



**KARINA VOLPI FURTINI BOLDRIN**

**SISTEMAS HIDROPÔNICOS E APLICAÇÃO DE  
REGULADORES DE CRESCIMENTO EM  
*Zantedeschia spp.***

**LAVRAS – MG**

**2014**

**KARINA VOLPI FURTINI BOLDRIN**

**SISTEMAS HIDROPÔNICOS E APLICAÇÃO DE REGULADORES DE  
CRESCIMENTO EM *Zantedeschia spp.***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutora.

Orientadora

Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

**LAVRAS – MG**

**2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Boldrin, Karina Volpi Furtini.

Sistemas hidropônicos e aplicação de reguladores de crescimento em *Zantedeschia* spp. / Karina Volpi Furtini Boldrin. – Lavras : UFLA, 2014.

74 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva.

Bibliografia.

1. *Zantedeschia aethiopica*. 2. Hidroponia. 3. Callas. 4. Flurprimidol. 5. Paclobutrazol. I. Universidade Federal de Lavras.  
II. Título.

CDD – 635.93464

**KARINA VOLPI FURTINI BOLDRIN**

**SISTEMAS HIDROPÔNICOSE APLICAÇÃO DE REGULADORES DE  
CRESCIMENTO EM *Zantedeschia spp.***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutora.

APROVADA em 17 de novembro de 2014.

Dra. Káthia Fernandes Lopes Pivetta	UNESP/ Jaboticabal
Dr. Paulo Roberto Corrêa Landgraf	UNIFENAS
Dr. Amauri Alves de Alvarenga	UFLA
Dr. Jacinto de Assunção Carvalho	UFLA

Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

Orientadora

**LAVRAS – MG**

**2014**

*Aos meus pais, Eduardo e Marly...*

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço inicialmente a Deus. Sem Ele minha vida não faria sentido.

Agradeço aos meus pais e, neste caso, todas as palavras são desnecessárias, apenas o amor que comungamos nos une e nos torna família. Não há dimensão maior que a do sentimento AMOR que sinto por vocês.

Agradeço ao Paulo, meu esposo, que divide os momentos em família comigo, e preenche a parte da vida que me faltava.

Agradeço à Isabela, exemplo de confiança e amor. Sinto-me segura ao seu lado e tenho por você um enorme orgulho! Ao Ciro, obrigada por compartilhar bons momentos, e ao Otávio, obrigada por se tornar tão especial em tão pouco tempo! Amo vocês!

Vó Dindinha, Vô Nelson e Vó Tetê... avós são para nós eternos e se tornam sempre exemplos de vida! Com vocês não é diferente, obrigada pelos grandes ensinamentos!

Prof. Dra. Patrícia Paiva, acredito que o amor que tenho pela área do conhecimento que nos dedicamos se deve a você. Obrigada por ser um grande exemplo na minha vida, obrigada por traçar caminhos de sucesso na minha carreira. Obrigada por confiar em mim e acreditar que juntas, pelo prazer de trabalhar com as flores, poderemos fazer algo mais pela floricultura do nosso país.

Obrigada ao CNPq e a Capes, que me concederam a oportunidade de fazer o doutorado na Universidade Federal de Lavras e participar do programa de doutorado sanduíche na Cornell University.

Obrigada ao Prof. Dr. Neil Matsson, que me acolheu em um momento delicado, em um país culturalmente diferente de tudo que eu havia conhecido. Obrigada por não deixar que a dificuldade com o idioma se tornasse uma

barreira e, muito pelo contrário, obrigada por abrir as portas de um caminho repleto de conhecimentos! Ao Prof. Dr. William Bill Miller, meus sinceros agradecimentos pelo trabalho que desenvolvemos juntos na Cornell University.

Obrigada a todos que fazem parte da minha vida, que preenchem os meus dias de alegria, que me fazem perceber que a vida só faz sentido quando estamos rodeados de tudo que nos faz sentir o amor... Obrigada aos amigos, aos familiares, aos amigos do NEPAFLOR, em especial à Sabrina, Mariel, Thaís e Gabriela que muito contribuíram durante o desenvolvimento dos experimentos. Obrigada a todos que de alguma forma se fizeram presentes...

Enfim... Acredito que ainda tenho muito a agradecer!

## **BIOGRAFIA**

KARINA VOLPI FURTINI BOLDRIN, filha de Antonio Eduardo Furtini Neto e Marly Volpi de Abreu Furtini, nascida em 30 de agosto de 1987, na cidade de Lavras, MG. Coursou o Ensino Fundamental e o Ensino Médio no Instituto Presbiteriano Gammon, na cidade de Lavras, MG, de 1995 a 2005. Em 2006, ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Lavras, graduando-se em 2010. Iniciou o trabalho com floricultura e plantas ornamentais no início da graduação e tornou-se bolsista de Iniciação Científica do setor de Paisagismo e Floricultura do Departamento de Agricultura da UFLA sob a orientação da Profa. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva. Desenvolveu trabalhos com as culturas do copo-de-leite, bromélia e kalanchoe. Estagiou, em 2009, no viveiro Bela Vista Florestal, localizado em Campo Belo, MG, onde trabalhou com produção de mudas de eucalipto clonal, cedro australiano e espécies florestais nativas. No mesmo ano, estagiou na empresa Terra Viva, em Tapira, MG, onde acompanhou todo o processo de produção de lírio e callas. Durante a graduação, tornou-se integrante do Núcleo de Estudos em Paisagismo e Floricultura, desenvolvendo as funções de membro, secretária e presidente. Participou das comissões organizadoras do 4º, 5º e 6º Simpósio Internacional de Paisagismo, cursos de arranjos florais e ciclo de palestras em paisagismo e floricultura. Em 2010, ingressou no curso de mestrado em Agronomia/Fitotecnia, na área de concentração Produção Vegetal na Universidade Federal de Lavras, concluindo-o em fevereiro de 2012. No mesmo ano, ingressou no doutorado pelo mesmo programa e de 2013 a 2014 desenvolveu uma parte das atividades do doutorado na Cornell University, em Ithaca, NY, Estados Unidos. Desenvolveu trabalhos relacionados à produção de copo-de-leite em sistemas hidropônicos, aplicação de reguladores de crescimento em callas e respostas das plantas de copo-de-leite à aplicação de silício. Concluiu o doutorado em novembro de 2014.



## RESUMO

O cultivo de plantas em sistemas hidropônicos e a aplicação de reguladores de crescimento em algumas espécies ornamentais são alternativas de produção e manejo que visam a atender as exigências do mercado quanto à qualidade dos produtos. No presente estudo foram realizados dois estudos, nos quais se objetivaram avaliar a viabilidade de sistemas hidropônicos no desenvolvimento vegetativo do copo-de-leite e investigar o efeito de doses de flurprimidol e paclobutrazol no crescimento e desenvolvimento de sete cultivares de callas para vaso. No primeiro estudo, utilizaram-se dois sistemas hidropônicos como alternativas para o desenvolvimento vegetativo do copo-de-leite. No sistema semi-hidropônico o experimento foi instalado em esquema fatorial 2 x 4 (soluções x substratos). Os substratos utilizados foram fibra de coco, areia, vermiculita e segmentos de espuma fenólica. No sistema de fluxo e refluxo o experimento constituiu-se de um fatorial 2 x 3 (soluções x substratos), sendo testados vermiculita, fibra de coco e argila expandida. Nos dois sistemas, as soluções nutritivas utilizadas foram as recomendadas para a produção de hortaliças folhosas e de frutos. Os substratos vermiculita e areia, e fibra de coco, nos sistemas semi-hidropônico e de fluxo e refluxo, respectivamente, proporcionaram melhor desenvolvimento das plantas, o que sugere o potencial de uso desses sistemas para o cultivo do copo-de-leite. No segundo estudo, objetivou-se investigar o efeito de doses de paclobutrazol e flurprimidol aplicados no substrato na resposta em crescimento de 7 cultivares de callas. Utilizaram-se 5 doses de reguladores de crescimento (0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 mg.L<sup>-1</sup>) e dois produtos comerciais, Piccolo e Topflor, os quais contêm flurprimidol e paclobutrazol na sua composição, respectivamente. Foram utilizados 5 tubérculos de cada cultivar em delineamento inteiramente casualizado. Todas as cultivares responderam a doses de reguladores de crescimento para o controle da altura, a cultivar Santa Fé não respondeu a doses de reguladores de crescimento para a altura da haste floral, e o paclobutrazol foi mais efetivo para controlar essa característica. A altura da espata diminuiu com o aumento das concentrações de reguladores de crescimento apenas para a cultivar Captain Roxy e menor número de flores foi observado nas plantas das cultivares Captain Roxy e Santa Fé. Ambos os reguladores de crescimento são recomendados para a cultura.

Palavras-chave: *Zantedeschia aethiopica*, solução nutritiva, cultivo sem solo, reguladores de crescimento de plantas, bulbosas, callas.

## ABSTRACT

The use of hydroponic systems and the applications of plant growth regulators are alternatives to produce and manage some ornamental species, that intend achieve high quality to the marketplace. In this study were done two studies. The aims were to evaluate the viability of two hydroponic systems and different substrates to calla lily development and to investigate the effect of flurprimidol and paclobutrazol rates in growth and development of *Zantedeschia*. In the first study were studied hydroponic systems as an alternative to vegetative development of calla lily. In the semi-hydroponic system the experiment was installed in a factorial design 2 x 4 (solutions x substrates). The substrates were coconut fiber, sand, vermiculite and fragments of fenolic foam. In the system Ebb and Flood, the factorial design was 2 x 3 (solutions x substrates), and the substrates were vermiculite, coconut fiber and expanded clay. In both systems, the nutrient solutions were the recommended to produce leaf and fruit vegetables. After 75 days, were evaluated growth characteristics. Vermiculite and sand in the semi-hydroponic system, and coconut fiber in the Ebb and Flood system promoted the best plant development, which means that both systems are recommended to produce calla lily. In the second study the aim was to investigate paclobutrazol and flurprimidol rates applied by media drench in growth response of seven *Zantedeschia* cultivars. It was tested five concentrations of plant growth regulators (0, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 mg/pot) of two commercial products: Piccolo (flurprimidol) and Topflor (paclobutrazol). Five tubers of each cultivar were used for each treatment in a completely randomized arrangement. All cultivars responded to the rates of plant growth regulators for height control. The cultivar Santa Fe did not respond to the rates of growth regulators for floral stem height, and paclobutrazol were more effective to control this measurement. The spathe height decreased in heigher concentrations of growth regulators just for the cultivar Captain Roxy, being lower flower number observed for this cultivar as well as for the Santa Fe. Both flurprimidol and paclobutrazol can be recommended to control calla lily growth.

Keywords: *Zantedeschia aethiopica*, nutrient solution, soilless system, plant growth regulators, calla lily, bulbous plants.

## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
<b>2.1</b>	<b>Floricultura</b> .....	13
<b>2.2</b>	<b>Plantas bulbosas</b> .....	15
<b>2.3</b>	<b>Gênero <i>Zantedeschia</i></b> .....	16
<b>2.3.1</b>	<b>Copo-de-leite</b> .....	16
<b>2.3.2</b>	<b>Callas</b> .....	17
<b>2.4</b>	<b>Sistemas de produção</b> .....	18
<b>2.5</b>	<b>Uso de reguladores de crescimento</b> .....	19
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	22
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS</b>	
	<b>ARTIGO 1 Efetividade de sistemas hidropônicos para a produção de mudas de copo-de-leite</b> .....	27
	<b>ARTIGO 2 Growth Response of <i>Zantedeschia</i> cultivars to Flurprimidol and Paclobutrazol</b> .....	51

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado mundial de flores e plantas ornamentais encontra-se em plena expansão e no Brasil, as dimensões do território, aliado à diversidade de climas e ecossistemas, favorecem a implantação de uma floricultura diversificada (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008). Há várias formas de exploração e diversidade de cultivo no setor, incluindo a produção de flores de corte e de vaso, produção de folhagens, viveiros de produção de mudas para jardim, além da produção de sementes e bulbos (BONGERS, 1995; LANDGRAF; PAIVA, 2009a, 2009b).

Dentre as espécies ornamentais bulbosas mundialmente comercializadas, destacam-se o copo-de-leite e as callas, também conhecidas como copo-de-leite colorido, os quais são muito apreciados pela versatilidade de uso e beleza das inflorescências. Ambos podem ser utilizados como flores de corte e na composição de jardins e as callas, também, podem ser comercializadas em vasos (CARNEIRO et al., 2012).

O cultivo de copo-de-leite, apesar de exigir um baixo investimento para implantação e manutenção, aliado à alta rentabilidade por área cultivada, os produtores têm detectado problemas na produção da espécie, como sazonalidade e doenças bacterianas, especialmente *Pectobacterium carotovorum* (ALMEIDA; PAIVA, 2012). São poucas as informações referentes às alternativas de manejo da produção do copo-de-leite, incluindo técnicas de cultivo, que visem contornar os principais fatores que comprometem a produção da espécie. A adoção do cultivo hidropônico propicia vantagens em relação ao cultivo convencional, destacando-se maior qualidade do produto colhido, crescimento mais rápido, economia de tempo e trabalho, redução da incidência de doenças, além da possibilidade de cultivo durante todo ano (CASTELLANE; ARAÚJO, 1995).

A comercialização de flores e plantas ornamentais está necessariamente atrelada à alta qualidade dos produtos (VEATCH-BLOHM; MALINOWSKI; KEEFER, 2012). Para atingir padrões de comercialização, algumas técnicas de manejo de espécies ornamentais alteram o desenvolvimento natural das plantas. A aplicação de reguladores de crescimento sintéticos em callas, por exemplo, regula a altura das plantas (TJIA; MCKAY, 1985), as quais podem atingir até 80 cm de altura em condições naturais (CARNEIRO et al., 2012), valor esse que inviabilizaria a comercialização das espécies como planta de vaso e não atenderia as exigências do mercado consumidor. O cultivo de callas, por ser uma atividade recente no Brasil, há escassez de informações acerca dessas espécies no país.

Visando a identificar alternativas de produção e manejo de plantas do gênero *Zantedeschia*, objetivou-se avaliar a viabilidade de dois sistemas hidropônicos para o desenvolvimento vegetativo do copo-de-leite e investigar o efeito de doses de flurprimidol e paclobutrazol no desenvolvimento de sete cultivares de callas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Floricultura**

O agronegócio floricultura envolve a produção e comercialização de plantas ornamentais, flores de corte e envasadas, além da produção de sementes, bulbos e mudas de espécies de grande porte. É uma atividade que exige emprego de tecnologia, conhecimento técnico dos produtores, aliado a um eficiente sistema de transporte e comercialização (PEREIRA; MELO; DIAS, 2006; CORRÊA; PAIVA, 2009).

A demanda por espécies ornamentais tem tido um expressivo crescimento nos últimos anos, e o consumidor tem sido cada vez mais exigente quanto à qualidade e diversidade dos produtos. O sucesso de qualquer produção está relacionado com a máxima eficiência e a obtenção de produtos com alta qualidade comercial (BENEDETTO, 2004).

O mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais foi marcado por significativas expansões, tanto no mercado interno quanto no âmbito internacional. Esse notável desenvolvimento permitiu caracterizá-la como uma das atividades hortícolas mais promissoras dentre as demais do agronegócio nacional (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008). Destacam-se como fatores que favoreceram a expansão do agronegócio floricultura no Brasil o aumento do mercado consumidor, a possibilidade de lucro com a atividade, além do aproveitamento das áreas marginais, que permitem a produção diversificada em pequenas áreas e geram significativo emprego de mão de obra (MARQUES et al., 2004). A diversidade de solo e clima do país permite o cultivo de grande número de espécies ornamentais (CORRÊA; PAIVA, 2009), o que confere aos produtores a possibilidade de se firmarem no mercado internacional. Além disso, em virtude do alto valor comercial dos seus produtos e ao ciclo de flores e plantas ornamentais ser considerado relativamente curto, há a possibilidade de rápido retorno econômico para os produtores (TERRA; ZÜGE, 2013).

A qualidade visual das plantas e a produtividade são particularmente importantes para espécies ornamentais (VEATCH-BLOHM; MALINOWSKI; KEEFER, 2012), as quais determinam, principalmente, o preço de comercialização das mesmas. Assim como para todas as culturas, é preciso levar em consideração as exigências das plantas quanto à luminosidade, temperatura, água e nutrientes. Além disso, cada espécie exige técnicas de manejo particulares, a fim de que alcancem alta qualidade e atendam às exigências do mercado consumidor.

O mercado interno de flores e plantas ornamentais no Brasil caracteriza-se por baixo índice de consumo per capita, pequeno número relativo de compradores frequentes, compras centradas em produtos tradicionais e forte concentração de demanda em datas especiais como Dia das Mães, Finados e Dia dos Namorados (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008).

A diversidade de produtos ornamentais permite dividir o setor em categorias, como flores e folhagens de corte, plantas de folhagem ornamental produzidas em vasos, plantas anuais e bianuais produzidas em vasos e plantas perenes, arbustos e árvores para ornamentação (BENEDETTO, 2004). Dentre os segmentos da floricultura, a produção de plantas bulbosas, tanto para flores envasadas como para flores de corte, representa um mercado em expansão, mas que exige informações para o aprimoramento dos cultivos.

## **2.2 Plantas bulbosas**

As plantas bulbosas apresentam órgãos de armazenamento de reservas, que permitem a sobrevivência no solo como um órgão latente e, em razão das substâncias de reserva, desenvolve-se vegetativamente em resposta a condições ambientais favoráveis (BENEDETTO, 2004). Incluem-se nesse grupo muitas plantas ornamentais, como copo-de-leite e callas, que possuem rizomas e tubérculos, respectivamente, como órgãos de reserva.

O mercado de plantas bulbosas tem crescido, significativamente, nos últimos anos, especialmente no Brasil. A exportação brasileira de bulbos, tubérculos, rizomas e similares correspondeu a mais da metade das exportações nacionais do setor de floricultura, totalizando US\$ 14,54 milhões (JUNQUEIRA; PEETZ, 2013). A Holanda é o país que lidera a produção mundial de bulbos, especialmente por causa do clima temperado que favorece o cultivo comercial dessas espécies (BENSCHOP et al., 2010).

### 2.3 Gênero *Zantedeschia*

As plantas do gênero *Zantedeschia* são divididas em dois grupos. O primeiro grupo é formado por plantas da espécie *Zantedeschiaaethiopica*, ou popularmente conhecida como copo-de-leite branco. Segundo Kuehny (2000), esse grupo é caracterizado por plantas que florescem durante o inverno e não perdem suas folhas durante o período de temperaturas mais baixas. O segundo grupo de *Zantedeschia spp.* é constituído por espécies de plantas decíduas, as quais perdem suas folhas durante o inverno e compreende as espécies de callas.

#### 2.3.1 Copo-de-leite

*Zantedeschiaaethiopica*, popularmente conhecida como copo-de-leite, é uma das espécies ornamentais nativas da África do Sul mais atrativas, utilizadas tanto como planta de jardim, planta envasada, como flor de corte. É uma planta herbácea perene florífera que apresenta em média 0,60 a 1,0m de altura e rizomas vigorosos. As inflorescências são formadas pela espata de coloração branca, a qual protege a espádice, de coloração amarela (ALMEIDA; PAIVA, 2012).

O copo-de-leite é uma espécie adaptada a condições de clima ameno, e o florescimento cessa ou é drasticamente reduzido quando em temperaturas elevadas (Almeida e Paiva, 2012).

É considerado o símbolo da pureza e apreciado, principalmente, na ornamentação de casamentos e confecções de buquês de noiva (ALMEIDA; PAIVA, 2012).

O copo-de-leite é umas das principais flores de corte cultivadas no estado de Minas Gerais (LANDGRAF; PAIVA, 2009a). Porém, os produtores



têm detectado algumas dificuldades na produção dessa espécie, como a sazonalidade de produção e problemas fitossanitários, destacando-se a infecção bacteriana ocasionada pela *Pectobacterium carotovorum* (Sin.: *Erwinia carotovora*) (ALMEIDA; PAIVA, 2012). Além disso, a dificuldade de aquisição de mudas de qualidade é um entrave na produção da espécie, o que impede, muitas vezes, que o copo-de-leite seja produzido em larga escala.

### 2.3.2 Callas

Callas, também conhecidas como copo-de-leite colorido, correspondem às espécies do gênero *Zantedeschia*, nativas da África (CARNEIRO et al., 2012), as quais são muito apreciadas em função da diversidade de coloração das inflorescências.

Como apresentado na seção anterior, as plantas de callas se enquadram no segundo grupo de classificação do gênero *Zantedeschia*. Esse grupo compreende as espécies *Z. albomaculata*, *Z. elliotiana*, *Z. jucunda*, *Z. odoratum*, *Z. pentlandii* e *Z. rehmannii*, as quais se caracterizam pelo florescimento durante a primavera e verão e pela senescência completa das folhas durante o inverno, quando ocorre o amarelecimento completo das mesmas (BLOOMZ, 2002). Essas espécies compreendem uma variedade de cores da inflorescência, que varia em tons de branco, creme, amarelo, coral, vermelho e vinho.

As espécies de callas, assim como o copo-de-leite, podem ser utilizadas como flor envasada, flor de corte ou na ornamentação de jardins, além de haver a possibilidade de comercialização dos tubérculos. Nos Estados Unidos, mais de 95% da produção de espécies de *Zantedeschia* são destinadas a plantas envasadas, enquanto na Europa aproximadamente 80 a 85% são comercializadas como flores de corte (KUEHNY, 2000). No Brasil, a produção de copo-de-leite

colorido destina-se tanto ao mercado de flores de corte quanto à comercialização de flores envasadas.

O cultivo de espécies de callas é relativamente antigo em alguns países e, de acordo com Tjia (1985), na década de 1980, a utilização de híbridos de callas era uma espécie potencial para a produção nos Estados Unidos. Porém, no Brasil, esse cultivo é relativamente recente, iniciando-se em torno do ano 2000, estando a produção concentrada nos estados de São Paulo e Minas Gerais (CARNEIRO et al., 2012).

