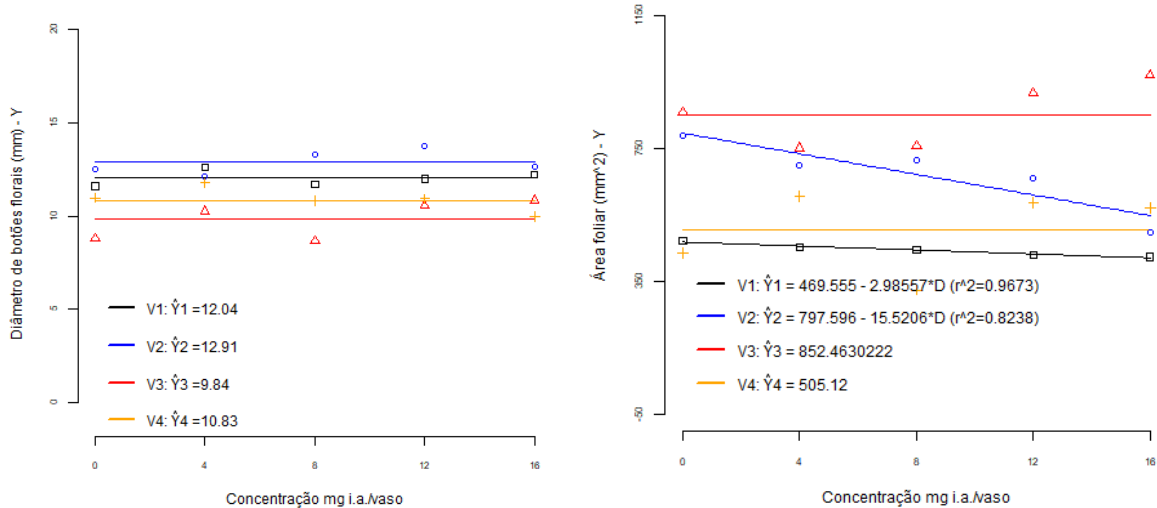


** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t, * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t e ° significativo a 10% de probabilidade pelo teste t.

As variedades não apresentaram diferenças quanto ao diâmetro do botão floral, mostrando que houve comportamento homogêneo entre as mesmas (Figura 6-a). Neste contexto, Lavander Mariachi e Casablanca apresentaram médias 12,91 e 12,04 mm e a Mariachi Carmine e Robella 2 Pink, médias de 10,83 e 9,84 mm, respectivamente. A não redução do diâmetro da flor com o aumento da dose do retardante de crescimento é importante fator no sentido de manter a qualidade do produto a ser comercializado, indicando que provavelmente o tamanho de pétalas, após abertura do botão, não será afetado com o uso do PBZ.

Houve efeito significativo das doses nas variedades quanto à área foliar das plantas (Figura 6-b), sendo que Robella 2 Pink apresentou maior área foliar que as demais quando comparada à dose 0. Para as variedades Casablanca e Lavander Mariachi, verificou-se redução na área foliar com aumento da dose de PBZ aplicada no substrato, ajustando-se ao modelo linear. A redução na área foliar pode estar relacionada ao controle da altura das plantas após aplicação do retardante de crescimento provavelmente em função do bloqueio da síntese de giberelinas, resultado também observado por Bañón et al. (2002) em *Dianthus caryophyllus* var. Mondriaan, Navarro et al. (2007) em *Arbustus unedo* e Mainardi (2013) em variedades de lisianthus Echo Pure White, Echo Yellow e Mariachi Misty Pink.

Figura 6 – a) diâmetro de botões florais (Y); b) área foliar (Y) das variedades Casablanca (V1), Lavander Mariachi (V2), Robella 2 Pink (V3) e Mariachi Carmine (V4) produzidas em vaso em função da aplicação de doses de paclobutrazol. Viçosa, MG, 2019.

