

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**REDUÇÃO DO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE
CRISÂNTEMO E LISIANTHUS EM VASO**

TESE DE DOUTORADO

Jucelma de Cássia Camara Tolotti Mainardi

Santa Maria, RS, Brasil

2013

REDUÇÃO DO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE CRISÂNTEMO E LISIANTHUS EM VASO

Jucelma de Cássia Camara Tolotti Mainardi

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do
Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
Área de Concentração em Produção Vegetal, da
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

Santa Maria, RS, Brasil

2013

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Tolotti Mainardi, Jucelma de Cássia Camara
Redução do crescimento de plantas de crisântemo e
lisianthus em vaso / Jucelma de Cássia Camara Tolotti
Mainardi.-2013.
145 p.; 30cm

Coordenador: Jeronimo Luiz Andriolo
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, RS, 2013

1. Retardantes de Crescimento - Growth Retardants 2.
Daminozide 3. Paclobutrazol 4. Crisântemo (Dendranthema
grandiflora Tzvelev) 5. Lisianthus (Eustoma
grandiflorum Raf.) I. Andriolo, Jeronimo Luiz II.
Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado**

**REDUÇÃO DO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE
CRISÂNTEMO E LISIANTHUS EM VASO**

**elaborada por
Jucelma de Cássia Camara Tolotti Mainardi**

**como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia**

COMISSÃO EXAMINADORA:

Jeronimo Luiz Andriolo, Dr.
(Presidente/Coordenador)

Arno Bernardo Heldwein, Dr. (UFSM)

Nara Rejane Zamberlan dos Santos, Dra. (UNIPAMPA)

Osmar Souza Santos, Dr. (UFSM)

Josiane Pacheco Menezes, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 08 de fevereiro de 2013.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

REDUÇÃO DO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE CRISÂNTEMO E LISIANTHUS EM VASO

AUTORA: JUCELMA DE CÁSSIA CAMARA TOLOTTI MAINARDI
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 08 de fevereiro de 2013.

O Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) e o Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) são espécies de plantas ornamentais de grande destaque na floricultura brasileira e internacional. Nos cultivos de plantas ornamentais em vaso, normalmente é realizado o controle químico do crescimento da planta buscando a sua padronização. Esta pesquisa teve como objetivos avaliar as respostas dessas duas espécies a retardantes de crescimento de plantas, pulverizados sobre cultivares de corte conduzidas em vaso, visando obter-se um produto diferenciado, e ainda, definir a melhor dose para produção de vasos com plantas de qualidade adequados aos padrões de comercialização. A pesquisa foi constituída de ensaios, no delineamento inteiramente casualizado. No Lisianthus, o modelo foi bifatorial 3 x 5, com três cultivares ('Echo Pure White', 'Mariachi Misty Pink' e 'Echo Yellow') e cinco doses de Paclobutrazol (0, 16, 32, 48 e 64 mg.L⁻¹) aplicadas em pulverização. Com o Crisântemo utilizou-se o modelo bifatorial 2 x 4, sendo testada a freqüência de aplicação semanal e bisemanal e o retardante de crescimento vegetal Daminozide (0, 2.000, 4.000 e 6.000 mg.L⁻¹) sobre a cultivar 'Yellow Spithoven'. Os resultados evidenciaram que, das cultivares de Lisianthus, a 'Echo Yellow' é a mais apropriada para o cultivo em vaso e a melhor adequação comercial destes é conseguida com a pulverização de 64 mg.L⁻¹ de Paclobutrazol. A cultivar de Crisântemo 'Yellow Spithoven' tem seu crescimento controlado por Daminozide, podendo ser cultivada em vaso, e 2.000 mg.L⁻¹ pulverizados semanalmente produziram os vasos com plantas de melhor qualidade.

Palavras-chave: Retardantes de Crescimento. Daminozide. Paclobutrazol. *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. *Eustoma grandiflorum* Raf.

ABSTRACT

Doctor Sciences Thesis
Program of Pos-Graduation in Agronomy
Federal University of Santa Maria

REDUÇÃO DO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE CRISÂNTEMO E LISIANTHUS EM VASO (REDUCING THE GROWTH OF PLANTS CHRYSANTHEMUM AND LISIANTHUS CULTURED IN POT)

AUTHOR: JUCELMA DE CÁSSIA CAMARA TOLOTTI MAINARDI
Date and Local of Defense: Santa Maria, february 08th 2013.

The Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) and Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) are species of ornamental plants of great prominence in the Brazilian and international floriculture. In the cultivation of ornamental plants in pots, is usually performed chemical control of plant growth seeking its standardization. This research aimed to evaluate the responses of these two species to plant growth retardant, sprayed on cutting cultivars conducted in pots in order to obtain a differentiated product, and also define the optimal dose for producing quality plant pots suited to commercial standards. The survey consists of tests in a randomized design. Lisianthus in the model is 3 x 5 factorial, with three cultivars ('Echo Pure White', 'Mariachi Misty Pink' and 'Echo Yellow') and five doses of Paclobutrazol (0, 16, 32, 48 and 64 mg.L⁻¹) applied in spraying. The Chrysanthemum uses 2 x 4 factorial design, frequency of application being tested weekly and biweekly and plant growth retardant Daminozide (0, 2.000, 4.000 and 6.000 mg.L⁻¹) on the cultivar 'Yellow Spithoven'. The results show that the cultivar of Lisianthus 'Echo Yellow' is the most suitable for growing in pots and the best fit is achieved with these commercial spraying of 64 mg.L⁻¹ of Paclobutrazol. The cultivar of Chrysanthemum 'Yellow Spithoven' has driven its growth Daminozide and can be grown in pots, and 2.000 mg L⁻¹ produces the weekly sprayed potted plants of better quality.

Keywords: Growth Retardants. Daminozide. Paclobutrazol. *Dendranthema grandiflora* Tzvelev. *Eustoma grandiflorum* Raf.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Representação da estrutura básica da giberelina (esqueleto ent-giberelano) e de giberelinas ativas GA1 e GA3.....30
- Figura 2 – Exemplo de compostos aromáticos heterocíclicos de nitrogênio, cujos anéis contêm cinco e seis átomos, respectivamente. O 1,2,4-triazol é a estrutura básica dos retardantes de crescimento vegetal classificados como triazóis.....42
- Figura 3 – Estrutura molecular do retardante de crescimento vegetal Paclobutrazol.....53
- Figura 4 – Estrutura molecular do retardante de crescimento vegetal Daminozide.....58
- Figura 5 – Exemplos de flores de diferentes híbridos de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinners).64
- Figura 6 – Exemplos de cultivares de Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) para condução em vaso e corte, respectivamente.66
- Figura 7 – Cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pesquisadas: 'Mariachi Misty Pink', 'Echo Pure White' e 'Echo Yellow'.70
- Figura 8 – Cultivar de Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) pesquisada: 'Yellow Spithoven'.74
- Figura 9 – Tendência da altura de planta para três cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.....84
- Figura 10 – Tendência do diâmetro da haste e da distância de entrenós para três cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.....87
- Figura 11 – Tendência do comprimento e da área de folha para três cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.90
- Figura 12 – Tendência do diâmetro médio da flor para três cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.91
- Figura 13 – Tendência do número médio de flores por vaso para três cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.94
- Figura 14 – Tendência da massa da matéria seca da haste e da folha para três cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.....95

Figura 15 – Tendência da massa da matéria seca da flor para três cultivares de Lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i> Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.....	96
Figura 16 – Tendência do ciclo médio para três cultivares de Lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i> Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.....	98
Figura 17 – Visualização de resultados obtidos com a pulverização de 16 mg.L-1, 32 mg.L-1, 48 mg.L-1, 64 mg.L-1 de Paclobutrazol comparados com as plantas testemunhas para Lisianthus (<i>Eustoma grandiflorum</i> Raf.), cultivar 'Echo Yellow'.	100
Figura 18 – Tendência da altura de planta para Crisântemo (<i>Dendranthema grandiflora</i> Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.	102
Figura 19 – Tendência do diâmetro da haste e da distância de entrenós para Crisântemo (<i>Dendranthema grandiflora</i> Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.....	105
Figura 20 – Tendência do comprimento e largura de folha para Crisântemo (<i>Dendranthema grandiflora</i> Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.....	106
Figura 21 – Tendência da área de folha para Crisântemo (<i>Dendranthema grandiflora</i> Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.	107
Figura 22 – Tendência do diâmetro da inflorescência para Crisântemo (<i>Dendranthema grandiflora</i> Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.....	109
Figura 23 – Tendência da massa da matéria seca para Crisântemo (<i>Dendranthema grandiflora</i> Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.....	111
Figura 24 – Tendência do ciclo da cultivar para Crisântemo (<i>Dendranthema grandiflora</i> Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.	113
Figura 25 – Visualização de resultados obtidos com a pulverização bissemanal e semanal de 2.000 mg.L-1 de Daminozide comparados com as plantas testemunhas para Crisântemo (<i>Dendranthema grandiflora</i> Tzvelev), cultivar 'Yellow Spithoven'.....	115