#### **2.4 Sistemas de produção**

Sistemas de produção que viabilizem a obtenção de flores com alta qualidade estão sendo avaliados, dentre os quais se destacam os sistemas hidropônicos (RODRIGUES; MINAMI; FARINA, 1999; KIM; HAHN; PAEK, 2006; CHEN et al., 2008; PARK; JEONG, 2010;). A técnica hidropônica se caracteriza por fornecer solução nutritiva para as raízes das plantas. E esse aspecto, muitas vezes, tem sido fonte de insucesso para alguns produtores, pois requer formulação e manejo correto das soluções nutritivas (FURLANI et al., 1999).

O sistema de produção com substratos tem ganhado mercado na produção de flores, dentre outras culturas como hortaliças frutíferas. Esse sistema utiliza vasos ou canaletas contendo algum material inerte como areia, espuma fenólica, vermiculita, entre outros, ou seja, algum material que apenas dê suporte ao desenvolvimento das plantas, a solução nutritiva é aplicada sob o material e drenada na parte inferior do sistema, podendo ou não retornar ao tanque de solução (FURLANI et al., 1999). Dentre os sistemas hidropônicos que utilizam substratos, o chamado fluxo e refluxo caracterizam-se pelo baixo consumo de água e controle da lixiviação, o que contribui para a diminuição dos

impactos ambientais (MONTESANO; PARENTE; SANTAMARIA, 2010). O sistema semi-hidropônico, sem retorno da solução aos tanques de armazenamento, além de garantir o fornecimento constante de água e nutrientes às raízes das plantas, impede que doenças veiculadas pela água sejam disseminadas ao longo do processo produtivo. Outros sistemas hidropônicos são, também, utilizados para a produção de flores, como o de fluxo laminar de nutrientes, que minimizam a quantidade e a influência dos substratos de cultivo no crescimento das plantas, além de garantir a oxigenação e hidratação das raízes (MONJE; GARLAND; STUTTE, 2000). De modo geral, os sistemas hidropônicos exigem um acompanhamento contínuo e controle de pH, condutividade elétrica e volume da solução nutritiva, em razão da capacidade limitada de volume de água nos reservatórios (PARADISO et al., 2014).

O sistema de cultivo hidropônico foi adotado rapidamente por viveiristas na Europa, nos Estados Unidos e no Canadá por permitir um melhor controle de fatores relacionados à sanidade, precocidade e produtividade (BISH et al., 1997; DURNER; POLING; MAAS, 2002).

A atual expansão da hidroponia pode ser atribuída à sua capacidade de evitar problemas relacionados com o solo, como o declínio da estrutura ou fertilidade, possibilitando o cultivo em regiões com alta salinidade da água (RAVIV et al., 2002). Além dos ganhos na qualidade dos produtos que, por meio desse sistema de cultivo, tem-se um produto final mais homogêneo, de alta qualidade, tornando-o mais competitivo no mercado.

## **2.5 Uso de reguladores de crescimento**

Produzidos naturalmente pelas próprias plantas, os hormônios (ou fitohormônios) atuam como mensageiros entre as células, o que possibilita o controle do crescimento e do desenvolvimento das plantas (HARTMANN et al.,

1988; TAIZ; ZEIGER, 2009). São oito as classes de hormônios que controlam o desenvolvimento das plantas: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico, brassinosteroides, jasmonatos e silicilatos (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Os reguladores de crescimento, por sua vez, podem ter origem natural ou sintética e, também, atuam no desenvolvimento das plantas (BASRA, 2000).

Além da origem, os reguladores de crescimento sintéticos são classificados quanto ao modo de ação em dois tipos, I e II. Os do tipo I, incluindo a hidrazidamaleica, chlorflurenol, amidochlor e mefluidida, atuam nas plantas inibindo a divisão celular e os do tipo II inibem a biossíntese de ácido giberélico com consequente redução do alongamento celular (WATSCHKE; DIPOLA, 1995; OK et al., 2011). Tanto paclobutrazol quanto flurprimidol são classificados como tipo II.

O avanço e descobertas de novos produtos subdividiram os reguladores de crescimento do tipo II em cinco novas classes de acordo com o seu modo de ação (WATSCHKE; DIPOLA, 1995). Por esta classificação, paclobutrazol e flurprimidol fazem parte da classe B, a qual tem como princípio de atuação a interferência na fase 2 da biossíntese de giberelina, ou seja, bloqueiam a ação da enzima oxidase ent-kaurene, impedindo a formação de ent-kaurenole e, consequentemente, impedem, também, a formação de qualquer tipo de giberelina (McCULLOUGH; LIU; McCARTY, 2005), atuando no controle da altura das plantas. Possuem ação na inibição do desenvolvimento da folha, e baixa atividade na redução da emissão da haste floral (MARCH; MARTINS; McELROY, 2013).

Flurprimidol e paclobutrazol foram testados para controlar o crescimento de espécies ornamentais, como tulipas, lírios, camélias, narcisos, poinsetias e girassol (VERNIERI et al., 2003; KRUG et al., 2006; CURREY; LOPEZ, 2010; CURREY et al., 2012; BERRUTI; SCARIOT, 2013;

SPRZĄCZKA; LASKOWSKA, 2013), entre outras. Mas a resposta das plantas à aplicação dos mesmos varia com o material genético utilizado.

As plantas do gênero *Zantedeschia* respondem favoravelmente à aplicação de reguladores de crescimento para o controle da altura e doses de paclobutrazol entre 2-8 mg.L<sup>-1</sup> eram comumente recomendadas (TJIA, 1985; TJIA; MCKAY, 1985). Mas com os programas de melhoramento e o desenvolvimento de novas cultivares desse gênero, é importante o estudo das respostas das plantas aos efeitos da aplicação de reguladores de crescimento, bem como a concentração que otimiza o efeito dos mesmos, as quais estão associadas ao material genético, incluindo espécies, variedades e cultivares.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. F. A.; PAIVA, P. D. O. Cultivo de copo-de-leite. In: PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. **Cultivo de flores de corte**. Lavras: Editora UFLA, 2012. p. 148-177.

BASRA, A. **Plant growth regulators in agriculture and horticulture**: their role and commercial uses. London: Taylor & Francis, 2000. 264 p.

BENEDETTO, A. **Cultivo intensivo de espécies ornamentales**. 1. ed. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, 2004. 288 p.

BENSCHOP, M. et al. **The global flower bulb industry**: production, utilization, research in horticultural reviews. [S. l.]: J. Wiley, 2010. p. 1-115.

BERRUTI, A.; SCARIOT, V. Efficacy of flurprimidol and peat alternatives on growth control of potted camellias. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 41, n. 4, p. 230-239, Aug. 2013.

BISH, E. B. et al. Development of containerized strawberry transplants for Florida's winter production system. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 439, p. 461-468, 1997.

BLOOMZ. **Bloomz New Zealand**. 2002. Disponível em:  
<[http://www.bloomz.co.nz/crops\\_zant\\_lifecycle.html](http://www.bloomz.co.nz/crops_zant_lifecycle.html)>. Acesso em: 9 out. 2014.

BONGERS, F. J. A economia das flores. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 9, p. 1-4, set. 1995.

CARNEIRO, D. N. M. et al. (Ed.). **Produção de flores de corte**. Lavras: Editora UFLA, 2012. p. 148-177.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. **Cultivo sem solo**: hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43 p.

CHEN, Y. et al. Description of an improved hydroponic research system for screening plants for nutrient abatement in constructed wetlands. **Applied Engineering in Agriculture**, St Joseph, v. 24, n. 5, p. 697-702, 2008.

CORRÊA, P. R.; PAIVA, P. D. O. Agronegócio da floricultura brasileira. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 21, n. 4, p. 253-261, out./dez. 2009.

CURREY, C. J. et al. Substrate drenches containing flurprimidol suppress height of 'nellie white' easter lilies. **Hort Technology**, Alexandria, v. 22, n. 2, p. 164-168, Apr. 2012.

CURREY, C. J.; LOPEZ, R. G. Applying plant growth retardants for height control. **Purdue Horticulture and Landscape Architecture**, Ext. HO-248-W. 2010. p. 1 – 7. Disponível em: <<https://www.extension.purdue.edu/extmedia/HO/HO-248-W.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2014.

DURNER, E. F.; POLING, E. B.; MAAS, J. L. Recent advances in strawberry plug transplant technology. **Hort Technology**, Alexandria, v. 12, p. 545-550, Oct./Dec. 2002.

FURLANI, P. R. et al. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC, 1999. 52 p. (Boletim Técnico).

HARTMANN, H. T. et al. **Plant science: growth, development and utilization of cultivated plants**. 2. ed. New Jersey: Regents/Prentice Hall, 1988. 674 p.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. **Balço do comércio exterior da floricultura brasileira**. Contexto & Perspectivas. 2013. Disponível em: <<http://www.hortica.com.br/artigos>>. Acesso em: 9 out. 2014.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 37-52, mar. 2008.

KIM, S-J.; HAHN, E-J; PAEK, K-Y. Production of chrysanthemum transplants as affected by hydroponic systems, electrical conductivity in nutrient solution, and photosynthetic photon flux. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 47, n. 6, p. 349-352, 2006.

KRUG, B. A. et al. Narcissus response to plant growth regulators. **Hort Technology**, Alexandria, v. 16, n. 1, p. 129–132, jan./mar. 2006.

KUEHNY, J. S. Calla history and culture. **Hort Technology**, Alexandria, v. 10, n. 2, p. 267-274, Apr./June 2000.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. Produção de flores cortadas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 120-126, jan./fev. 2009 a.

LANDGRAF, P. R. C.; PAIVA, P. D. O. Produção de mudas para jardim no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 127-131, jan./fev. 2009 b.

MARCH, S. R.; MARTINS, D.; McELROY, J. S. Growth inhibitors in turfgrass. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 733-747, July/Sept. 2013.

MARQUES, J. M. et al. **Estudos da variabilidade genética entre indivíduos de populações de *Heliconia bihai* e *Heliconia rostrata***. Brasília: Embrapa, 2004. 15 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 69).



McCULLOUGH, P. E.; LIU, H.; McCARTY, L. B. Dwarfbermudagrass responses to flurprimidol and paclobutrazol. **Hort Science**, Wallingford, v. 40, n. 5, p. 1549-1551, Aug. 2005.

MONJE, O.; GARLAND, J.; STUTTE, G. W. **Factors controlling oxygen delivery in ALS hydroponic systems**. Warrendale, PA: SAE Int., 2000. (SAE Technical Paper 2001-01-2425).

MONTESANO, F.; PARENTE, A.; SANTAMARIA, P. Closed cycle subirrigation with low concentration nutrient solution can be used for soilless tomato production in saline conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 124, n. 3, p. 338-344, Apr. 2010.

OK, C.-H. et al. In vitro assessment of *Sclerotinia homoeocarpa* resistance to fungicides and plant growth regulators. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 95, n. 1, p. 51-56, Jan. 2011.

PARADISO, R. et al. Soilless cultivation of soybean for Bioregenerative Life-Support Systems: a literature review and the experience of the MELiSSA Project – Food characterisation Phase I. **Plant Biology**, Stuttgart, v. 16, p. 69-78, Jan. 2014. Supplement, 1.

PARK, J. E.; JEONG, B. B. Flower yield and quality of two rosahybrid cultivars propagated by cutting, direct sticking, and stenting (cutting-graft). **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 51, n. 6, p. 483-486, 2010.