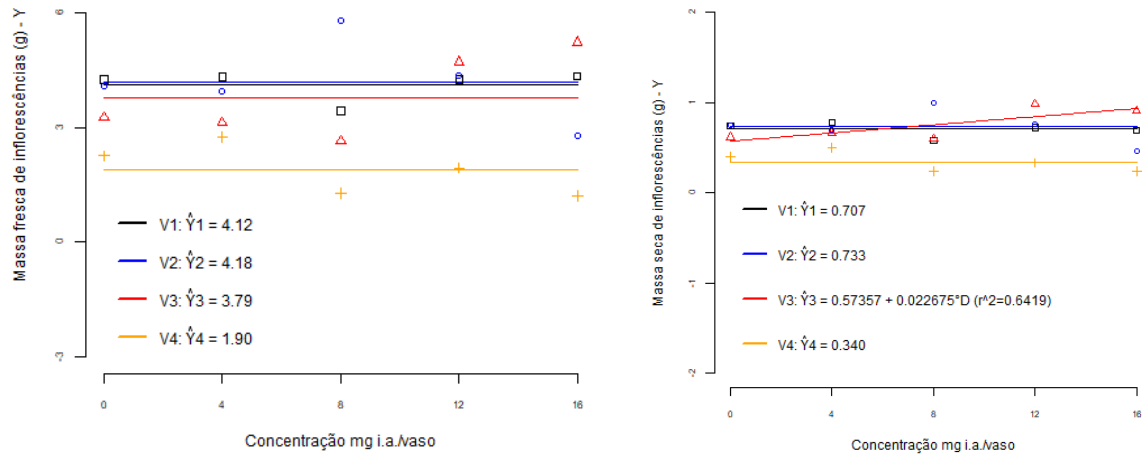


* significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

A redução no tamanho de folha pode não ser um efeito desejado, pois o que se busca em um vaso com plantas de qualidade é uma boa proporção entre folha, flor e haste em harmonia com a altura para produção de plantas compactas. Assim, as folhas devem ter tamanho que possibilite boa cobertura para o vaso e maior eficiência fotossintética da planta.

Não houve diferença quanto a massa fresca de inflorescências (Figura 7-a). Para massa seca de inflorescências, as variedades apresentaram ajustes de regressão diferentes (Figura 7-b). Assim, não houve diferença quanto a massa seca de inflorescências para as variedades Casablanca, Lavander Mariachi e Mariachi Carmine. Já Robella 2 Pink, mostrou comportamento linear crescente.

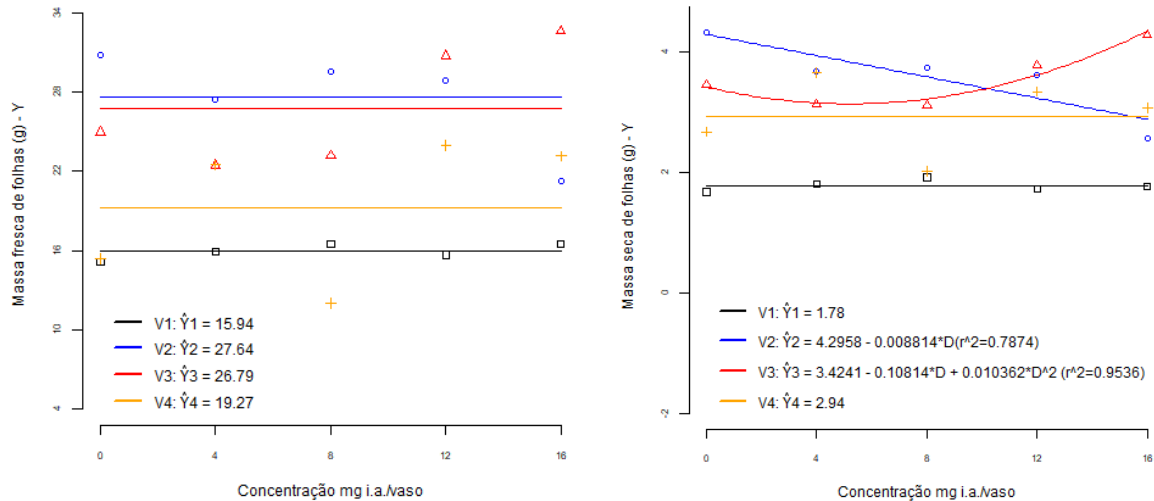
Figura 7 – a) massa fresca de inflorescências (Y); b) massa seca de inflorescências (Y) das variedades Casablanca (V1), Lavander Mariachi (V2), Robella 2 Pink (V3) e Mariachi Carmine (V4) produzidas em vaso em função da aplicação de doses de paclobutrazol. Viçosa, MG, 2019.



* significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Não houve influência das doses de PBZ sobre a produção de massa fresca de folhas para as variedades (Figura 8-a). Para massa seca de folhas, Casablanca e Mariachi Carmine mantiveram peso constante independente da dose do retardante de crescimento, enquanto Lavander Mariachi apresentou redução de massa seca com o aumento da dose de PBZ. Já a variedade Robella 2 Pink apresentou menor massa seca de folhas na dose 5,22 mg i.a./vaso, comportamento relacionado ao número de folhas produzidas com a aplicação do PBZ via substrato para esta variedade. Estes resultados estão relacionados com a redução da altura das plantas e da área foliar das variedades. A redução da produção de matéria seca de folha e caule, com a aplicação do retardante de crescimento no substrato, também foi constatada por Wanderley (2014) aplicando-se as doses 1 e 2 mg L⁻¹ em plantas de girassol. Segundo Barret (1992), os retardantes de crescimento atuam na inibição da síntese de giberelinas, afetando a formação de células e alongamento dos entrenós podendo causar o espessamento das folhas e redução da área foliar.

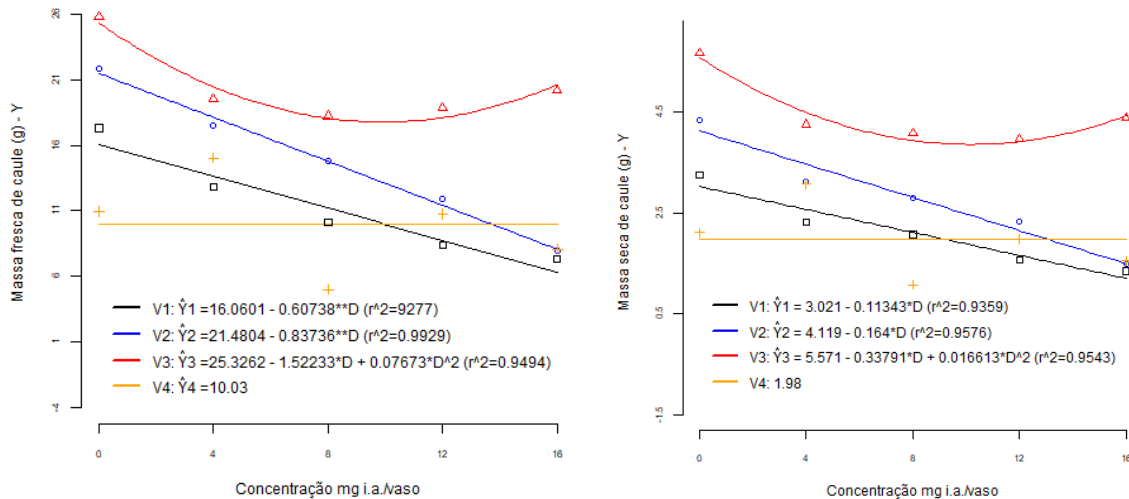
Figura 8 – a) massa fresca de folha (Y); b) massa seca de folha (Y) das variedades Casablanca (V1), Lavander Mariachi (V2), Robella 2 Pink (V3) e Mariachi Carmine (V4) produzidas em vaso em função da aplicação de doses de paclobutrazol. Viçosa, MG, 2019.



* significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Para as variáveis massas fresca e seca de caule foi redução das massas à medida em que se aumentou as doses do retardante nas variedades Lavander Mariachi e Casablanca (Figura 9). Lavander Mariachi apresenta maior redução de massas fresca e seca com a aplicação de maiores doses de PBZ, perda de 62,37% e 63,70%, respectivamente, na dose 16 mg i.a./vaso quando comparadas à dose 0 mg i.a./vaso. A redução no peso do caule está ligada à menor altura da planta quando submetida ao PBZ, responsável pela inibição da síntese de giberelinas, hormônio responsável pelo alongamento celular e crescimento das hastes das plantas. Pinto et al. (2006), avaliando o efeito do paclobutrazol nas doses 20, 25, 30 e 35 mg i.a./vaso na produção de açafão-da-cochinchina, também constataram redução de massa seca das hastes com aumento da dose do retardante de crescimento.

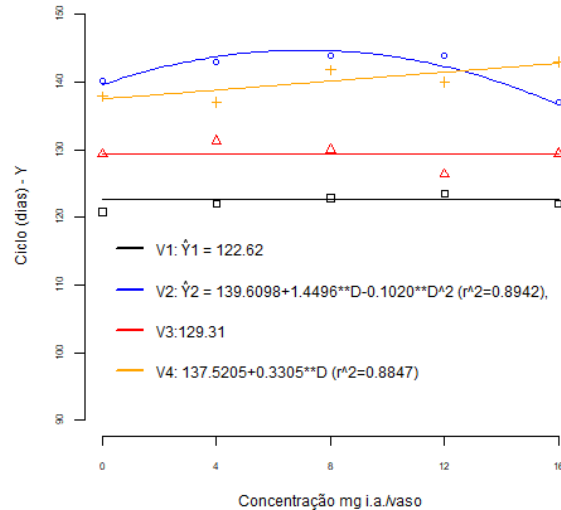
Figura 9 – a) massa fresca de caule (Y); b) massa seca de caule (Y) das variedades Casablanca (V1), Lavander Mariachi (V2), Robella 2 Pink (V3) e Mariachi Carmine (V4) produzidas em vaso em função da aplicação de doses de paclobutrazol. Viçosa, MG, 2019.



** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t, * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

As doses de PBZ causaram alteração do ciclo das variedades Lavander Mariachi e Mariachi Carmine (Figura 10). Lavander Mariachi apresentou ciclo médio de 140,11 dias na dose 0 mg i.a./vaso e de 135,87 dias na dose 16 mg i.a./vaso, ocorrendo redução de aproximadamente 5 dias. Para Mariachi Carmine, observou-se efeito contrário, onde a dose 0 resultou em em ciclo de 137,89 dias enquanto na dose 16 mg i.a./vaso o ciclo foi de 143 dias, causando aumento de quase 5 dias no mesmo. A redução do ciclo constitui característica vantajosa, pois, de acordo com Barbosa et al. (2019), proporciona redução dos custos uma vez que as plantas permanecem por menor tempo na casa de vegetação.

Figura 10 – ciclo de plantas (Y) das variedades Casablanca (V1), Lavander Mariachi (V2), Robella 2 Pink (V3) e Mariachi Carmine (V4) produzidas em vaso em função da aplicação de doses de paclobutrazol. Viçosa, MG, 2019.



** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

5. CONCLUSÕES

- Os fertilizantes utilizados foram eficientes para a produção de plantas de lisianthus com qualidade.
- As formulações 10-10-10 e 20-5-20 mostraram difícil dissolução dos grânulos.
- As formulações KNO₃ 13-00-46 e Peters 10-5-10 mostraram fácil manipulação e dissolução dos grânulos.
- Recomenda-se as formulações KNO₃ 13-00-46 e Peters 10-5-10 para maior produção de inflorescências nas variedades Casablanca, Lavander Mariachi, Robella 2 Pink e Mariachi Carmine.
- O fertilizante KNO₃ 13-00-46 se destacou pelo preço acessível e plantas de lisianthus de qualidade cultivadas em vaso.
- O uso de 12 mg i.a./vaso de PBZ resultou em plantas com características adequadas às exigências do mercado para as variedades Casablanca e Lavander Mariachi.
- A aplicação de PBZ até 16 mg i.a./vaso na variedade Robella 2 Pink não foi suficiente para controle de altura ideal para comércio de planta envasada.
- Mariachi Carmine não mostrou respostas constantes quando aplicadas doses do PBZ.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M.R. & DALMOLIN, R.S.D., eds. **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1997. p.76- 111.
- ALVES, C.M.L. **Production and post-harvest of lisianthus cut flowers cultivated in a greenhouse**. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Plantas daninhas, Alelopatia, Herbicidas e Resíduos; Fisiologia de culturas; Manejo pós-colheita de) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- ANACLETO, A.; NEGRELLE, R.R.B.; MURARO, D.; TOYOFUKO, T.M. Profile and behavior of the bromeliads consumer in Paraná State - Brazil. **Business Management Review**, 2014. 5:12-19.
- ANDERSEN, A.S.; ANDERSEN, L. Growth regulation as a necessary prerequisite for introduction of new plants. **Acta Horticulture**, v. 541, p.183-193, 2000.
- BACKES, F.A.A.L. **Cultivo de lisianto (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnery) para corte de flor em sistemas convencional e hidropônico**. 2004. 119f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2004.
- BACKES, F.A.A.L.; BARBOSA, J.G.; BACKES, R.L.; RIBEIRO, J.M.O.; FINGER, F.L.; BARBOSA, M.S. Cultivo de lisianto para flor-de-corte sob diferentes tipos de poda. **Bioscience Journal**, v. 24, n.3, 2008.
- BAÑÓN, S.; GONZÁLES, A.; CANO, E.A.; FRANCO, J.A.; FERNÁNDEZ, J.A. Growth, development and colour response of potted *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan to paclobutrazol treatment. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.94. p.371-377, 2002.
- BARBOSA, J.G., GROSSI, J.A.S., BORÉM, A. **Crisântemo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, CEAD, 2019.
- BARRET, J.E.; BARTUSKA, C.A.; NELL, T.A. Comparison of paclobutrazol drench and spike applications for height control of potted floriculture crops. **HortScience**, Alexandria, v.29, p.893-895, 1994.
- BARROSO, P.A. et al. Analysis of segregating generation for components of seedling and plant height of pepper (*Capsicum annuum*) for medicinal and ornamental purposes. **Acta Hort**. 953: 269-275. 2012.
- BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H., eds. **Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, POTAFOS, 1993. p.63-131.
- CAMARGO, M.S.; SHIMIZU, L.K.; SAITO, M.A.; KAMEOKA, C.H.; MELLO, S.C.; CARMELLO, Q.A.C. Crescimento e absorção de nutrientes pelo lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivado em solo. **Hortic. Bras.**, Brasília, v.22, n.1, p.143-146, 2004.

CARVALHO, M.A. **Retardantes de crescimento na produção, qualidade e plasticidade anatômica de roseiras de vaso**. 2010. 54f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2010.

COCHRAN, R.C.; FULCHER, A. Type and rate of plant growth regulator influence vegetative, floral growth, and quality of little Lime™ Hydrangea. **Hort Technology**, v.23, p.306-311, 2013.

COOPERATIVA VEILING HOLAMBRA. **Critério de classificação lisianthus de vaso**. Disponível em: <<http://veiling.com.br/uploads/padrao/lisianthus-fv.pdf>>
Consultado: 28/jul/2019.