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Avaliação do comportamento de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) ‘Echo Pure White’, ‘Mariachi Misty Pink’ e ‘Echo Yellow’ em vaso para diferentes parâmetros fenométricos.83
- Tabela 2 – Avaliação de parâmetros fenométricos para Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) ‘Yellow Spithoven’ em vasos pulverizados semanal ou bissemanalmente com Daminozide. 103

LISTA DE APÊNDICES E ANEXO

- Apêndice A – Quadrado médio obtido pela análise da variância para diferentes variáveis pesquisadas de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.).. 129
- Apêndice B – Quadrado médio obtido pela análise da variância para diferentes variáveis pesquisadas de Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev)..... 130
- Apêndice C – Análise da variância e seus desdobramentos explicativos para a variável número de flores por vaso de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) que apresentou interação entre as cultivares e doses estudadas na pesquisa..... 131
- Apêndice D – Análise da variância e seus desdobramentos explicativos para a variável matéria seca da flor de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) que apresentou interação entre as cultivares e doses estudadas na pesquisa..... 137
- Anexo A – Análise da mistura utilizada como substrato nos vasos das plantas pesquisadas..... 145

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
PARTE 1: CONTROLE ENDÓGENO DO CRESCIMENTO VEGETAL	25
1.1 Crescimento e desenvolvimento	25
1.2 Fatores do crescimento e desenvolvimento.....	26
1.3 Fatores internos - os hormônios	26
1.4 Síntese dos hormônios.....	27
1.5 Ação dos hormônios sobre mecanismos internos	28
1.6 Classes de hormônios	28
1.7 Giberelinas.....	29
1.7.1 Biossíntese.....	29
1.7.2 Inibidores da biossíntese.....	31
1.7.3 Locais de biossíntese e transporte	32
1.7.4 Modo de ação.....	33
1.7.5 Efeitos fisiológicos e usos comerciais	33
PARTE 2: CONTROLE QUÍMICO DO CRESCIMENTO VEGETAL	34
2.1 Retardantes de crescimento	35
2.2 Histórico.....	35
2.3 Usos comerciais.....	36
2.4 Classificação, nomenclatura e modo de ação	38
2.4.1 Compostos químicos não inibidores da biossíntese de giberelina	38
2.4.2 Compostos químicos inibidores da biossíntese de giberelina	40
2.4.2.1 Compostos “Onium”	40
2.4.2.2 Compostos com um heterociclo contendo nitrogênio	41
2.4.2.3 Imitadores estruturais do ácido 2-oxoglutárico	44
2.4.2.4 16,17-Dihidro-GAs.....	46
2.5 Nomes comerciais.....	47
2.6 Efeitos fisiológicos	48
2.7 Interação dos inibidores de giberelina com outros fitohormônios	50
2.8 Sucesso com os retardantes de crescimento	51
PARTE 2A: PACLOBUTRAZOL	52
1 Informações gerais	52
2 Descoberta.....	52
3 Modo de ação	53
4 Absorção e translocação.....	53
5 Atividade	54
6 Espécies afetadas	54
7 Concentração	54
8 Época de aplicação	55
9 Método de aplicação	55
10 Fatores que afetam a resposta da planta	56
PARTE 2B: DAMINOZIDE	57
1 Informações gerais	57
2 Descoberta.....	58

3 Síntese	58
4 Modo de ação	58
5 Absorção e translocação	59
6 Atividade.....	59
7 Efeitos fisiológicos	60
8 Espécies afetadas.....	60
9 Método de aplicação.....	61
10 Concentração	61
11 Época de aplicação.....	61
12 Número de aplicações.....	62
13 Fatores que afetam a resposta da planta	62
PARTE 3: ORIGEM E CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES	63
3.1 Lisianthus.....	63
3.2 Crisântemo	65
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	69
PARTE 1: CONDUÇÃO DA PESQUISA.....	69
PARTE 1A: LISIANTHUS	69
1.1 Caracterização do ensaio.....	69
1.2 Produção das mudas, transplante e plantio.....	71
1.3 Espaçamento dos vasos	72
1.4 Desponte ou “Pinch”	72
1.5 Tratos culturais	72
1.6 Aplicação do retardante de crescimento	73
PARTE 1B: CRISÂNTEMO	74
1.1 Caracterização do ensaio.....	74
1.2 Obtenção das estacas e plantio	75
1.3 Enraizamento das estacas	76
1.4 Fase vegetativa (Dias Longos)	76
1.5 Fase indutiva (Dias Curtos)	77
1.6 Espaçamento dos vasos	77
1.7 Desponte ou “Pinch”	77
1.8 Tratos culturais	78
1.9 Aplicação do retardante de crescimento	79
PARTE 2: AVALIAÇÕES REALIZADAS NAS ESPÉCIES PESQUISADAS.....	79
2.1 Altura de planta.....	79
2.2 Distância de entrenós e número de nós	79
2.3 Diâmetro da haste.....	80
2.4 Número de flores/inflorescências	80
2.5 Diâmetro da flor/inflorescência	80
2.6 Área, comprimento e largura de folha	80
2.7 Matéria seca da flor, haste e folha.....	81
2.8 Ciclo da cultivar	82
PARTE 3: ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NA PESQUISA	82
3.1 Análise estatística.....	82
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
4.1 Lisianthus.....	83

4.1.1	Altura de planta	83
4.1.2	Medidas da haste	85
4.1.2.1	Distância de entrenós.....	85
4.1.2.2	Diâmetro da haste	86
4.1.3	Medidas da folha	88
4.1.3.1	Comprimento e largura.....	88
4.1.3.2	Área de folha	89
4.1.4	Medidas da flor.....	91
4.1.4.1	Diâmetro da flor.....	91
4.1.4.2	Número de flores por vaso	93
4.1.5	Medidas da matéria seca	95
4.1.5.1	Matéria seca da haste e da folha	95
4.1.5.2	Matéria seca da flor	96
4.1.6	Ciclo das cultivares	97
4.1.7	Qualidade dos vasos	99
4.2	Crisântemo.....	101
4.2.1	Altura de planta	101
4.2.2	Medidas da haste	103
4.2.2.1	Distância de entrenós.....	103
4.2.2.2	Diâmetro da haste	104
4.2.3	Medidas da folha	106
4.2.3.1	Comprimento e largura.....	106
4.2.3.2	Área de folha	107
4.2.4	Medidas da inflorescência.....	108
4.2.4.1	Diâmetro da inflorescência.....	108
4.2.4.2	Número de inflorescências por vaso	110
4.2.5	Matéria seca da inflorescência, haste e folha.....	111
4.2.6	Ciclo da cultivar	112
4.2.7	Qualidade dos vasos	114
5	CONCLUSÃO	117
	REFERÊNCIAS.....	119
	APÊNDICES	127
	ANEXO	143

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de flores e plantas ornamentais exerce deslumbramento sobre o ser humano desde muito tempo. No oriente, as flores têm um valor simbólico e filosófico, já no ocidente a floricultura é explorada visando seu lado econômico.

Considerando-se a diversidade de produtos envolvidos neste setor agrícola, a floricultura abrange o cultivo e exploração de plantas ornamentais, englobando flores com finalidade de corte frescas ou secas, espécies para produção em vaso, folhagens verdes, mudas e até a produção de arbustos, árvores e gramados.

Nacionalmente, a floricultura se desenvolveu e continua se expandindo em locais onde se estabeleceram colônias de imigrantes. Ela principiou como jardinagem artesanal, passando a uma maior escala de produção, com a chegada dos imigrantes japoneses, adquirindo destaque econômico com os holandeses.

Um grande impulso como atividade econômica foi dado com a criação da Cooperativa Agropecuária Holambra em 1989, no estado de São Paulo, pelos holandeses, que trouxeram estratégias de comercialização, procurando primeiramente satisfazer a demanda das datas de expressão nacional como Dia das Mães, Dia dos Namorados, Finados e Natal. Eles organizaram um sistema de distribuição e comercialização para todo o país e, posteriormente, buscaram o mercado internacional, exportando produtos para vários países. Isto foi possível, devido ao alto grau de informação buscada pelo produtor e ao desenvolvimento de técnicas de produção, adequando o produto às exigências do mercado.