PEREIRA, C. M. M. A.; MELO, M. R.; DIAS, P. B. Cadeia de produção de rosas na região de Barbacena, Estado de Minas Gerais. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 7, p. 22-31, 2006.

RAVIV, M. et al. **Substrates and their analysis**: a agricultural research organization. Wageningen: Department of Ornamental Horticulture, 2002. 77 p.

RODRIGUES, E. J. R.; MINAMI, K.; FARINA, E. Cultivo hidropônico da roseira com recírculo prolongado e com emprego de baixa tecnologia. Piracicaba. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 40, p. 1081-1089, 1999.

SPRZĄCZKA, I.; LASKOWSKA, H. Evaluation of flurprimidol efficiency in pot cultivation of forced tulips. **Acta Scientiarum**, Maringa, v. 12, p. 25-33, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TERRA, S. B.; ZÜGE, D. P. P. O. Floricultura: a produção de flores como uma nova alternativa de emprego e renda para a comunidade de Bagé-RS. **Revista Conexão**, Caxias do Sul, v. 9, n. 2, p. 342-353, 2013.

TJIA, B. Hybrid calla lilies: a potential new crop for Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 95, p. 127-130, 1985.

TJIA, B.; MCKAY, B. R. Growth regulators effect on growth and flowering of *Zantedeschia rehmannii*. **Hort Science**, Wallinford, v. 20, p. 126, 1985.

VEATCH-BLOHM, M. E.; MALINOWSKI, M.; KEEFER, D. Leaf water status, osmotic adjustment and carbon assimilation in colored calla lilies in response to saline irrigation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 144, p. 65-73, 2012.

VERNIERI, P. et al. Effect of cultivar, timing, growth retardants, potting type on potted sunflowers production. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 614, p. 313-318, 2003.

WATSCHKE, T. L.; DIPAOLA, J. M. Plant growth regulators. **Golf Course Managment**, v. 63, n. 3, p. 59-62, 1995.

**ARTIGO 1**

**Efetividade de Sistemas Hidropônicos para o desenvolvimento vegetativo de copo-de-leite**

(Artigo elaborado segundo as normas da revista Journal of Agronomy and Crop Science – Versão preliminar)

## **EFETIVIDADE DE SISTEMAS HIDROPÔNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE COPO-DE-LEITE**

Karina Volpi Furtini Boldrin<sup>1</sup>, Patrícia Duarte de Oliveira Paiva<sup>1\*</sup>, Elka Fabiana Aparecida Almeida<sup>2</sup>, Juliana Victer Caldeira Barbosa<sup>1</sup>, Sabrina Tereza dos Santos Torquetti<sup>1</sup>, Simone Novaes Reis<sup>2</sup>

### **RESUMO**

O cultivo de plantas sem solo é uma alternativa para a produção de flores com alta qualidade, mas a sua efetividade e viabilidade não são conhecidas para todas as espécies. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo do copo-de-leite em sistemas hidropônicos de produção. Foram instalados dois experimentos, e testados dois sistemas hidropônicos, classificados em semi-hidropônico e hidropônico de fluxo e refluxo. No sistema semi-hidropônico o experimento foi instalado em esquema fatorial 2 (soluções) x 4 (substratos). As soluções nutritivas foram as recomendadas para a produção de hortaliças folhosas e hortaliças de frutos. Os substratos testados foram fibra de coco, areia, vermiculita e segmentos de espuma fenólica. No sistema de fluxo e refluxo utilizou-se esquema fatorial 2 (soluções) x 3 (substratos), sendo testados vermiculita, fibra de coco e argila expandida. As soluções nutritivas testadas foram as mesmas recomendadas para produção de hortaliças folhosas e de frutos. Os substratos vermiculita e areia, e fibra de coco, nos sistemas semi-hidropônico e de fluxo e refluxo, respectivamente, promoveram o melhor desenvolvimento vegetativo das plantas de copo-de-leite, avaliadas aos 75 dias, sugerindo o potencial de uso desses sistemas hidropônicos para o cultivo da espécie em ambiente protegido.

**Palavras-chave:** *Zantedeschia aethiopica*, mudas, solução nutritiva, cultivo sem solo.

\* Autor correspondente

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Agricultura, Lavras-MG, 37200-000. kkkfurtini@yahoo.com.br; patriciapaiva@dag.ufla.br

<sup>2</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Fazenda Experimental Risoleta Neves (FERN), São João Del Rei-MG, 36301-360. elka@epamig.br; simonereis@epamig.br

## INTRODUÇÃO

O copo-de-leite é umas das principais flores de corte cultivadas no estado de Minas Gerais. Porém, os produtores têm detectado algumas dificuldades na produção dessa espécie, como a sazonalidade de produção e problemas fitossanitários, destacando-se a infecção bacteriana causada pela *Pectobacterium carotovorum* (Sin.: *Erwinia carotovora*) (LANDGRAF e PAIVA, 2009; ALMEIDA & PAIVA, 2012). Além disso, a dificuldade de aquisição de mudas de qualidade é um entrave na produção da espécie, o que impede, muitas vezes, que o copo-de-leite seja produzido em larga escala.

O cultivo de copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica* L.) em ambiente protegido proporciona condição ideal para a produção intensiva de inflorescências e formação de hastes florais com maior qualidade.

A busca por maior produtividade e a exigência do consumidor quanto à qualidade, principalmente sanidade e nutrição, sugerem um mercado potencial para o cultivo hidropônico de copo-de-leite.

Sistemas hidropônicos de cultivo poderão constituir-se numa solução para os problemas mencionados, os quais podem ser classificados de acordo com a técnica empregada (WATTANAPREENCHA e SUKPRASERT, 2012). Dentre as técnicas hidropônicas empregadas, muitas estão sendo avaliadas como potenciais para a produção de plantas ornamentais (RODRIGUES et al.,1999; KIM et al, 2006; CHEN et al. 2008; PARK e JEONG, 2010).

Os sistemas de cultivo hidropônico sugerem a utilização de substratos esterilizados e apresentam, entre outras vantagens, maior eficiência no uso da água e de nutrientes (FURLANI, 1999), aliados a possibilidade de obtenção de flores de melhor qualidade. O sistema de produção com substratos tem ganhado mercado na produção de flores dentre outras culturas como hortaliças frutíferas por exemplo. O uso de materiais inertes, como areia, espuma fenólica, vermiculita, entre outros, proporciona suporte ao crescimento das plantas (FURLANI et al., 1999).O cultivo de plantas ornamentais em sistema sem solo aumenta a

qualidade e a durabilidade pós-colheita de crisântemo (BARBOSA et al., 2003).

Os substratos para a ancoragem das plantas nos canais de cultivo hidropônico ou em vasos para o cultivo sem solo têm as mais diversas origens, podendo ser inertes ou não (MARTINEZ E BARBOSA, 1999). O emprego de substratos inertes evita a exposição das mudas a patógenos de solo (DURNER et al., 2002; BISH e CANTLIFFE, 2002).

A concentração da solução nutritiva determina a disponibilidade de nutrientes e a absorção de água pelas plantas (COSTA et al., 2001). Mesmo não havendo informações específicas para nutrição mineral de flores, já existem indicações sobre o teor e acúmulo de nutrientes em copo-de-leite (SOUZA et al., 2010; ALMEIDA et al., 2015).

Considerando as vantagens do cultivo hidropônico, aliadas à falta de informações sobre a qualidade de plantas de copo-de-leite (*Zantedeschiaaethiopica*) cultivadas sem solo, objetivou-se avaliar a viabilidade de dois sistemas hidropônicos e diferentes substratos para o desenvolvimento vegetativo dessa espécie.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para avaliar o desempenho do copo-de-leite em diferentes sistemas de produção, foram testados dois sistemas hidropônicos, classificados em sistema hidropônico de fluxo e refluxo e semi-hidropônico.

### **Sistema de fluxo e refluxo**

O sistema hidropônico de fluxo e refluxo consistiu na disposição de vasos em recipientes (caixas) onde foram fornecidos água e fertilizantes por meio de fertirrigação. Nesse sistema, as mudas foram plantadas em vasos colocados dentro de caixas, sendo dois vasos por caixa dispostos em bancadas. Cada caixa recebeu irrigação por meio de tubos, que encheram as mesmas, sendo então a solução absorvida pelos vasos por capilaridade. As soluções nutritivas foram mantidas em caixas individualizadas, externas à casa de vegetação, sendo o pH e a condutividade elétrica frequentemente monitorados. Além das caixas com as soluções, uma caixa com água também foi utilizada, alternando com o fornecimento de soluções. As soluções foram bombeadas para os canais de irrigação por meio de moto-bombas. O sistema foi acionado por um temporizador, duas a três vezes ao dia. O experimento foi instalado em



blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 (substratos) x 2 (soluções nutritivas). Os substratos testados foram fibra de coco, argila expandida e vermiculita. Foram utilizadas 4 repetições, e 4 plantas por parcela.

### **Sistema semi-hidropônico**

O sistema semi-hidropônico consistiu de cultivo em vasos e com fertirrigação. As mudas foram plantadas em substratos inertes e os nutrientes foram fornecidos por meio de fertirrigação, em casa de vegetação, sendo o sombreamento proporcionado por plástico leitoso. O plantio foi realizado em vasos com capacidade de 9 litros, dispostos em bancadas e a irrigação realizada por meio do sistema espaguete. Para o plantio foram utilizados rizomas com diâmetro médio de 3 cm, os quais foram dispostos diretamente nos substratos. Os substratos testados foram fibra de coco, areia, vermiculita e segmentos de espuma fenólica de 5x5x5cm. O circuito hidráulico para movimentação da solução foi individualizado para cada formulação, composto de duas caixas d'água e moto-bombas centrífugas com capacidade de 3,0 m<sup>3</sup>/h. O comando da circulação da solução foi acionado automaticamente uma vez ao dia, no final da manhã. Durante todo o período de cultivo foram monitorados e

mantidos o pH (6,0) e a condutividade elétrica (1,2 ds/m) das soluções nutritivas e as mudas foram mantidas sob condições de irradiância de 250-450  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  e temperatura de 16 a 22°C, adequadas para o bom desenvolvimento das plantas. O experimento foi instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 (soluções) x 4 (substratos), totalizando 8 tratamentos com 4 repetições e 3 plantas por parcela. Em cada vaso foi plantada uma muda. Foi realizada uma avaliação aos 75 dias de cultivo, caracterizando o final do período de desenvolvimento inicial determinado pelo início do florescimento.

### **Solução Nutritiva**

A adubação do copo-de-leite nos dois sistemas foi realizada pela aplicação de solução nutritiva preparada com adubos hidrossolúveis, de acordo com as soluções recomendadas para produção de hortaliças de frutos e hortaliças folhosas, nas seguintes formulações (Tabela 1):

**Tabela1.** Quantidade de nutrientes ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) aplicada de acordo com as diferentes soluções nutritivas.