CORR, B.; KATZ, P. A grower's guide to lisianthus production. **FloraCulture International**, v.7, p.16-20, 1997.

FRANÇA, C.F.M. et al. Evaluation of paclobutrazol application method on quality characteristics of ornamental pepper. **Ornamental Horticulture**, v.23, p.307-310, 2017.

FRANCESANGELI, N.; MARINANGELI, P.; CURVETTO, N. Paclobutrazol for height control of two *Lilium* L.A. hybrids grown in pots. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.5, p.425-430, 2007.

GENT, M.P.N. Paclobutrazol or uniconazol applied early in the previous season promotes flowering of field-grown *Rhododendron* and *Kalmia*. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v.14, p.205-210, 1995.

GRUSZYSNSKI, C. Informações básicas para o cultivo comercial do Lisianto ou Eustoma para corte. **Ascar/Emater- RS**, Gramado, fevereiro. 2007.

HALLAIRE, M.M.; BRICHAMBAUT, M.C.P.; GOILLT, M.C. **Tehique d'étude des facteurs physiques de la biosphere**. Paris: ENRA, 1970. 543p.

HAZARIKA B.N.; PARTHASARATHY V.A.; NAGARAJU V. Action of paclobutrazol in acclimatizing micropropagated citrus plantlets. **Indian Journal for Agricultural Research**, 36: 57-60, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR. **Mercado interno**. 2018.

ISLAM, N.; PATIL, G.G.; GISLEROD, H.R. Effect of photoperiod and light integral on flowering and growth of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. **Scientia Horticulturae**, 103: 441-451, 2005.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, n. 2, p. 115-120, out. 2014.

KATZ, I. **Fertirrigação com diferentes doses de nitrogênio, em plantas de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.)**. 2004. xx, 137 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/103435>>.

KAWABATA, S.; YOKOO, M.; NII, K. Quantitative analysis of corolla shapes and petal contours in single-flower cultivars of lisianthus. **Sci. Hortic.** 121, 206–212, 2009.

LUGASSI-BEN-HAMO, M.; KITRON, M.; BUSTAN, A.; ZACCAI, M. Effect of shade regime on flower development, yield and quality in lisianthus. **Sci. Hortic.** 124,248–253, 2010.

MAINARDI, J.C.C.T. **Reducing the growth of plants chrysanthemum and lisianthus cultured in pot.** 2013. 145 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 3.ed London: Elsevier, 2012. 643p.

MATEUS, C.A.D; BOGIANI, J.C.; SELEGUINI, A.; CASTILHO, R.M.M.; FARIA JUNIOR, J.A.F. Estratégias para redução de girassol ornamental para comercialização em vaso. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 681-687, Sept. 2009.

MATIELLO, H. N. **Influence of growth retardants and light in the production of potted chrysanthemum.** 2009. 104 f. Tese (Doutorado em Plantas daninhas, Alelopatia, Herbicidas e Resíduos; Fisiologia de culturas; Manejo pós-colheita de) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

MEDEIROS, P.R.F.; DUARTE, S.N.; SILVA, E.F.F. Eficiência do uso de água e de fertilizantes no manejo de fertirrigação no cultivo do tomateiro sob condições de salinidade do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.2, p.344- 351, abr./jun. 2012.

MILANDRI, S.G.; LAUBSCHER, C.P.; NDAKIDEMI, P.A. Hydroponic culture of *Gladiolus tristis*: Application of paclobutrazol for flowering and height control. **African Journal of Biotechnology**, Victoria Island, v.7, p239-243, 2008.

MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 45-51. (Documentos, 70).

NACHTIGALL, G.R.; RAIJ, B. van. Análise e interpretação do potássio no solo. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed.). Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: **Associação Brasileira para Pesquisa de Potássio e do Fósforo**, 2005.cap. 5, p.93-118.