As exportações foram crescendo, principalmente de produtos do estado de São Paulo, até que em 2001 foi criado um programa nacional de exportação, o Florabrazilis – Programa Brasileiro de Exportação de Flores e Plantas Ornamentais, que busca inserir no mercado internacional, principalmente europeu, produtos da flora brasileira. Com este objetivo, o Instituto Brasileiro de Floricultura - IBRAFLO (2000), criou o Padrão Ibraflor de Qualidade para orientar os produtores brasileiros quanto a normas de classificação e qualidade para alguns produtos. Isto favoreceu também a produção e o comércio internos que possuem a tendência de serem desorganizados.

Entre os países da América Latina que produzem plantas ornamentais, a Colômbia, é uma grande produtora mundial, perdendo apenas para a Holanda, que produz cerca de três vezes mais.

Para o mercado brasileiro, o Instituto Brasileiro de Floricultura (2013a) divulgou o novo cenário do setor de flores e plantas ornamentais, recentemente em janeiro de 2013, indicando que atualmente existem 7.600 produtores para uma área cultivada de 11.800 hectares, empregando a mão-de-obra de, aproximadamente, 8 funcionários por hectare e, também mostrou que o consumo *per capita* é de R\$ 23,00 por habitante.

Quanto ao mercado externo, os dados do Instituto Brasileiro de Floricultura (2013b) relatam que no ano de 2011 o Brasil exportou, aproximadamente, US\$ 20 milhões e importou cerca de US\$ 18 milhões de várias espécies de plantas ornamentais.

Além de seu aspecto econômico, o setor de produção de plantas ornamentais exerce importante papel social, pela geração de empregos e por fixar o homem no campo. Segundo a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB (2013), o segmento agrícola de plantas ornamentais gera cerca de 50 mil empregos, sendo 22,5 mil (45%) na produção, 3,5 mil (7%) na distribuição, 22,5 mil (45%) no comércio e 2,0 mil (4%) no apoio.

A produção brasileira de flores e plantas ornamentais está distribuída, principalmente, nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Santa Catarina, Pernambuco e Rio Grande do Sul.

As potencialidades do estado do Rio Grande do Sul são muitas para o desenvolvimento da floricultura. Por ser uma região de hábitos europeus, este estado apresenta um elevado consumo de plantas ornamentais. Talvez este poderia ser apontado como um dos motivos para o surgimento de pólos regionais de produção e comercialização de flores, que visam primeiramente suprir o mercado interno e, posteriormente, podem expandir os negócios até os mercados argentino e uruguaio, devido a estratégica localização do Rio Grande do Sul em relação ao Mercosul.

Porém, para se estabelecer no mercado regional, nacional e, posteriormente, internacional, o produtor de plantas ornamentais riograndense precisa se organizar, profissionalizando-se desde a produção até a comercialização no atacado e no varejo. Apesar do cultivo de plantas ornamentais consistir numa atividade com alta

rentabilidade por área com retorno rápido do capital investido, devido ao ciclo curto da maioria das espécies, o que permite vários ciclos de produção o ano todo, ele exige o emprego de mão-de-obra especializada e a utilização de tecnologia avançada e de conhecimentos específicos pelos técnicos e produtores deste setor. Nesse aspecto, a formação de profissionais especializados na área, são instrumentos fundamentais para suprir essa necessidade, pois no Rio Grande do Sul, existem atualmente poucos recursos humanos nesta área agrícola.

Além da carência de recursos humanos nesta área, torna-se necessário estimular a pesquisa para que existam resultados disponíveis e a informação desejada seja atualizada. Por conseqüência, o produtor terá condições de competir no mercado, apresentando produtos de qualidade e diferenciados.

Este é o caso da produção de plantas de corte em vaso com uso de retardantes de crescimento. Observa-se que o consumo de flores de vaso está aumentando nos últimos anos, devido à tendência dos consumidores adquirem plantas envasadas para decoração de ambientes internos ou com a finalidade de presentear, ou ainda, pelas vendas em supermercados, que tornam a flor de vaso um produto mais popular. Assim, cultivares de corte de certas espécies, quando conduzidas em vaso, resultam em um produto de visual atrativo, com flores exuberantes, com maior durabilidade do que a flor cortada, e isto possibilita ornamentar um ambiente por vários dias.

Neste sentido, na floricultura, a disponibilização de dados de pesquisas para controlar o crescimento de cultivares de corte conduzidas em vaso, obtendo-se produtos ornamentais diferenciados, podem ser determinados através da investigação da aplicação de retardantes de crescimento vegetais em plantas envasadas.

Assim, tem-se como hipóteses para esta pesquisa que:

- Existe uma cultivar de corte de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Raf.) que, ao ser conduzida em vaso e submetida à aplicação de uma dose ajustada do retardante de crescimento Paclobutrazol, produz vasos com plantas de qualidade ornamental;
- Existe uma frequência de aplicação e uma dose apropriada do retardante de crescimento Daminozide que determinam uma melhor qualidade da produção de plantas de Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) de corte conduzidas em vaso.

Desse modo, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar as respostas de cultivares de corte das espécies Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) e Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) conduzidas em vaso e pulverizadas com retardantes de crescimento de plantas. Especificamente objetiva-se determinar para o Lisianthus, a cultivar e a dose de Paclobutrazol, e para o Crisântemo, a frequência de aplicação e a dose de Daminozide, mais adequadas visando obter-se um produto diferenciado e com qualidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

PARTE 1: CONTROLE ENDÓGENO DO CRESCIMENTO VEGETAL

1.1 Crescimento e desenvolvimento

Uma definição para cada um destes termos separadamente é um pouco difícil, já que são processos que ocorrem de maneira simultânea ao longo da vida da planta. Numa definição ampla, crescimento pode ser considerado o aumento irreversível de tamanho e desenvolvimento se constituiria em fenômenos que vão acontecendo enquanto a planta cresce.

Para Felipe (1985), morfológicamente ainda é possível fazer uma separação desses termos, mas metabolicamente é difícil dizer onde termina um processo e começa o outro. De modo mais detalhado, baseando-se na morfologia, crescimento é um aumento em tamanho, peso ou volume. Em plantas autotróficas consiste na conversão de substâncias inorgânicas simples como água, CO₂ e elementos minerais, em quantidade cada vez maior de proteínas, carboidratos e gorduras. Externamente, pode ser observado e medido como aumento do corpo da planta, mas internamente, além da adição de proteínas e carboidratos acontecem mudanças celulares. Os componentes fundamentais do crescimento são a multiplicação das células através da mitose e seu alongamento mediante vacuolização.

Numa tentativa de uma definição mais exata, esse mesmo autor expõe que o crescimento são todas as mudanças quantitativas que ocorrem na vida da planta. Já, o desenvolvimento pode ser caracterizado pelo crescimento e por modificações de forma no corpo da planta, através de diferenciação e morfogênese. As diferenças qualitativas nas células, tecidos e órgãos estão ligadas à diferenciação, mas também ao crescimento, pois as estruturas se diferenciam a medida que crescem na mesma região de uma planta. A morfogênese vem a ser o estudo do surgimento e da forma

dos novos órgãos. Desse modo, o desenvolvimento é obtido pelos processos de crescimento, diferenciação e morfogênese.

1.2 Fatores do crescimento e desenvolvimento

O crescimento e o desenvolvimento do vegetal podem ser influenciados tanto por fatores do meio externo, como por substâncias existentes no seu interior. Porém, a maneira como alguns desses fatores agem, ainda não está completamente entendida.

Para Raven et al. (2007), alguns dos fatores externos implicados no processo de crescimento e desenvolvimento são: luz, temperatura, comprimento do dia e força da gravidade. Já, os fatores internos que controlam o crescimento e desenvolvimento são, principalmente, substâncias químicas, dentre as quais destacam-se os hormônios vegetais.

1.3 Fatores internos - os hormônios

Alguns termos tem sido usados de maneira confusa quando se referem a substâncias relacionadas com o crescimento. Assim, é necessária uma distinção entre eles. Segundo a descrição de Castro e Vieira (2001):

- **Hormônio vegetal** é um composto orgânico, não nutriente, que é produzido e ocorre naturalmente na planta em baixas concentrações (10^{-4} M). Sua função é promover, inibir ou modificar processos morfológicos e fisiológicos do vegetal. Os cinco grupos mais conhecidos são ácido indolilacético (AIA), ácido giberélico (GA), zeatina, etileno e ácido abscísico (ABA).

- **Reguladores vegetais** são substâncias sintéticas que quando aplicadas exogenamente no vegetal possuem ações semelhantes aos hormônios naturais. Ex.: ácido naftalenacético (NAA), 6-benzilamino purina (BA).

- **Retardadores vegetais** são compostos sintéticos, que retardam a alongação e a divisão celular. Sua ação ocorre no meristema subapical. Ex.: cloreto (2-cloroetil) trimetilamônio (CCC), ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida (SADH).
- **Estimulante vegetal** é uma mistura de reguladores vegetais, ou de um ou mais reguladores com outros compostos de natureza diferente como aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc. Ex.: cinetina + ácido giberélico + ácido indolbutírico (Stimulate).