Nutriente	Quantidade ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	
	SPHFr*	SPHFo**
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	169,00	238,00
<b>P</b>	62,00	62,00
<b>K</b>	311,00	426,00
<b>Ca</b>	153,00	161,00
<b>Mg</b>	43,00	24,00
<b>S</b>	50,00	32,00
<b>Bo</b>	0,20	0,30
<b>Cu</b>	0,03	0,05
<b>Fe</b>	4,30	5,00
<b>Mn</b>	1,10	0,40
<b>Mo</b>	0,05	0,05
<b>Zn</b>	0,30	0,30

Solução para produção de hortaliças de frutos – SPHFr (\*)

Solução para produção de hortaliças folhosas – SPHFo (\*\*)

### Avaliações

Aos 75 dias após o plantio dos rizomas, as mudas foram avaliadas quanto à altura (cm), número, comprimento (cm) e largura (cm) de folhas e emissão de novas brotações.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com o auxílio do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

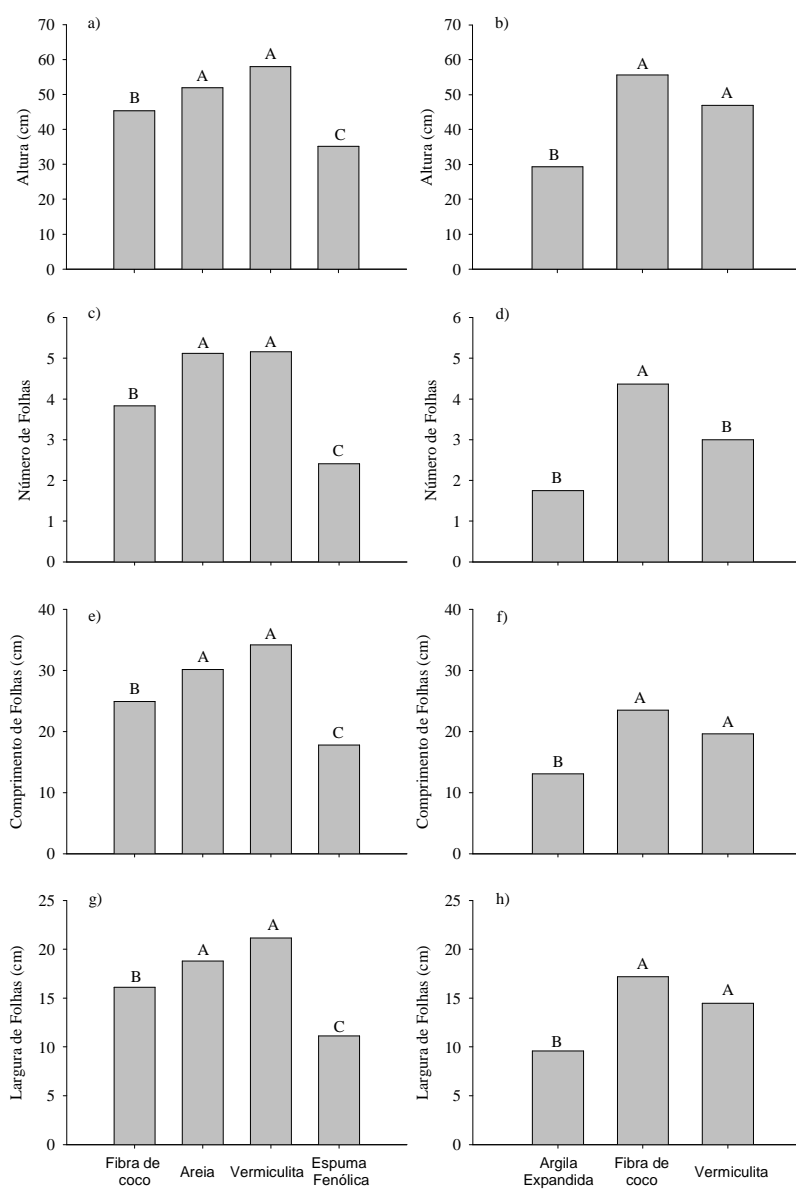
As condições adequadas proporcionadas pelo ambiente protegido para o cultivo do copo-de-leite como o maior controle da temperatura, do sombreamento e da irrigação influenciaram e favoreceram a rápida brotação dos rizomas bem como o desenvolvimento inicial das plantas de copo-de-leite nos dois sistemas de cultivo. O cultivo de diversas culturas em ambiente protegido e a obtenção de produtos com alta qualidade e alto rendimento são possíveis com o emprego da técnica hidropônica, devido principalmente ao controle preciso da nutrição mineral e de vários fatores relacionados ao bom crescimento e desenvolvimento das plantas (ADAMS, 2002).

Nos dois sistemas hidropônicos avaliados, não foi verificada influência das soluções nutritivas no desenvolvimento inicial do copo-de-leite. Entretanto, os substratos influenciaram, isoladamente, o desenvolvimento vegetativo das plantas.

O constante fornecimento de solução nutritiva nos sistemas hidropônicos favoreceu o desenvolvimento vegetativo da cultura, o que está diretamente relacionado à principal vantagem desses sistemas de cultivo (DUMROESE et al., 2006).

Considerando os benefícios do sistema hidropônico de fluxo e refluxo, além do constante fornecimento de solução nutritiva, que possibilita o aumento da eficiência de uso dos nutrientes, também não há perda de água para o meio ambiente, e há pouca perda de água por evaporação (GENT e McAVOY, 2011). Sistemas de irrigação por inundação como o fluxo e refluxo caracterizam-se pela redução do uso da água e controle da lixiviação, o que contribui para a diminuição dos impactos ambientais (MONTESANO et al., 2010). Por outro lado, sistemas hidropônicos de produção exigem elevados custos de instalação e conhecimento para manejo dos mesmos (RIBEIRO et al., 2014).

Houve influência dos substratos na altura das plantas, número, comprimento e largura de folhas de copo-de-leite nos dois sistemas hidropônicos de cultivo. Em geral, os substratos vermiculita e areia no sistema semi-hidropônico, e fibra de coco e vermiculita no sistema hidropônico de fluxo e refluxo, proporcionam as melhores características para o desenvolvimento vegetativo do copo-de-leite (Figura 1).



**Figura 1.** Altura (cm) de plantas (a e b), número de folhas (c e d), comprimento de folhas (e e f) e largura de folhas (g e h) de copo-de-leite cultivadas em sistemas semi-hidropônico (esquerda) e hidropônico de fluxo e refluxo (direita) provenientes de rizomas dispostos em diferentes substratos. Médias seguidas de mesma letra, comparando os substratos, não diferem entre si (Scott-Knott,  $p \leq 0,05$ ).

Observando-se os valores absolutos de crescimento e desenvolvimento para a formação de mudas de copo-de-leite nos dois sistemas hidropônicos testados, é possível afirmar que as plantas apresentaram características de desenvolvimento da espécie como altura, número de folhas, comprimento e largura das folhas. Souza et al. (2010) e Carneiro et al. (2011) observaram características semelhantes às das plantas cultivadas em vermiculita e areia, no sistema semi-hidropônico, e fibra e coco e vermiculita no sistema de fluxo e refluxo. Diferenças observadas entre os trabalhos anteriormente desenvolvidos podem estar relacionadas à forma de cultivo e manejo da espécie. A formação de 14 folhas por planta observada por Carneiro et al. (2011), por exemplo, pode ser consequência da formulação da adubação aplicada ou do material propagativo utilizado, pois o trabalho iniciou-se a partir de mudas, enquanto nesses experimentos foram utilizados rizomas.

Sabendo que o tamanho médio das partículas e a porosidade dos substratos interferem na capacidade de retenção e fornecimento de água, pode-se afirmar que o melhor desempenho das plantas de copo-de-leite em areia e vermiculita no sistema semi-hidropônico, e em fibra de coco e vermiculita no sistema de fluxo e refluxo, se devem às características dos

substratos utilizados. Esses resultados corroboram, em parte, com Corrêa e Biasi (2003), os quais recomendam o uso de vermiculita e casca de arroz para a propagação de cipó mil-homens, por apresentarem elevado espaço poroso e alta retenção de umidade.

O processo de aquecimento que envolve a produção de vermiculita permite que a água retida entre as camadas de minerais expanda o material entre 15 e 20 vezes seu volume, gerando uma estrutura altamente porosa e com boas características de retenção de água (BENEDETTO, 2004). Características essas que podem ter favorecido os bons resultados no desenvolvimento vegetativo do copo-de-leite em ambos os sistemas hidropônicos avaliados.

É importante considerar que no sistema hidropônico de fluxo e refluxo a solução nutritiva entra em contato com as raízes das plantas por capilaridade, processo este que está condicionado às propriedades matriciais dos substratos. Segundo Barreto et al. (2012), é fundamental levar em consideração os atributos relacionados ao tamanho das partículas e porosidade do substrato em sistemas de irrigação por capilaridade, a fim de permitir a ascensão da água para camadas superiores dos recipientes em níveis facilmente disponíveis. Os mesmos

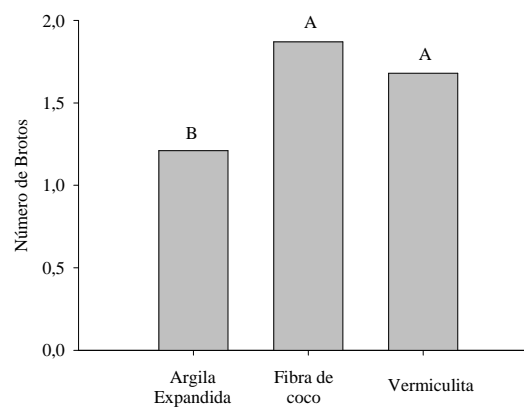


autores recomendam a utilização de substratos com textura fina em sistemas de irrigação por capilaridade, como a fibra da casca de coco. Esses resultados estão diretamente relacionados ao maior desenvolvimento das plantas de copo-de-leite cultivadas em fibra de coco no sistema hidropônico de fluxo de refluxo. As principais vantagens da utilização da fibra de coco como substrato estão relacionadas à sua capacidade em favorecer a capilaridade, à não reação com nutrientes aplicados às plantas, à alta durabilidade e à abundância da matéria prima (CARRIJO, 2002).

Rizomas de copo-de-leite dispostos em espuma fenólica desenvolveram-se com menor eficiência no sistema semi-hidropônico, resultando em plantas com menor estatura, menor produção de folhas, e dimensões reduzidas (Figura 1). Resultados similares foram observados em plantas cultivadas em argila expandida no sistema de fluxo e refluxo. Coco em cubos não foi eficiente para o cultivo de *Dendrobiumnobile*(ASSIS et al, 2005), assim como o bagaço de cana-de-açúcar não foi recomendado para a produção de girassol ornamental em sistemas hidropônicos (JÚNIOR et al., 2014). Resultados semelhantes foram obtidos nas plantas de copo-de-leite cultivadas em espuma fenólica

e argila expandida. Esse fato pode estar relacionado ao tamanho dos segmentos componentes desses substratos, que aumentam a aeração, porém não retém umidade como os substratos compostos por partículas menores. Por outro lado, se o substrato é parcialmente saturado, a maior quantidade de oxigênio em relação à saturação completa, pode favorecer a atividade metabólica das raízes, proporcionando maior crescimento e desenvolvimento das mesmas (NEMATÍ et al., 2002)

Até 75 dias, nenhuma planta de copo-de-leite do sistema semi-hidropônico produziu novas brotações. Este resultado provavelmente está associado ao tipo de material propagativo utilizado (rizomas) e destaca a necessidade de um período maior de cultivo para a formação de novas brotações a partir de rizomas neste sistema de produção. O sistema hidropônico de fluxo e refluxo promoveu a formação de brotos, sendo as plantas cultivadas em fibra de coco e vermiculita as que produziram maior número de brotações (Figura 2).