NAVARRO, A.; SANCHEZ-BLANCO, M.A.; BAÑON, S. Influence of paclobutrazol on water consumption and plant performance of *Arbutus unedo* seedlings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.111, p.133-139, 2007.

NETO, D.A. Fertirrigação de flores no Brasil. In: FOLEGATII, M.V. et al. Fertirrigação – Flores, Frutas e Hortaliças. **Guaíba: Agropecuária**, p.319-331, 2001.

NEVES, M.B. **Zinco e retardante de crescimento no desenvolvimento de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) CV. Sumbrighth cultivado em solução nutritiva.** Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu 2008.

PARADISO, R.; FIORENZA, S.; AD DE PASCALE, S. Light requirements for flowering of lisianthus. **Acta Horticulture** (ISHS) 801:1155-1160. 2008.

PINTO, A.C.R.; RODRIGUES, T.J.D.; LEITE, I.C.; BARBOSA, J.C. Growth retardants on development and ornamental quality of potted Lilliput' *Zinnia elegans* Jacq. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, p.337-345, 2005.

PINTO, A.C.R.; GRAZIANO, T.T.; BARBOSA, J.C.; LASMAR, F.B. Retardadores de crescimento na produção de plantas floridas envasadas de açafraão-da-cochinchina. **Bragantia**, Campinas, v.65, p.369-380, 2006.

RADEMACHER W. Growth retardants: effects on Gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology**, 51: 501-531, 2000.

RADEMACHER, W. Plant Growth regulators: backgrounds and uses in plant production. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.34, p.845-872, 2015.

RIBEIRO, W. S. **Ação do paclobutrazol e do 1-MCP sobre a qualidade de espécies ornamentais de Capsicum**. 2016.. 72f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.

SAEG. 2007. **Sistema para análises estatísticas**. Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV, 2007 CD Rom.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia das plantas**. 4ed. Editora Cengage Learning. São Paulo, 2012. 774p.

STARMAN, T.W.; WILLIAMS, M.S. Growth retardants affect growth and flowering of scaevola. **HortScience**, Alexandria, v. 35, n. 1, p. 36-38, Feb. 2000.

SEBRAE. SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Flores e plantas ornamentais do Brasil**. Brasília-DF: SEBRAE, 2015. 44 p. (Estudos mercadológicos).

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; AZEVEDO NETO, A.D.; SANTOS, V.F. Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. **Acta botânica brasileira**. Porto Alegre, v.17, n.2, p.231-246. 2003.

SILVA, C.deF.B.da; CARVALHO, A C.P.P.de; CASTRO, A.C.R.de; TANIGUCHI, C.A.K.; DIAS, N.daS.; MIRANDA, F.R.de; PASTORI, P.L.; ALVES, F.H.N.daS.; CAMPOS, A.S. **Produção de antúrio para folhagem em vaso**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2019. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular técnica, 48).

SOUSA NETO, O.N. **Limites de umidade e concentrações de potássio na solução do solo no cultivo do lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) fertirrigado em ambiente protegido**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2017. doi:10.11606/T.11.2017.tde-19052017-111115. Acesso em: 2019-07-28.

STYER, R.C. Maximizing chemical growth retardants. **Greenhouse Product News**, v.13, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

WANDERLEY, C.S.; FARIA, R.T.; REZENDE, R. Crescimento de girassol como flor em vaso em função de doses de paclobutrazol. **Revista Ceres**, v. 61, n. 1, p. 35- 41, 2014.

7. ANEXOS

Anexo A – Características químicas dos substratos após ciclo de cultivo de lisianthus em diferentes fontes de fertilizantes.