A palavra hormônio, segundo Raven et al. (2007), vem do grego *horman*, que significa “estímulo”. Mas, alguns hormônios possuem efeitos inibitórios e, por isso é mais adequado designar os hormônios como reguladores químicos e não apenas como estimulantes.

Para este mesmo autor, o termo regulador químico também precisa ser qualificado, porque a resposta a um dado regulador não depende somente de sua estrutura química, mas também de como ele é “lido” pelo tecido alvo. Um mesmo hormônio pode produzir respostas diferentes em tecidos diferentes ou em diferentes fases do desenvolvimento num mesmo tecido. A quantidade de hormônio requerida por um tecido pode variar. Essas variações de quantidade são referidas como diferenças na sensibilidade. Assim, as plantas podem variar a intensidade do sinal hormonal pela alteração das concentrações dos hormônios ou pela mudança na sensibilidade aos hormônios que já estão presentes.

1.4 Síntese dos hormônios

Antigamente, os pesquisadores tinham como conceito fundamental, que uma das propriedades essenciais para uma substância ser considerada como hormônio era que ela fosse produzida em um tecido e transportada para outro, onde exercia respostas fisiológicas específicas. Porém, este conceito foi modificado. Segundo Davies (2010), a síntese dos hormônios da planta pode ser localizada, mas pode também ocorrer em vários tecidos, ou células dentro dos tecidos. Também, sua ação pode ocorrer no tecido no qual ele foi sintetizado ou dentro da mesma célula. Um exemplo disso é o fato de que as citocininas são transportadas das raízes para as folhas onde previnem a senescência, enquanto no outro extremo a produção de

etileno pode causar mudanças dentro do mesmo tecido, ou célula onde ele é sintetizado.

1.5 Ação dos hormônios sobre mecanismos internos

Os hormônios regulam alguns processos internos da célula que coordenam o crescimento e desenvolvimento da planta.

A especialização das células de um órgão (diferenciação) ocorre devido à expressão de genes específicos e o desenvolvimento deste órgão (morfogênese) é a manifestação de sucessivas divisões celulares e alongamento da célula. Para que esses processos ocorram, as células necessitam de comunicação entre si e esta tarefa é atribuída aos hormônios que agem como verdadeiros mensageiros químicos, emitindo ou recebendo sinais que resultam em uma resposta. Assim, os hormônios atuam no controle da expressão de certos genes que estão no núcleo (estimulação ou repressão) e influenciam a divisão (taxa e frequência) e a expansão (longitudinal ou lateral) celulares (RAVEN et al., 2007).

1.6 Classes de hormônios

São conhecidos tradicionalmente cinco grupos de hormônios vegetais: Auxinas, Giberelinas, Citocininas, Etileno e Ácido Abscísico. Mais recentemente, foram descobertos que existem outros sinais químicos adicionais utilizados pelas plantas. São os Brassinoesteróides, Ácido Salicílico, Jasmonatos e Sistemina (Polianinas).

Mesmo parecendo verdadeira a hipótese de que todos os hormônios agem de modo interligado para efetuar o controle do crescimento e desenvolvimento, somente a classe das giberelinas será aqui elucidada.

O entendimento de como a giberelina funciona na planta é necessário para uma melhor compreensão dos retardadores de crescimento nos próximos capítulos.

1.7 Giberelinas

A descoberta das giberelinas ocorreu no Japão a partir dos estudos de uma doença de arroz (*Oryza sativa*). As plantas doentes cresciam rapidamente, e pareciam finas e pálidas. Foi descoberto por E. Kurosawa, que a razão para este crescimento anormal da planta, era devido a uma substância segregada por um fungo parasitário (*Gibberella fujikuroi*). Essa substância foi denominada giberelina. Durante os anos trinta, a giberelina foi isolada e cristalizada por cientistas japoneses de Tóquio (T. Yabuta e Y. Sumiki), entretanto quase foi esquecida nos anos seguintes. A partir de 1956, as giberelinas foram identificadas em muitas espécies e agora acredita-se que elas ocorrem em todas as plantas (RAVEN et al., 2007).

As giberelinas são baseadas na estrutura do ent-giberelano (Figura 1), sendo a mais disponível a GA₃ ou ácido giberélico e a mais importante a GA₁ que é responsável pelo alongamento do caule. Muitas outras GAs são precursores da GA₁ (DAVIES, 2010).

Hoje são conhecidas mais de 100 giberelinas diferentes (GA₁, GA₂, GA₃, GA₄..... GA...). A diferença entre elas está na presença dos grupos hidroxilas e na quantidade ou local das ligações duplas. A mais estudada é a GA₃.

1.7.1 Biossíntese

O processo da biossíntese é constituído de três etapas e ocorrem em três compartimentos celulares diferentes, conforme Taiz e Zeiger (2013):

1- Produção de unidades isoprênicas e ent-caureno – O isopentenil difosfato IPP (unidade básica de isopreno) é sintetizado nos plastídeos a partir do gliceraldeído-3-fosfato e do piruvato quando o tecido é clorofilado. No endosperma, o IPP é formado no citosol, a partir do ácido mevalônico, derivado da acetil-CoA. As unidades de IPP vão sendo juntadas, até que quatro destas formam o geranylgeranyl difosfato (GGPP), ou seja, um intermediário de vinte carbonos, que é precursor de outros

terpenos. A rota específica para giberelina só começa a partir do GGPP que é convertido a ent-caureno via copalil difosfato (CPP).

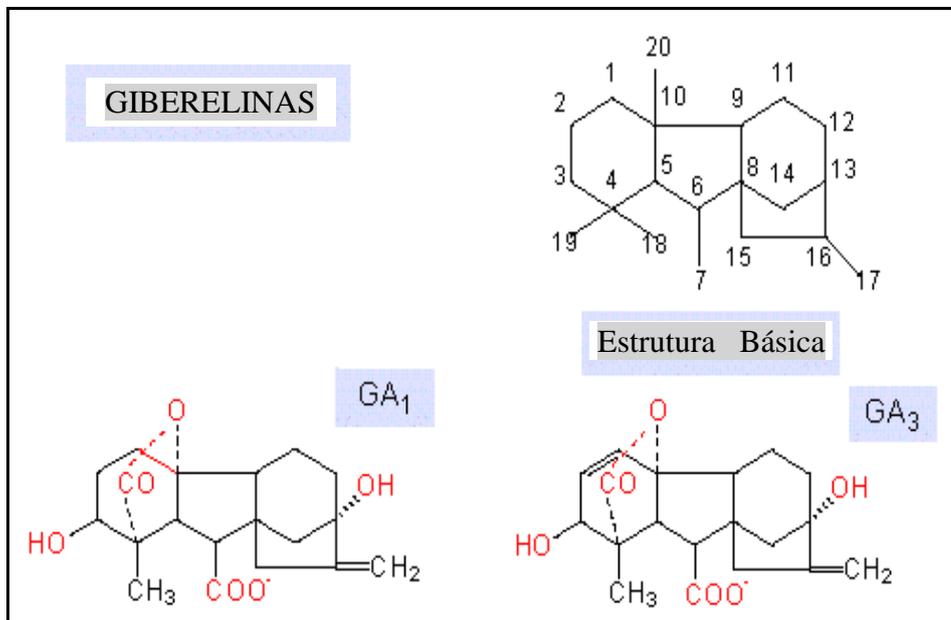


Figura 1 – Representação da estrutura básica da giberelina (esqueleto *ent*-giberelano) e de giberelinas ativas GA₁ e GA₃.

Fonte: Taiz e Zeiger (2013).

2- Conversão de ent-caureno para GA₁₂ ou GA₅₃ – Essa etapa ocorre no retículo endoplasmático. O ent-caureno forma GA₁₂-aldeído a partir da oxidação de um grupo metil (CH₃) a ácido carboxílico (COOH) e contração do anel B em cinco carbonos. O GA₁₂-aldeído é oxidado a GA₁₂, a primeira giberelina, precursora das outras. Na maioria dos vegetais predomina a rota de hidroxilação, na qual o carbono 13 da GA₁₂ é hidroxilado e forma GA₅₃.

3- Conversão de GA₁₂ ou GA₅₃ em outras GAs – Acontece no citosol. Ocorrem sucessivas oxidações do carbono 20 que é perdido na etapa final como CO₂. Na rota de hidroxilação do carbono 13, as reações de oxidação do carbono 20 levam a produção de GA₂₀. A GA₂₀ é, então, hidroxilada pela enzima 3β-hidroxilase, a qual adiciona um grupo hidroxila no carbono 3 da GA₂₀ e forma a giberelina ativa GA₁. Finalmente, por hidroxilação do carbono 2, GA₂₀ e GA₁ são convertidas nas formas

inativas GA₂₉ e GA₈, respectivamente. Na rota de não hidroxilação do carbono 13, as reações de oxidação do carbono 20 formam a GA₄, também ativa.