**Figura 2.** Número de brotos produzidos por plantas de copo-de-leite desenvolvidas de rizomas cultivados em sistema hidropônico de fluxo e refluxo. Médias seguidas de mesma letra, comparando substratos, não diferem entre si (Scott-Knott,  $p \leq 0,05$ ).

As diferentes soluções nutritivas utilizadas não influenciaram o desenvolvimento vegetativo das plantas de copo-de-leite.

Os sistemas semi-hidropônico e hidropônico de fluxo e refluxo foram eficientes para o desenvolvimento inicial do copo-de-leite. Ambos se apresentaram como alternativas viáveis para a produção da espécie. Apesar da eficiência de produção de copo-de-leite em ambos os sistemas hidropônicos, a principal vantagem do sistema de fluxo e refluxo sobre o sistema semi-hidropônico é a reutilização da solução nutritiva, que reforça a eficiência do uso da água e conseqüentemente reduz os impactos ambientais. Porém, a recirculação da solução nutritiva no sistema pode

ocasionar a perda de produção por disseminação de patógenos veiculados pela água.



A: Detalhe de mangueiras adaptadas aos vasos no sistema semi-hidropônico. B: Visão geral do sistema semi-hidropônico. C: solução nutritiva recolhida no final do sistema semi-hidropônico. D: Reservatório de solução nutritiva no sistema hidropônico de fluxo e refluxo. E: Detalhe dos vasos em contato com a solução nutritiva no sistema hidropônico de fluxo e refluxo. F: Visão geral do sistema hidropônico de fluxo e refluxo.

## **CONCLUSÕES**

- O copo-de-leite desenvolve-se vegetativamente nos sistemas semi-hidropônico e hidropônico de fluxo e refluxo.

- Os substratos areia e vermiculita são recomendados para uso no sistema semi-hidropônico.

- A fibra de coco é o substrato recomendado para utilização no sistema hidropônico de fluxo e refluxo.

- As soluções nutritivas recomendadas para a produção de hortaliças folhosas e hortaliças de frutos não influenciam o desenvolvimento vegetativo do copo-de-leite.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto e ao CNPq pela concessão de bolsas de estudos.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ADAMS, P. Nutrition Control in Hydroponics. In: Hydroponic production of Vegetables and ornamentals. Savvas, D. and H. Passam (Eds). Embryo Publications, Athens, Greece. 2002.
- ALMEIDA, E. F. A., PAIVA, P. D. O. Cultivo de copo-de-leite. In: PAIVA, P. D. O; ALMEIDA, E.F.A. Cultivo de Flores de Corte. Lavras: Editora UFLA, 2012. pp.148-177.
- ALMEIDA, E. F. A., PAIVA, P. D. O., CARVALHO, J. G., FRAZÃO, J. E. M., 2015: Descriptive analyses of deficiency symptoms in calla lily plants. Journal of Plant Nutrition. 38, 260-271.
- ASSIS, A. M., FARIA, R. T., COLOMBO, L.A., RODRIGUES, P.C., 2005: Utilização de substratos à base de coco no cultivo de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae). Acta Scientiarum. Biological Sciences. 27, 255-259.
- BARBOSA, J. G., 2003: Cultivo hidropônico do crisântemo. In: BARBOSA, J.G. Crisântemos: produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso e cultivo hidropônico. Viçosa: Aprenda Fácil. pp.179-215.
- BARRETO, C. V. G., TESTEZLAF, R., SALVADOR, C. A., 2012: Dinâmica do potencial matricial em substratos de pinus e coco sob ação da capilaridade. Horticultura Brasileira.30, 26-31.
- BENEDETTO, A, 2004. Cultivo intensivo de espécies ornamentales. 1ª ed., Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía. 288p.
- BISH, E. B., CANTLIFFE, D. J., 2002: Temperature conditioning and container size affect early season fruit yield of strawberry plugplants in a winter, annual hill production system. Hort Science. 37, 762-764.
- CARNEIRO, D. N. M et. al., 2011: Development and dry mass accumulation in calla lily at the initial cultivation stage. Ciência e agrotecnologia. 35, 1085-1092.

- CARRIJO, O. A., LIZ, R. S., MAKISHIMA, N., 2002: Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*. 20, 533-535.
- CHEN, Y.; PARISH, R. L.; MERHAUT, D. J.; BRACY, R. P., 2008. Description of an improved hydroponic research system for screening plants for nutrient abatement in constructed wetlands. *Applied Engineering in Agriculture*. v.24, n.5, p.697-702.
- CORRÊA, C., BIASI, L., 2003: Área foliar e tipo de substrato na propagação por estaca de cipó-mil-homens (*Aristolochia triangularis* CHAM. ET SCHL.). *Revista Brasileira de Agrociência / Current Agricultural Science and Technology*. 9, pág.
- COSTA, P. C., DIDONE, E. B., SESSO, T. M., CAÑIZARES, K. A. L., GOTO, R., 2001: Condutividade elétrica de solução nutritiva de alface em hidroponia. *Scientia Agricola*. 58, 595-597.
- DUMROESE, R. K., PINTO, J. R., JACOBS, D. F., DAVIS, A. S., HORIUNCHI, B., 2006: Subirrigation reduces water use, nitrogen loss, and moss growth in a container nursery. *Native Plants J.* 7, 253-261.
- DURNER, E. F. et al., 2002: Recent advances in strawberry plugtransplant technology. *Hort Technology*. 12, 545-550.
- FERREIRA, D. F., 2011: Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 35, 1039-1042.
- FURLANI, P. R., SILVEIRA, L. C. P., BOLONHEZI, D., FAQUIN, V., 1999: Cultivo hidropônico de plantas. Campinas, IAC. pp 52. (Boletim Técnico).
- GENT, M. P. N., McAVOY, R. J., 2011: Water and nutrient uptake and use efficiency with partial saturation ebb and flow watering. *Hortscience*. 46, 791-798.
- JÚNIOR, J. A. S., GHEYI, H. R., PÉREZ-MARIN, A. M., DIAS, N.S., GUEDES FILHO, D. H., 2014: Substrates and time intervals of renewal



of wastewater in production and post-harvest of the ornamental sunflower. *Revista Ciência Agronômica*. 45, 469-478.

KIM, S-J; HAHN, E-J; PAEK, K-Y, 2006. Production of chrysanthemum transplants as affected by hydroponic systems, electrical conductivity in nutrient solution, and photosynthetic photon flux. *Hort. Environ. Biotechnol.* 47, 349-352.

LANDGRAF, P. R. C., PAIVA, P. D. O., 2009: Produção de flores cortadas no estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*. 33, 120-126.

MARTINEZ, H. E. P., BARBOSA, J. G., 1999: Substratos para hidroponia. In: *CULTIVO PROTEGIDO DE HORTALIÇAS EM SOLO E HIDROPONIA*. Informe Agropecuário. 20, 81-89.

MONTESANO, F., PARENTE, A., SANTAMARIA, P., 2010: Closed cycle subirrigation with low concentration nutrient solution can be used for soilless tomato production in saline conditions. *Scientia Horticulturae*. 124, 338-344.

PARK, J. E. e JEONG, B. B., 2010. Flower yield and quality of two rosahybrida cultivars propagated by cutting, direct sticking, and stenting (cutting-graft). *Hort. Environ. Biotechnol.* 51, 483-486.

NEMATI, M. R., CARON, J., BANTON, O., TARDIF, P., 2002: Determining air entry value in peat substrates. *J. Soil Science Soc. Amer.* 66, 367-373

RIBEIRO, M. D., FERRAREZI, R. S., TESTEZLAF, R., 2014: Assessment of subirrigation performance in Eucalyptus seedling production. *Hort Technology*. 24, 231-237.

RODRIGUES, E. J. R., MINAMI, K., FARINA, E., 1999: Cultivo hidropônico da roseira com recírculo prolongado e com emprego de baixa tecnologia. *Piracicaba, Scientia Agricola*. 56, 1081-1089.

SOUZA, R. R. et al., 2010: Doses de boro no desenvolvimento de copo-de-leite em solução nutritiva. *Ciência e Agrotecnologia*. 34, 1396-1403.

WATTANAPREECHANON, E.; SUKPRASERT, P, 2012. Development of soilless culture for crop production in Thailand. *Kasetsart J. (Soc. Sci.)*. 33, 475-485.

**ARTIGO 2**

**Growth response of *Zantedeschia* cultivars to flurprimidol and  
paclobutrazol**

(Artigo submetido à revista Scientia Horticulturae – Versão Preliminar)

## **Growth response of *Zantedeschia* cultivars to flurprimidol and paclobutrazol**

Karina Volpi Furtini Boldrin<sup>a</sup>, Patrícia Duarte de Oliveira Paiva<sup>a</sup>, Neil S. Mattson<sup>b</sup>, William Bill Miller<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Department of Agriculture, Universidade Federal de Lavras, Zip Code 3037, 37200-000, Lavras, MG Brazil. Email: kkfurtini@yahoo.com.br, patriciapaiva@dag.ufla.br

<sup>b</sup> Department of Horticulture, Cornell University, 134A Plant Science Building, Zip Code 14853, Ithaca, NY United States. Email: wbm8@cornell.edu, neil.mattson@cornell.edu

\* Corresponding author: William Bill Miller, Department of Horticulture, Cornell University, 134A Plant Science Building, Zip Code 14853, Ithaca, NY United States.

Tel.: 1 607 255 1799

Email: wbm8@cornell.edu

### **Abstract**

The use of plant growth regulators can be considered a viable alternative to control plant height in some ornamental crops, mainly for potted plants. In this context, the aim of this experiment was to investigate the effect of flurprimidol and paclobutrazol rates by media

drenches in growth response of seven calla lilies cultivars. It was tested five concentrations of plant growth regulators (0, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 mg/pot) of two commercial products: Piccolo (flurprimidol) and Topflor (paclobutrazol). Five tubers of each cultivar were used for each treatment in a completely randomized arrangement. All cultivars responded to the rates of plant growth regulators for height control. The cultivar Santa Fe did not respond to the rates of growth regulators for floral stem height, but paclobutrazol were more effective to control this measurement. The spathe height decreased in heigher concentrations of growth regulators just for the cultivar Captain Roxy, being lower flower number observed for this cultivar as well as for the Santa Fe. Both flurprimidol and paclobutrazol can be recommended to control calla lily growth.

**Keywords:** plant growth regulators; *Zantedeschia*; height control, pot plants

## **1. Introduction**

Calla lily (*Zantedeschia* sp.) is a tropical plant native to Africa that can be used as commercial cut flower, in outdoor garden spaces and more recently as potted plant (KUEHNY, 2000). This ornamental plant is very attractive by colors of inflorescence that consist in a showy spathe surrounding a flashy spadix (ALMEIDA and PAIVA, 2012).

As calla lily have been considered an attractive flowering potted plant, mainly in United States were the producers and consumers require a balance between pot size and the plant height. Normally calla lily can achieve 80 cm of height (CARNEIRO et al., 2012). In order to control the plant height, chemicals products can be used and might represent a viable alternative for producers since the flowers can achieve high quality to be commercialized.