Fertilizante	Variedade	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	P-Rem
		H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³						%	mg L ⁻¹			
KNO ₃ 13-00-46	Casablanca	6,5	104,18	760	7,74	3,01	0	5,61	12,69	12,69	21,93	57,9	0	33,59
	Lavander Mariachi	6,8	113,99	730	7,19	2,59	0	7,26	11,65	11,65	18,91	61,6	0	34,86
	Robella 2 Pink	6,5	110,66	650	7,95	2,97	0	7,59	12,58	12,58	20,17	62,4	0	33,59
	Mariachi Carmine	6,7	104,18	610	7,21	2,78	0	6,93	11,55	11,55	18,48	62,5	0	34,86
10-10-10	Casablanca	6,3	110,66	380	7,82	2,93	0	8,25	11,72	11,72	19,97	58,7	0	36,24
	Lavander Mariachi	6,5	113,99	350	8,16	2,74	0	7,92	11,80	11,80	19,72	59,8	0	36,24
	Robella 2 Pink	6,3	113,99	350	7,67	2,85	0	8,58	11,42	11,42	20,00	57,1	0	36,24
	Mariachi Carmine	6,4	110,66	360	7,39	2,79	0	7,59	11,10	11,10	18,69	59,4	0	36,24
20-5-20	Casablanca	6,2	139,34	310	8,03	2,94	0	8,91	11,76	11,76	20,67	56,9	0	37,73
	Lavander Mariachi	6,2	151,46	300	8,02	2,89	0	9,90	11,68	11,68	21,58	54,1	0	34,86
	Robella 2 Pink	5,9	147,32	320	8,26	3,03	0	10,23	12,11	12,11	22,34	54,2	0	36,24
	Mariachi Carmine	5,9	160,05	300	7,90	2,85	0	10,23	11,52	11,52	21,75	53,0	0	36,24
Peters 10-5-10	Casablanca	5,9	147,32	480	8,62	2,86	0	10,56	12,71	12,71	23,27	54,6	0	36,24
	Lavander Mariachi	6,1	143,28	400	8,16	2,65	0	9,24	11,85	11,85	21,09	56,2	0	34,86
	Robella 2 Pink	6,1	151,46	500	8,06	2,81	0	11,55	12,15	12,15	23,70	54,9	0	36,24
	Mariachi Carmine	6,1	128,01	380	7,98	2,71	0	9,57	11,66	11,66	21,23	54,9	0	36,24

Anexo B – Teores de nutrientes nas folhas de quatro variedades de lisianthus cultivados em quatro fontes de fertilizantes.

Fertilizante	Variedade	Macronutrientes - dag/kg (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
KNO ₃ 13-00-46	Casablanca	2,41	0,22	2,90	0,30	0,55	0,74
	Lavander Mariachi	2,27	0,20	2,30	0,19	0,39	0,38
	Robella 2 Pink	1,40	0,15	2,20	0,16	0,28	0,30
	Mariachi Carmine	2,63	0,21	2,32	0,08	0,40	0,39
10-10-10	Casablanca	2,27	0,18	2,72	0,24	0,49	0,56
	Lavander Mariachi	2,24	0,15	2,16	0,20	0,35	0,35
	Robella 2 Pink	1,62	0,16	2,04	0,20	0,31	0,31
	Mariachi Carmine	2,10	0,16	2,48	0,13	0,36	0,39
20-5-20	Casablanca	1,88	0,18	2,40	0,24	0,46	0,73
	Lavander Mariachi	2,49	0,19	2,16	0,18	0,38	0,36
	Robella 2 Pink	1,46	0,16	1,72	0,14	0,25	0,32
	Mariachi Carmine	1,65	0,15	2,28	0,15	0,39	0,50
Peters 10-5-10	Casablanca	3,08	0,23	3,12	0,27	0,54	0,77
	Lavander Mariachi	3,33	0,21	2,04	0,22	0,41	0,37
	Robella 2 Pink	2,21	0,20	2,20	0,18	0,34	0,37
	Mariachi Carmine	3,50	0,24	2,68	0,14	0,43	0,37