As enzimas envolvidas na rota de biossíntese da giberelina são: GA 20-oxidase (catalisa as reações de oxidação do carbono 20); GA 3-oxidase (hidrolisa o carbono 3) e GA 2-oxidase (inativa o GA₁ e hidroxila o carbono 2). Esta é envolvida no metabolismo e as duas primeiras atuam mais ao nível de regulação.

1.7.2 Inibidores da biossíntese

Em alguns cultivos se deseja que as plantas sejam baixas e procura-se restringir o crescimento, usando produtos químicos inibidores da biossíntese de giberelinas. Isso acontece, principalmente, em cultivos de flores, onde plantas com porte pequeno e hastes fortes como crisântemos, lírios e outras, são desejáveis. Em cereais de inverno, plantas com entrenós mais curtos, são vantajosos porque reduzem a tendência ao acamamento, aumentando a produção e facilitando a colheita mecanizada. Os inibidores químicos da biossíntese de giberelinas, vêm também sendo usados em frutas e em muitas outras culturas de interesse econômico.

Em consequência de sua ação essas substâncias são freqüentemente denominadas de retardantes de crescimento e podem produzir nanismo em plantas, o qual pode ser revertido pela aplicação de giberelina exógena (DAVIES, 2010).

Os compostos retardantes de crescimento são reunidos em diferentes grupos conforme a etapa da biossíntese da giberelina que atingem. Uma divisão mais detalhada destes compostos é apresentada na segunda parte deste capítulo.

De acordo com Arteca (1996), estes produtos, inibidores da biossíntese da giberelina disponíveis comercialmente, podem ser agrupados em: 1- Compostos da Amônia (Fosfon D, AMO-1618, Cicocel, Cloreto de Mepiquat, Brometo de Piperidina); 2- Compostos da Pirimidina (Ancimidol, Flurprimidol); 3- Compostos Triazóis (Paclobutrazol, Uniconazole, Triapentenol, BAS 111, Lab 150); 4- E ainda (Tetciclacis, Cálcio de Pro-hexadiona (BX-112) e Inabenfide têm sido usados para inibir a biossíntese de giberelinas).

Segundo este autor, os Compostos da Amônia bloqueiam a primeira etapa da biossíntese impedindo que o GGPP seja convertido a ent-caureno. Já, os Compostos da Pirimidina, Triazóis, Tetciclacis e Inabenfide agem na segunda etapa da biossíntese impedindo que o ent-caureno seja oxidado até ácido ent-caurenóico.

Na descrição de Metivier (1985), o Cicocel e o AMO-1618 bloqueiam especificamente a formação das giberelinas, inibindo a ciclização de geranyl-geranyl difosfato (GGPP), enquanto que o Fosfon D é menos específico, e inibe também a formação de outros terpenos cíclicos.

Também Taiz e Zeiger (2013), relatam que os compostos AMO-1618, Cicocel, e Fosfon D são inibidores da primeira etapa da biossíntese de giberelinas. Enquanto, o Paclobutrazol e outros inibidores das monoxigenases P-450 inibem especificamente a segunda etapa da biossíntese, antes do GA₁₂-aldeído. Já os inibidores da terceira etapa interferem nas enzimas que utilizam 2-oxoglutarato como co-substrato. Um exemplo disto é o composto Pro-hexadiona (BX-112), que inibe especificamente a GA 3-oxidase, a enzima que converte a forma inativa GA₂₀ em GA₁ a forma ativa do crescimento.

Estes autores explicam que a dependência do crescimento do caule pela GA₁ pode ser demonstrada pelo uso dos inibidores da síntese e do metabolismo da giberelina. Os inibidores AMO-1618 e BX-112 evitam o alongamento dos entrenós (*bolting*). O efeito do primeiro, que bloqueia a biossíntese antes do GA₁₂-aldeído, pode ser revertido pela aplicação de GA₂₀. Entretanto, o efeito de BX-112, que bloqueia a produção de GA₁ a partir de GA₂₀, somente pode ser revertido por GA₁, demonstrando que o aumento de GA₁ é o fator crucial na regulação do crescimento do caule.

1.7.3 Locais de biossíntese e transporte

As giberelinas produzidas na parte aérea (gemmas apicais, folhas e entrenós jovens) e os intermediários da sua síntese são transportados para o resto da planta pelo floema, sendo que nas etapas iniciais da biossíntese o transporte pode ocorrer em um tecido e o metabolismo para torná-la ativa em outro. Também há evidências

de que as raízes podem sintetizar giberelinas e transportá-las para a parte aérea pelo xilema (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Na verdade, de acordo com Metivier (1985), xilema e floema estão envolvidos quando o assunto é giberelina. Segundo este pesquisador, foi demonstrado que giberelinas exógenas são transportadas na mesma velocidade dos constituintes do floema, como carboidratos e aminoácidos, a cerca de 5 cm/hora e o transporte é de natureza não polar.

1.7.4 Modo de ação

As giberelinas estão envolvidas nos processos de alongamento e divisão celular. Promovem o alongamento celular ao aumentar a plasticidade da parede e aumentar o conteúdo de glicose e frutose, provocando a diminuição do potencial de água, o que leva a entrada de água na célula e causa sua expansão. Plantas intactas tratadas com giberelina possuem entrenós com maior número de células e elas são mais alongadas. Induzem a deposição transversal de microtúbulos e participam do transporte de cálcio. Também atuam a nível genético para promover alguns efeitos fisiológicos (RAVEN et al., 2007).

1.7.5 Efeitos fisiológicos e usos comerciais

Vários pesquisadores conseguiram descobrir muitos efeitos fisiológicos que são atribuídos às giberelinas. Alguns destes são:

- Crescimento do caule – Em várias espécies o alongamento dos entrenós é promovido pela aplicação de giberelina. Porém, o estímulo é maior em plantas anãs ou em rosetas e, em algumas gramíneas. Em plantas anãs, junto com esse efeito ocorre uma diminuição na espessura do caule e no tamanho e coloração da folha que se torna verde clara (TAIZ; ZEIGER, 2013).
- Floração – Em algumas plantas mantidas em condições não indutivas, a aplicação de giberelina estimula o florescimento, substituindo a exigência de frio (vernalização)

ou de dias longos (DL), principalmente de plantas em rosetas com entrenós curtos. Após a aplicação estas emitem um caule longo e único, com entrenós longos e com flores, que é chamado escapo floral e este fenômeno denomina-se *bolting*. A formação do escapo floral ocorre por aumento no número e no alongamento das células. As plantas de roseta poderão produzir um só eixo após a aplicação de GA₃ devido ao aumento da dominância apical (ARTECA, 1996).

– Frutificação – A aplicação de giberelina exógena pode induzir o estabelecimento e crescimento de alguns tipos de frutos (ex.: uvas). Porém, o modo como isto acontece, ainda é desconhecido pelos pesquisadores (TAIZ; ZEIGER, 2013).

– Germinação – As giberelinas podem causar a germinação de sementes que normalmente apresentam requerimento de frio ou luz para serem induzidas a germinar. Além disto, a GA estimula a produção de muitas enzimas na germinação de cereais, como ocorre com a α -amilase na cevada (DAVIES, 2010).

Quanto ao uso prático, dentre as várias giberelinas existentes, a mais utilizada é o ácido giberélico (GA₃) conhecido comercialmente como Pró-Gibb.

Em uvas, a GA pode ser utilizada para alongar os pedúnculos florais, evitando doenças fúngicas e obtendo-se bagas de maior tamanho e sem semente. Em maçãs, elas aumentam o tamanho e a qualidade da fruta. Nos citros, retardam a senescência dos frutos. Na cana-de-açúcar são usadas para aumentar o rendimento em sacarose. Ela é utilizada nas maltarias para acelerar o processo de maltagem da cevada (TAIZ; ZEIGER, 2013). Em plantas ornamentais, as giberelinas são usadas, principalmente, para aumentar o crescimento e conservar flores de corte após a colheita, além de outros usos.

PARTE 2: CONTROLE QUÍMICO DO CRESCIMENTO VEGETAL

Diferentes tipos de substâncias orgânicas químicas sintéticas são usados na agricultura para controlar processos fisiológicos ou bioquímicos do crescimento das plantas. Dentre essas substâncias sintéticas, os chamados retardantes de crescimento são as mais comumente utilizadas para efetuar a redução do tamanho da planta.