The examples of this substances are flurprimidol and paclobutrazol that act interfering and inhibiting gibberellin biosynthesis in plants, being considered plant growth regulators (PGRs) (McCULLOUGH et al., 2005). Both flurprimidol and paclobutrazol have been tested to control plant height in some ornamental potted plants like camellia, narcissus, tulips, poinsettia and Easter lilies (KRUG et al., 2006; CURREY and LOPEZ, 2010; CURREY et al., 2012; BERRUTI and

SCARIOT, 2013; SPRZĄCZKA and LASKOWSKA, 2013). However, there are few consistent information about calla lilies response for these plant regulators and there are no commercial recommendation for this specie.

In this context, the aim of this experiment was to investigate the effect of flurprimidol and paclobutrazol rates by media drenches in growth response for seven calla lilies cultivars.

## **2. Material and Methods**

Seven cultivars of calla lilies tubers supplied by Dutch company Kapiteyn were used in this experiment: Captain Lovely, Captain Roxy, Captain Ventura, Odessa, Santa Fe, Summer Sun and Paco. Five rhizomes of each cultivar were used for each treatment, that consisted of five rates of plant growth regulators (0, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 mg/pot) and two commercial products Piccolo (flurprimidol) and Topflor (paclobutrazol). The experiment was installed using a factorial design 5x2 and completely randomized arrangement. There were five replicates per treatment. Tubers were planted individually in 6" "azalea" pots, with 3-4 cm of the commercial media substrate (Lambert LM-111) above the top of the rhizomes. Calla lily rhizomes were stored at 9°C until be planted. When

the plants sprouted out and present around 10 cm, the treatments were applied, using 120 mL solution drench per pot. The drench date was different between cultivars, because of the genetic differences between them and for that, each one had an individual development.

The plants grew in a greenhouse under ambient light and temperature around 22°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ). Daily, the plants were irrigated manually and twice a week were fertilized with a commercial NPK fertilizer 21-5-20 plus micronutrients.

Data were collected every week during the plant development including plant height, stem flower height, spathe height and flower number for each cultivar until the plants stopped the flower production. Data were analyzed using the SISVAR software (FERREIRA, 2011). When significant by F test ( $P > 0,05$ ), the data were submitted to regression analyze and Scott Knott (5% of probability), when necessary.

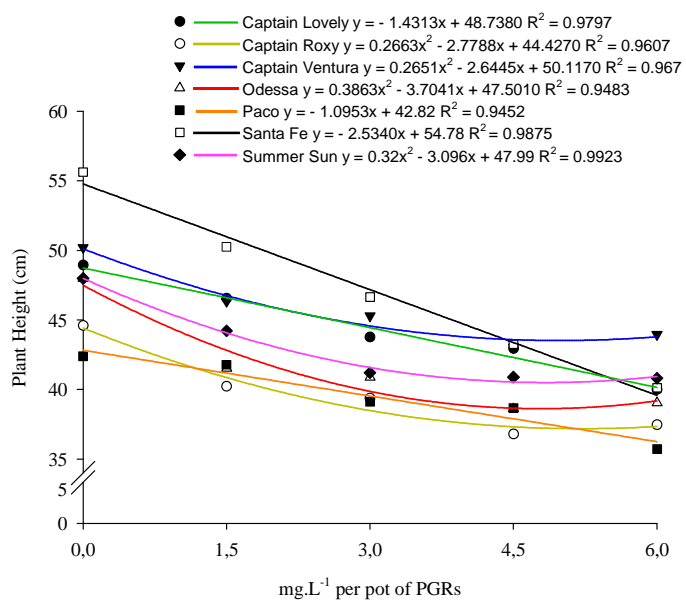
### **3. Results**

Plant growth regulator drenches showed significant effects for the cultivars tested in this study. There were differences not expressive









between effects of flurprimidol and paclobutrazol in some calla lilies cultivars, but, in general, both products were efficient to height control.

Rates of plant growth regulators influenced plant height of all calla lily cultivars studied in this experiment. The plant height decreased with the increase of the rates of the plant growth regulators used in cultivars Captain Lovely, Paco and Santa Fe (Figure 1 and Table 1). The occurrence of shortest plants is associated with estimated rates of 5.21mg L<sup>-1</sup>, 4.98 mg L<sup>-1</sup>, 4.79 mg L<sup>-1</sup> and 4.83 mg L<sup>-1</sup> of plant growth regulators for the cultivars Captain Roxy, Captain Ventura, Odessa and Summer Sun, respectively (Figure 1), and the plant development is showed at Tables 2 and 3. In general, rates around 5.0 mg.L<sup>-1</sup> of paclobutrazol or flurprimidol are suitable for controlling plant height of calla lily.







**Figure 1.** Plant height (cm) of calla lilies cultivars treated with different rates of flurprimidol and paclobutrazol (PGRs) by media drenches.





**Table 1.** Development of the cultivars Captain Lovely, Paco and Santa Fe treated with different rates of flurprimidol and paclobutrazol (PGRs).

Cultivar	PGR	Rates (mg.L <sup>-1</sup> per pot)				
		0	1.5	3.0	4.5	6.0
Captain Lovely	Flurprimidol					
	Paclobutrazol					
Paco	Flurprimidol					
	Paclobutrazol					
Santa Fe	Flurprimidol					
	Paclobutrazol					

**Table 2.** Development of the cultivars Captain Roxy and Captain Ventura treated with different rates of flurprimidol and paclobutrazol (PGRs).

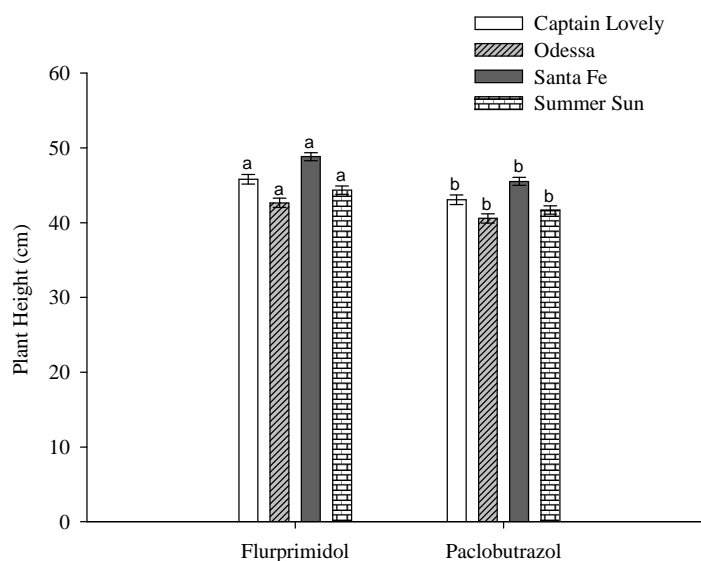
Cultivar	PGR	Rates (mg.L <sup>-1</sup> per pot)				
		0	1.5	3.0	4.5	6.0
Captain Roxy	Flurprimidol					
	Paclobutrazol					
Captain Ventura	Flurprimidol					
	Paclobutrazol					

**Table 3.** Development of the cultivars Odessa and Summer Sun treated with different rates of flurprimidol and paclobutrazol (PGRs).

Cultivar	PGR	Rates (mg.L <sup>-1</sup> per pot)				
		0	1.5	3.0	4.5	6.0
Odessa	Flurprimidol					
	Paclobutrazol					
Summer Sun	Flurprimidol					
	Paclobutrazol					

Comparing the effectiveness of the products used, independent of the rates evaluated, in general, plants with paclobutrazol drenches were 3.0 cm shorter than plants from flurprimidol drenches. This effect it was

observed in the cultivars Captain Lovely, Santa Fe, Summer Sun and Odessa (Figure 2).

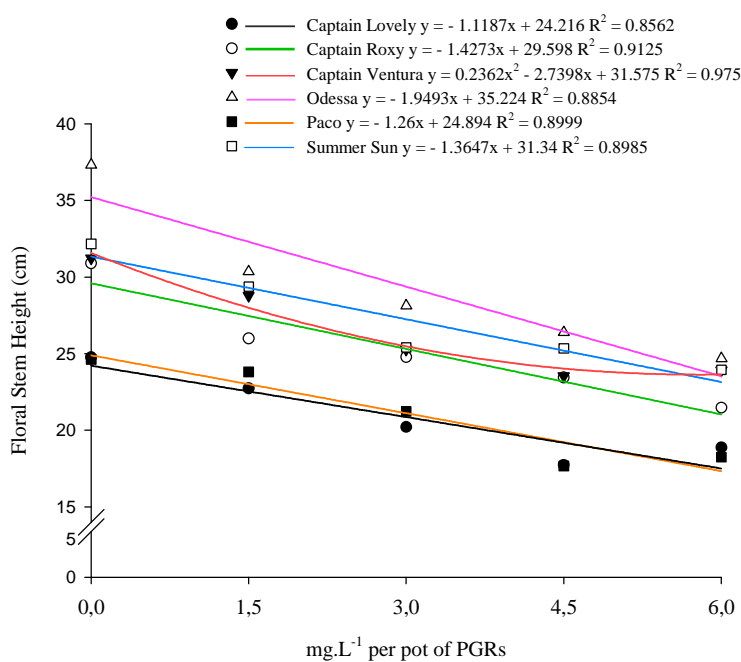


**Figure 2.** Comparison between the products flurprimidol and paclobutrazol (PGRs) independent of the rates for the plant height (cm) of calla lilies cultivars Captain Lovely, Odessa, Santa Fe and Summer Sun treated with Different letters represent statically differences between effects of PGRs by Scott-Knott test (5% of probability).

No difference was observed between plants treated with flurprimidol and paclobutrazol of cultivars Captain Roxy, Captain Ventura and Paco in plant height suppression.

The floral stem height of plants of cultivars Captain Lovely, Captain Roxy, Odessa, Paco and Summer Sun decreased with the increase

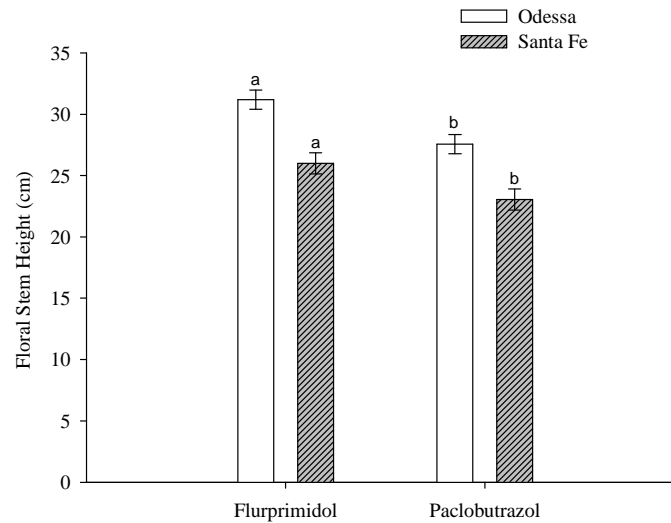
of the flurprimidol and paclobutrazol rates. The estimated rate of 5.79 mg.L<sup>-1</sup> of plant growth regulators make possible the formation of shorter floral stems (Figure 3).



**Figure 3.** Floral stem height (cm) of calla lilies cultivars treated with different rates of flurprimidol and paclobutrazol (PGRs) by media drenches.