2.1 Retardantes de crescimento

Uma definição para os retardantes de crescimento de plantas foi dada por Weaver (1972) como sendo: um composto orgânico que retarda a divisão e o alongamento celular nos tecidos dos brotos e assim, regula fisiologicamente a altura da planta sem causar malformação de folhas e caules.

Muitas espécies cultivadas na agricultura, destacando-se aquelas com fins ornamentais, tendem a ser maiores do que o desejado, principalmente nos cultivos em estufas, sendo necessário torná-las adequadas. Isto pode ser feito através do melhoramento genético, por métodos físicos e pelo uso de substâncias químicas.

As técnicas genéticas são muito utilizadas para criação de novas cultivares floríferas visando atender o mercado consumidor. Porém, devido à dificuldade de obtenção de cultivares perfeitas quase sempre este método requer o uso de outro método em conjunto, para um bom controle do crescimento da planta.

Os métodos físicos incluem o tamanho do recipiente, estresse hídrico e/ou nutricional, espaçamento entre as plantas, temperatura, etc. Destes métodos, o controle pela temperatura é o mais importante. Porém, ele não é muito utilizado por ser difícil de se conseguir uma temperatura noturna mais alta que a temperatura diurna em determinado ambiente, o que é necessário para reduzir a altura da planta. Além disso, o custo seria muito elevado e algumas espécies podem não responder a este tipo de controle do crescimento.

Assim, por causa das dificuldades desses métodos, o controle químico, atualmente, é o método mais amplamente praticado para controlar o tamanho da planta, devido a sua viabilidade técnica e econômica. Porém, como os retardantes de crescimento vêm se tornando cada vez mais eficazes, é importante saber usá-los de maneira correta para evitar desperdício monetário e de tempo.

2.2 Histórico

Os primeiros retardantes de crescimento de plantas tornaram-se conhecidos em 1949. Eram os derivados da nicotina. Dentre estes, o composto mais ativo era o

cloreto 2,4-diclorobenzilnicotíneo, denominado 2,4DNC. Um ano mais tarde surgiram os carbamatos de amônia quaternária como o cloreto de 4-hidroxil-5-isopropil-2-metilfenil trimetil amônio, chamado Amo-1618. Em 1955 foi relatado o efeito retardante do crescimento do fosfônio, sendo que o composto mais ativo era o cloreto 2,4-diclorobenzil tributil fosfônio, designado Fosfon. No ano de 1960 surgiu um novo grupo de compostos da amônia quaternária representados pelo cloreto de 2-cloro etil trimetil amônio, o CCC. Dois anos mais tarde, em 1962, foi verificado que derivados do ácido succinâmico, pulverizados na foliagem retardavam o crescimento (CATHEY, 1964).

Muitos avanços ocorreram desde que os primeiros retardantes de crescimento surgiram. Com o desenvolvimento da indústria química, novos compostos foram sintetizados por grandes empresas de agroquímicos e, atualmente, estão disponíveis no mercado vários produtos, que podem ser manejados para diferentes finalidades.

2.3 Usos comerciais

A princípio, a prática do uso de retardantes de crescimento seria substituível pelo melhoramento genético. Essa hipótese ainda não se tornou completamente verdadeira. Conforme Rademacher (2000), o melhoramento oferece um caminho alternativo para se conseguir alterações no desenvolvimento da planta. Porém, como um genótipo fixado é menos flexível a mudanças nas condições de desenvolvimento, os retardantes de crescimento continuam sendo uma ferramenta útil para a manipulação do crescimento.

A utilização de retardantes químicos de crescimento em plantas permite determinar previamente o tamanho da planta de acordo com muitos usos diferentes. Desse modo, eles são parte integrante de vários sistemas de produção de plantas.

Na explanação de Ware (2000), os retardantes do crescimento de plantas possuem muitos usos: previnem a brotação em cebolas, batatas e outras culturas de raiz estocadas; em plantas de tabaco eles retardam o desenvolvimento de brotos que saem da raiz ao lado do caule; previnem o acamamento de cereais; reduzem o crescimento vegetativo, aumentam a maturidade e o rendimento em algodão.

Este mesmo autor refere que os retardantes químicos vegetais, geralmente, induzem o encurtamento do caule; favorecem a redistribuição da matéria seca e, também, permitem controlar o crescimento em flores e plantas ornamentais.

Na floricultura, os retardantes de crescimento de plantas são utilizados na produção de mudas, em gramados, podas, etc. Porém, a mais importante aplicação destes compostos neste setor, visa a adequação da planta dentro de certos padrões estéticos, buscando maior aceitação comercial, principalmente, em espécies de vaso.

Muitos retardantes químicos de crescimento de plantas, que são utilizados internacionalmente em cultivos comerciais, não podem ser amplamente usados no Brasil, porque não possuem registro no Ministério da Agricultura. Este documento é mais facilmente obtido para culturas agrícolas que não envolvam a produção direta de alimentos, como por exemplo a produção de plantas ornamentais, pois é entendido que os riscos para a saúde e o meio ambiente são menores.

Para Halevy (1995), algumas das razões pelas quais os biorreguladores, entre os quais estão os retardantes de crescimento, são mais comumente usados em cultivos ornamentais são:

- 1- Programação da produção. As flores de corte e plantas de vaso ornamentais têm sua produção freqüentemente programada para certas ocasiões como, por exemplo, rosas vermelhas para o Dia dos Namorados e rosas de vaso para o Dia das Mães.
- 2- Manipulação de características típicas da espécie. A aparência das plantas contribui para o seu valor ornamental, por exemplo, tamanho e cor das flores e da folhagem, comprimento e resistência da haste, ramificações padronizadas, etc.
- 3- Promoção da abertura de botões florais e extensão da vida da planta após a colheita. Plantas de vaso com flores e flores de corte são sensíveis ao manuseio e, principalmente, ao transporte a longas distâncias e, por isso têm a sua vida encurtada. As flores de corte são colhidas e embaladas no estágio de botão e é esperado que elas continuem o seu desenvolvimento após sua aquisição pelo consumidor.
- 4- Motivos econômicos. Como as plantas ornamentais são artigos de luxo, seu preço relativamente alto pode cobrir o custo de certos tratamentos. Além disto, é mais fácil conseguir a liberação oficial para uso de biorreguladores em plantas ornamentais do que em cultivos comestíveis.

2.4 Classificação, nomenclatura e modo de ação

A organização em classes, grupos ou tipos dos retardantes de crescimento de plantas é, um pouco diferenciada entre os estudiosos destes compostos. Alguns dão um enfoque mais fisiológico, outros fazem uma caracterização baseada na estrutura química do produto. Porém, a classificação geral parece ser a mesma, ou difere em poucos aspectos.

De acordo com Arteca (1996), os retardantes químicos de crescimento de plantas são divididos em dois grandes grupos, conforme sua ação dentro da planta. Um grupo engloba vários compostos com capacidade de retardar o crescimento por meio de um modo de bloqueio que não é a biossíntese de giberelina. O outro grupo, mais usado e melhor compreendido é daqueles produtos que inibem a biossíntese de giberelina.

Essa classificação, juntamente com a descrição dos constituintes do composto e seu principal modo de ação, baseada nos relatos deste pesquisador e também de outros estudiosos dos retardantes de crescimento de plantas é a seguir apresentada.

2.4.1 Compostos químicos não inibidores da biossíntese de giberelina

Os retardantes químicos de crescimento de plantas que fazem partes deste grupo, segundo Arteca (1996) são: Morfactinas, Dikegulac, Ethephon, Hidrazida Maléica, Derivados de Acetamida, Daminozide, Cimetacarb e Derivados de Ácidos Graxos.

a) Morfactinas:

- Fluoreno;
- Ácido fluoreno-9-carboxílico e,
- Chlorflurenol (metil[metil-2-cloro-9-hidroxi fluoreno-(9)-carboxilato]).

Esta classe é assim designada porque têm a capacidade de afetar a morfogênese da planta (substâncias morfologicamente ativas). O papel geral das

morfactinas é inibir o crescimento da planta. Estudos sugerem que as morfactinas não fazem propriamente o bloqueio da biossíntese de giberelina, mas agem como antagonistas competitivos. Embora apresentem uma ampla extensão de seus efeitos fisiológicos nas plantas elas parecem agir de uma maneira não específica.

b) Dikegulac (ácido 2,3:4,6, bis-O-(1-metiletilideno)-x-L-xilo-2-hexulofuranosônico).

A principal resposta deste composto na planta é retardar a dominância apical, levando a interrupção do crescimento do botão lateral, pois a divisão celular é muito suscetível a ele. Seu modo de ação, ainda não está bem esclarecido, mas sabe-se que ele reduz substâncias como as giberelinas, enquanto estimula outras, como o ácido abscísico e o etileno.

c) Ethephon (ácido (2-cloroetil) fosfônico).

É um composto liberador de etileno, considerado como um retardante de crescimento, devido ao fato de produzir plantas com hastes curtas e grossas. Seu maior uso é para evitar o acamamento nos cultivos de cereais.

d) Hidrazida Maléica (1,2-dihidro 3,6-piridazinediona).

É um composto retardante do crescimento que bloqueia a divisão celular por interferir na produção de uracil.

e) Derivados de acetamida:

- Mefluidide [N-(2,4-dimetil-5-[trifluorometil]sulfonil)amino-fenil)acetamida];
- Amidochlor [N-(acetilamino)metil]-2-cloro-N-(2,6-dietilfenil)acetamida.

São compostos usados, principalmente, para inibir o crescimento de gramados. O mecanismo de ação desses dois compostos não é conhecido.

f) Daminozide (ácido butanodióico mono-(2,2-dimetilhidrazida).

A principal aplicação comercial deste composto é controlar a altura de plantas de canteiro. Porém, seu exato mecanismo de ação não é conhecido, embora tenha sido sugerido que ele pode afetar a biossíntese de giberelina.

g) Cimetacarb ácido etil ester [4(ciclopropil- α -hidroxi-metil-eno)-3,5-dioxi-ciclohexanocarboxílico).

Este composto tem potencial para ser usado como retardador de crescimento em gramados.

h) Derivados de ácidos graxos incluem:

- Álcoois graxos (comprimento da cadeia 8-10) e
- Metil ésteres (comprimento da cadeia 8-12).

O mecanismo através do qual estes compostos reduzem a altura da planta é desconhecido. Formulações comerciais que contém uma mistura destes dois compostos mostraram aumento de ramificações e redução do crescimento de brotos.

2.4.2 Compostos químicos inibidores da biossíntese de giberelina

Os principais retardantes químicos de crescimento de plantas, que são inibidores da biossíntese de giberelina, conforme Arteca (1996) e Rademacher (2000) agem nas diferentes etapas da formação da giberelina.

De acordo com os relatos de Arteca (1996), esses compostos podem ser divididos em quatro grupos distintos: Compostos “Onium”, Pirimidinas, Triazóis, e Outros. Tais grupos estão descritos no item 1.7.2 deste Capítulo 2.

Uma divisão mais abrangente e baseada nas características estruturais dos compostos químicos inibidores da biossíntese de giberelina é apontada por Rademacher (2000). Para este pesquisador, estes compostos podem ser agrupados em: Compostos “Onium”, Compostos com um Heterociclo Contendo Nitrogênio, Imitadores Estruturais do Ácido 2-Oxoglutárico, e 16,17-Dihidro-GA_s. A seguir é apresentada uma descrição mais detalhada destes compostos conforme esta última divisão.

2.4.2.1 Compostos “Onium”

Os compostos tipo “Onium” são assim designados por possuírem um grupo químico chamado de amônio quaternário. Segundo Allinger et al. (1976), os

compostos derivados do íon amônio (NH_4^+) nos quais, os quatro hidrogênios foram substituídos por grupamentos alquila são chamados sais de amônio quaternário. Estes compostos também podem ser derivados dos íons fosfônio e sulfônio.

Os Compostos "Onium", segundo Rademacher (2000), interferem na biossíntese da giberelina antes do *ent*-caureno e conforme Arteca (1996), eles inibem a ciclização de geranyl-geranyl pirofosfato a copalil pirofosfato.

Segundo este último pesquisador, existem vários Compostos "Onium":

- a) Cloreto de Chlormequat** (cloreto de 2-cloroetil-trimetilamônio).
- b) Cloreto de Mepiquat** (cloreto de 1,1-dimetil-piperidíneo).
- c) AMO-1618** [2'-isopropil-4'-(cloreto de trimetilamônio)-5'etilfenil piperidina-1-carboxilato].
- d) Fosfon D ou Chlorphonium** (cloreto de 2,4-diclorobenzil-tributil-fosfônio).
- e) Brometo de Piperidina ou Brometo de Piproctanyl** (brometo de 1-alil-1-3-7-dimetil-octil-piperidina).

Para Rademacher (2000), faz parte deste grupo também o composto:

f) BTS 44 584

Os representantes mais importantes do grupo dos Compostos "Onium" são o Cloreto de Chlormequat e o Cloreto de Mepiquat, usados principalmente para prevenir o acamamento nos cultivos de cereais e reduzir o crescimento vegetativo em algodão. O Brometo de Piproctanyl é usado em plantas ornamentais (RADEMACHER, 2000).

2.4.2.2 Compostos com um heterociclo contendo nitrogênio

Heterocíclicos são também chamados de hetero-átomos. Segundo Allinger et al. (1976), estes compostos são hidrocarbonetos aromáticos, pois se caracterizam por apresentarem um sistema de anel com ligações duplas conjugadas. Eles possuem no anel um elemento diferente do carbono, ou seja, um oxigênio, um enxofre ou um nitrogênio, sendo este o mais comum. Anéis de cinco e seis elementos (Figura 2) são mais estáveis e por isso mais utilizados. Nos sistemas biciclo, dois ou mais carbonos são comuns aos dois anéis e recebem denominação especial, como por exemplo, o Biciclo[2.2.1]heptano, recebe o nome de Norbornano.

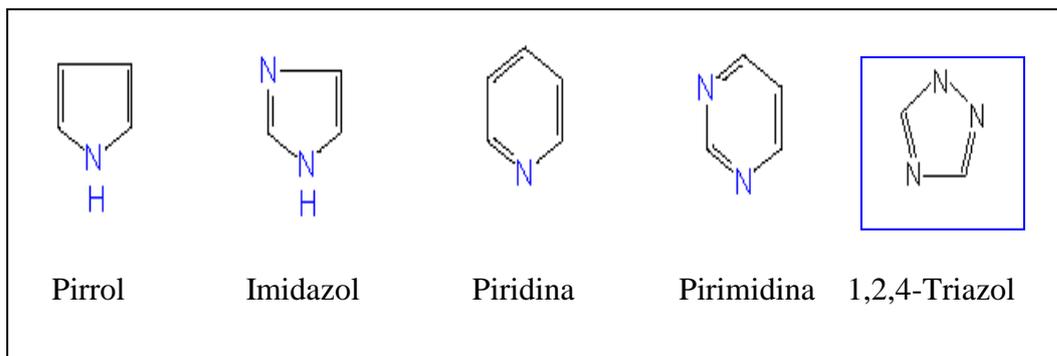


Figura 2 – Exemplo de compostos aromáticos heterocíclicos de nitrogênio, cujos anéis contêm cinco e seis átomos, respectivamente. O 1,2,4-triazol é a estrutura básica dos retardantes de crescimento vegetal classificados como triazóis.

Fonte: Alliger et al. (1976); Arteca (1996).

Numa visão geral, o modo de ação dos retardantes de crescimento que possuem um heterociclo com nitrogênio é a inibição de monooxigenases que catalisam as etapas de oxidação do *ent*-caureno até ácido *ent*-caurenóico. A característica comum para todos estes inibidores é um solitário par de elétrons sobre o nitrogênio hibridizado em sp^2 , sendo que este par de elétrons está localizado na periferia da molécula. Então, se o alvo são monooxigenases que contêm citocromo P-450, parece provável que o par de elétrons solitário do retardante de crescimento desloque o oxigênio de sua posição de ligação no protoheme Fe do citocromo P-450 (RADEMACHER, 2000).

Os citocromos são um grupo de enzimas e fazem parte do sistema de transporte de elétrons ou cadeia respiratória de todas as células aeróbicas. Esse grupo de enzimas contém porfirinas, que são uma classe de compostos formalmente derivados de quatro unidades de pirrol ligadas por ligações CH. As porfirinas na realidade se derivam de um sistema aromático muito estável, do qual o composto mais simples chama-se porfina. Elas facilmente formam quelatos com íons metálicos como ocorre com o complexo ferro-porfirina chamado heme e com o complexo magnésio-porfirina chamado clorofila (ALLINGER et al., 1976).

Os principais compostos heterocíclicos inibidores da biossíntese de giberelina que possuem N em sua estrutura química são a seguir descritos.

A - Pirimidinas

a) **Ancymidol** [α -ciclopropil- α -(4-metoxifenil)-5-pirimidienometanol].

b) Flurprimidol [α -(1-metiletil)- α -(4-trifluorometoxifenil)-5-pirimidino-metanol].

O maior efeito destes compostos parece ser devido à inibição da biossíntese de giberelina, por inativação de citocromo P-450 que controla a oxidação de caureno em ácido caurenóico (ARTECA, 1996).

Esses dois compostos possuem importância similar e são utilizados, especialmente, em plantas ornamentais (RADEMACHER, 2000).