The use of the products for Odessa and Santa Fe calla lily also influenced floral stem height (Figure 4). Paclobutrazol drenches was more effective than flurprimidol for both cultivars. Floral stems from plants of

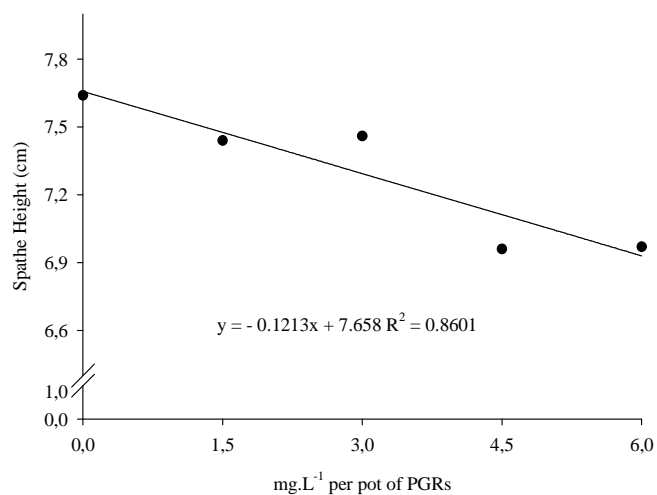
Odessa and Santa Fe treated with Topflor were 12% shorter than the floral stems obtained from plants with Piccolo drenches.



**Figure 4.** Floral stem height (cm) of calla lilies cultivars Odessa and Santa Fe treated with flurprimidol and paclobutrazol (PGRs). Different letters represent statically differences between effects of PGRs by Scott-Knott test (5% of probability).

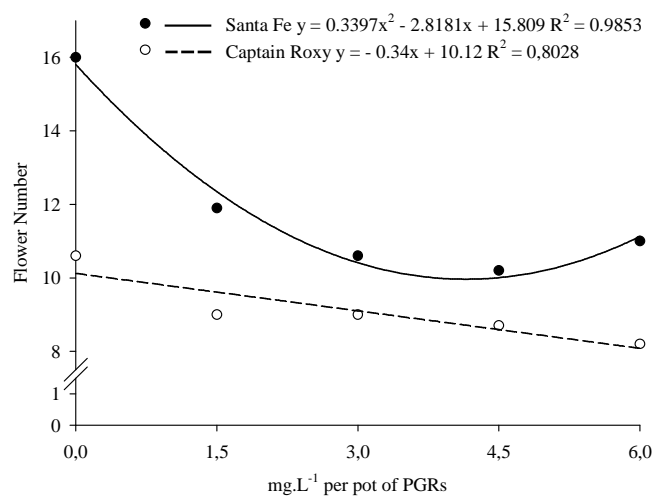
Only the cultivar Captain Roxy showed decrease in spathe height with successive increasing rates of growth regulators (Figure 5).





**Figure 5.** Spathe height (cm) of calla lily cultivar Captain Roxy treated with different rates of flurprimidol and paclobutrazol (PGRs) by media drenches.

Considering the flower production, only the cultivars Santa Fe and Captain Roxy showed in response to the PGRs application. Captain Roxy showed lower flower number in high concentrations of flurprimidol and paclobutrazol, and the estimative of 4.14 mg.L<sup>-1</sup> of both plant growth regulators promotes lower number of flowers of Summer Sun calla lily (Figure 6).



**Figure 6.** Flower number of calla lilies cultivars Santa Fe and Captain Roxy treated with different rates of flurprimidol and paclobutrazol (PGRs) by media drenches.

#### 4. Discussion

It is known that the response to rates of plant growth regulators has been associated to genetic material, including species, varieties and cultivars. For calla lily plants, the results showed that, in general, rates around 5.0 mg L<sup>-1</sup> were effective to promote height control, but cultivars like Captain Lovely, Paco and Santa decreased with increase rates of flurprimidol and paclobutrazol. In sunflower, rates higher than 2.0 mg L<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>and 4.0 mg L<sup>-1</sup> reduced the growth of the genotypes BRS Oásis and Helio 358, respectively (WANDERLEY et al., 2014). The lowest tulip plants with the shortest upper internodes resulted from double application of flurprimidol in concentrations of 22.5 mg.dm<sup>-3</sup> and 30.0 mg.dm<sup>-3</sup> of Juan and Arma cultivars, while the same dosage and frequency of application were not sufficient to inhibit the growth of Ile de France and Yokohama tulips (SPRZĄCZKA and LASKOWSKA, 2013).

Comparing both plant growth regulators, probably paclobutrazol had been more efficient to inhibit gibberellin biosynthesis in calla lily plants than flurprimidol. Many ornamental plants have been treated with paclobutrazol, like sunflower and Easter lilies. Comparing the effect of paclobutrazol with flurprimidol application in sunflower, best results for height control were obtained using paclobutrazol (VERNIERI et al., 2003), but in camellia plants, flurprimidol was more effective than paclobutrazol to reduce plant height (BERRUTI and SCARIOT, 2013). This result can be related to the application method of these plant growth regulators. In that experiment, flurprimidol was applied by media drench and spray, combined or not, and paclobutrazol was applied by spray. Paclobutrazol and flurprimidol are generally crown and roots absorbed

(CHRISTIANS, 2001), and in camellia's plant, probably roots were more efficient than crown. For that, paclobutrazol is more effective when applied on substrate (BARRET, 2001). In this study, both paclobutrazol and flurprimidol were applied by media drenches. Flurprimidol application has been recommended for Easter lilies as a foliar spray (WHIPKER, 2004), as bulb dips (WHIPKER et al., 2011), and more recently, as substrate drenches (CURREY et al., 2012), but the response of plants depends on the variety.

Both paclobutrazol and flurprimidol are classified as Type II, and act inhibiting gibberellic acid (GA) biosynthesis and, therefore, reducing cell elongation. As they have been considered in the same type of plant growth regulators and they have been classified by their mode of action, possibly it results in no difference between these plant growth regulators. Both of them were applied by the same way. Considering that both flurprimidol and paclobutrazol treatments showed the same result for these cultivars, the choice of one of them could base on price. The lower cost of production, the more economically viable product will be to the producer, and yet, there will be greater flexibility in the final product price to the consumers.

Calla lily inflorescences are composed by spathe and spadix. Spadix is the central part of inflorescence and it is where the true flowers are situated. As calla lily is a monoecious plant, male flowers are located on top of spadix and female flowers are located on the bottom (CARNEIRO, et al., 2012). Spathe is a modified leaf (bract) and the variety of colors make them very attractive in the market. So, it is important that inflorescences have high quality, which includes size and color. Captain Roxy seems to be more sensitive than other cultivars, as the plants showed a decrease in flower number and spathe height in higher concentrations of plant growth regulators. It is not interesting to reduce flower production because, independent of what the producers use, the plants have to have a good development and achieve a high quality marketable. Besides the use of plant growth regulators, several factors are involved in plant growth and development, like temperature, light quality and intensity, and water availability, in addition to genetic characteristics. Against calla lily results, flurprimidol drench, and flurprimidol spray combined with drench enhanced flower number in camellia plants (BERRUTI and SCARIOT, 2013).

In general, flurprimidol and paclobutrazol, were effective for growth response of calla lily cultivars. This study represent the beginning idea that calla lily are influenced by plant growth regulators and rates around  $5.0 \text{ mg.L}^{-1}$  are suitable to height control for Captain Lovely, Captain Roxy, Captain Ventura, Odessa, Paco, Santa Fe and Summer Sun calla lilies.

## **5. Conclusions**

Plant growth regulators drenches are an effective for controlling calla lily development, and both flurprimidol and paclobutrazol are recommended to control calla lily growth. The recommended rates are  $5.21 \text{ mg L}^{-1}$  for cultivar Captain Roxy,  $4.98 \text{ mg L}^{-1}$  for cultivar Captain Ventura,  $4.79 \text{ mg L}^{-1}$  for cultivar Odessa,  $4.83 \text{ mg L}^{-1}$  for cultivar Summer Sun and  $6.0 \text{ mg L}^{-1}$  for cultivars Captain Lovely, Paco and Santa Fe, of both flurprimidol and paclobutrazol, which are suitable for controlling plant height of each calla lily cultivar.

## **Conflict of interest**

The authors declare that there are no conflicts of interest.

### **Acknowledgments**

K.V.F.B. thanks Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) granting the doctorate scholarships regular and sandwich program, respectively.

### **References**

Almeida, E. F. A, Paiva, P. D. O., 2012. Cultivo de copo-de-leite, in Paiva, P. D. O., Almeida, E. F. A. (Eds) Produção de flores de corte. Lavras, MG, pp. 148-177.

Barret, J., 2001. Mechanisms of action. In: Gaston, M. L., Konjoian, P. S., Kunkle, L. A., Wilt, M. F. (Eds) Tips on regulating growth of floriculture crops. Columbus, OFA, pp. 32-41.

Berruti, A., Scariot, V., 2013. Efficacy of flurprimidol and peat alternatives on growth control of potted camellias. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 41, 230-239.

Carneiro, D. N. M., Santos Filho, A. B., Carneiro, L. F., Paiva, P. D. O., 2012. Callas, in Paiva, P. D. O., Almeida, E. F. A. (Eds) Produção de flores de corte. Lavras, MG, pp. 114-146.

Christians, N., 2001. Creative uses for plant growth regulators. USGA Green Sec. Rec. 39, 11-13.

Currey, C.J. and R.G. Lopez. 2010. Applying plant growth retardants for height control. Purdue Ext. HO-248-W.

Currey, C. J, Lopez, R. G., Krug, B. A., McCall, I., Whipker, B. E., 2012. Substrate Drenches Containing Flurprimidol Suppress Height of ‘Nellie White’ Easter Lilies. Hort Technology. 22, 164-168.

Ferreira, D. F., 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 35, 1039-1042.

Krug, B. A., B. E. Whipker, I. McCall, and J. M. Dole. 2006. Narcissus response to plant growth regulators. Hort Technology. 16, 129–132.



KUEHNY, J. S. Calla history and culture. Hort Technology. v. 10, p.267-274, 2000.

Mccullough, P. E., Liu, H., Mccarty, L. B., 2005. Dwarf Bermuda grass responses to flurprimidol and paclobutrazol. Hort Science. 40, 1549-1551.

Sprzączka, I., Laskowska, H., 2013. Evaluation of flurprimidol efficiency in pot cultivation of forced tulips. Acta Scientiarum. Pol. 12, 25-33.

Vernieri, P., Incrocci, G., Tognoni, F., Serra, G., 2003. Effect of cultivar, timing, growth retardants, potting type on potted sunflowers production. Acta Horticulturae. 614, 313-318.

Wanderley, C. S., Faria, R. T., Rezende, R., 2014. Crescimento de girassol como flor em vaso em função de doses de paclobutrazol. Rev. Ceres. 61, 035-041.

Whipker, B. E., 2004. Topflor: A new plant growth regulator. North Carolina State Univ. Hort. Res. Ser. 156, 1-4.

Whipker, B. E., Mccall, I., Barnes, J., Buhler, W., Krug, B., Currey, C., Lopez, R., 2011. Flurprimidol preplant bulb soaks control growth of potted Liliiums. *Acta Hort.* 900, 79–88.