B - Norbornenodiazetina

a) Tetcyclacis (5-(4-clorofenil-3,4,5,9,10-pentaza-tetra-ciclo-4,4,10^{2,6} O^{8,11} -dodeca-3,9-dieno).

É um composto que reduz a biossíntese de giberelina por bloqueio da oxidação de caureno para ácido caurenóico, inibindo também a biossíntese de esterol e, em geral parece agir como um triazol (ARTECA 1996), e é utilizado como agente nanizante na produção de mudas de arroz para transplante (RADEMACHER, 2000).

C - Triazóis

a) Paclobutrazol ([2RS,3RS]-1-[4-clorofenil]-4,4-dimetil-2-[1,2,4-triazol-1-il] pentan-3-ol).

b) Uniconazole ([E-1-[4-clorofenil]-4,4-dimetil-2-[1,2,4-triazol-1-il] penten-3-ol).

c) Triapentenol [(E)-(RS)-1-ciclohexil-4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4-triazole-1-il)-pent-1-en-3-ol].

d) BAS 111 ([1-fenoxi-5,5-dimetil-3-(1,2,4-triazole-1-il)hexan-5-ol].

e) LAB 150 978 ([1-(4-trifluor-metil)-2-(1,2,4-triazolil(1))-3-(5-metil-1,3-dioxan-5-il)-propen-3-ol.

Na descrição de Arteca (1996), os triazóis retardam o crescimento da planta pela inibição da oxidação de caureno, caurenol e caurenal, sendo que esta reação é catalizada pela caureno oxidase, uma citocromo P-450 oxidase.

D - Derivado da 4-Piridina substituída

a) Inabenfide (4-cloro-2-(α -hidroxilbenzil)iso-nicotinanilida).

De acordo com Arteca (1996) este composto é um ácido nicotínico originado da anilida que bloqueia a conversão oxidativa de caureno para ácido caurenóico e,

segundo Rademacher (2000) ele é usado para diminuir o risco de acamamento em arroz.

E - Imidazóis

a) 1-*n*-decylimidazole

b) 1-geranilimidazole

c) HOE 074784

Os imidazóis são conhecidos por inibir a biossíntese de giberelina nos passos entre *ent*-caureno e ácido *ent*-caurenóico. Conforme Rademacher (2000), este último composto é utilizado em arroz com o objetivo de controlar o acamamento.

F - Fungicidas Triazóis

a) Triadimenol 1-(4-clorofenoxi)-3,3-dimetil-1-(1H-1,2,4-triazol-1-il)butan-2-ol.

b) Triadimefon 1-(4-clorofenoxi)-3,3-dimetil-1-(1H-1,2,4-triazol-1-il)butanona.

c) Ipconazole 2-(4-clorobenzil)-5-isopropil-1-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmetil)ciclopentanol.

d) Tebuconazole 1-p-clorofenil-4,4-dimetil-3-(1H-1,2,4-triazole-1-ylmetil)pentan-3-ol.

e) Metconazole 5-(4-clorobenzil)-2,2-dimetil-1-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmetil)ciclopentanol.

Os compostos Tebuconazole e Metconazole, segundo Rademacher (2000), são de importante uso em canola para retardar o crescimento nesta cultura. De acordo com este pesquisador, alguns fungicidas do tipo triazóis, retardam o crescimento de plantas como uma atividade secundária.

2.4.2.3 Imitadores estruturais do ácido 2-oxoglutárico

O ácido glutárico apresenta em sua estrutura o grupo carboxila, -COOH, ou seja, um grupo funcional que contém oxigênio ligado duplamente a um átomo de carbono. Devido a ele possuir dois grupos carboxila é denominado ácido dicarboxílico.

Conforme Allinger et al. (1976), a estrutura do ácido glutárico é: HOOC-(CH₂)₃-COOH.

E ainda, um outro exemplo de ácido dicarboxílico é o ácido succínico, cuja estrutura é: $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$.

Segundo Panreac (2013), o ácido 2-oxoglutárico ($\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_5$) apresenta os seguintes sinônimos: ácido α -cetoglutárico e ácido 2-oxopentanodióico e sua estrutura é: $\text{HOOC-CO}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$.

Os principais compostos imitadores estruturais do ácido 2-oxoglutárico são: Acilciclohexanedionas e Daminozide.

A - Acilciclohexanedionas

As reações que ocorrem depois da GA_{12} -aldeído para formar giberelina são catalisadas por dioxigenases que usam o ácido 2-oxoglutárico como co-substrato. Devido a similaridades estruturais entre o ácido 2-oxoglutárico e os acilciclohexanedionas é aceito que estes compostos são responsáveis pelo bloqueio do metabolismo da GA, pois interferem com os últimos passos da biossíntese da GA após GA_{12} -aldeído. O modo de ação da maioria dos acilciclohexanedionas é agir de maneira competitiva com o ácido 2-oxoglutárico, sendo que o alvo principal são as hidroxilações na posição 3β (formação de GA_1 a partir de GA_{20}) e 2β (conversão de GA_1 em GA_8), resultando em níveis reduzidos de GA_1 e GA_8 e aumento nos níveis de GA_{20} e de precursores iniciais de GA_1 e conseqüentemente, retardação do crescimento. Os acilciclohexanedionas também podem bloquear a formação de antocianinas, pois a biossíntese destas também envolve dioxigenases dependentes do ácido 2-oxoglutárico (RADEMACHER, 2000).

a) Prohexadione-Ca (3,5-dioxo-4-propionil-ciclohexanecarboxilato de cálcio).

A capacidade deste composto retardar o crescimento da planta, foi descoberta mais recentemente e pouco é conhecido sobre seus efeitos fisiológicos e bioquímicos nas plantas (ARTECA, 1996).

b) Etil-Trinexapac ou Cimectacarb (etil-4-(ciclopropil- α -hidroximetileno)-3,5-dioxociclohexanecarboxilato).

Provavelmente devido a um maior grau de similaridade com o ácido 2-oxoglutárico (um ácido dicarboxílico), o composto Prohexanodione-Ca (um sal de um ácido carboxílico) possui uma atividade superior quando comparado com Etil-Trinexapac (um éster) principalmente em dicotiledôneas (RADEMACHER, 2000).

c) LAB 198 999 (ácido carboxílico etil éster 3,5-dioxo-4-butiril-ciclohexano).

Pesquisa realizada por Junttila et al. (1997), utilizando LAB 198 999 em *Lolium temulentum* L. mostrou que este composto bloqueia a 3 β -hidroxilação na formação de GA₁ a partir de GA₂₀, reduzindo o crescimento.

Além do efeito sobre o crescimento, Taiz e Zeiger (2013) relatam que LAB 198 999 e também Etil-Trinexapac aplicados em *L. temulentum* promovem o florescimento. Por inibir a conversão de GA₂₀ em GA₁ (ativa) ou GA₂₉ (inativa), devido a inibição da 3-oxidase ou da 2-oxidase respectivamente, estes compostos promoveriam a conversão de GA₂₀ em GA₅, induzindo a planta ao desenvolvimento da inflorescência.

B - Daminozide

Sua constituição química é: ácido butanodióico mono-(2,2-dimetilhidrazida).

Apesar de ser um retardante de crescimento usado desde muitos anos atrás, até pouco tempo não era conhecido seu exato modo de ação, sendo classificado de várias maneiras por distintos pesquisadores.

Atualmente, considerando a similaridade estrutural entre o Daminozide e o ácido 2-oxoglutárico e, levando em conta resultados antigos da literatura, foi proposto que este composto, assim como os acilciclohexanedionas, poderia bloquear a formação de GA por ser um inibidor de dioxigenases dependentes de 2-oxoglutarato. Esta hipótese foi comprovada mais tarde com pesquisas em cotilédones de *Phaseolus coccineus* e plantas de amendoim (RADEMACHER, 2000).

2.4.2.4 16,17-Dihidro-GAs

A maioria das estruturas deste mais recente grupo de retardantes de crescimento é derivada de GA₅ e usadas, principalmente, em gramíneas. Seu modo de ação é a inibição de enzimas que catalisam os últimos passos do metabolismo da GA, ou seja, as dioxigenases, agindo principalmente na 3 β -hidroxilação e de maneira menos pronunciada, provavelmente a 2 β -hidroxilação também é inibida. De modo similar aos acilciclohexanedionas, plantas tratadas com estes compostos tiveram os níveis de GA₁ diminuídos e os de GA₂₀ acumulados. Estes compostos

têm sua atividade aumentada quando utilizados juntos com adjuvantes (RADEMACHER, 2000).

a) 16,17-dihidro derivados de GA₅

- Exo-16,17-dihidro-GA₅-13-acetato

Após várias pesquisas foi desenvolvido este composto, que é o mais ativo retardante de crescimento, sendo necessário 20g por hectares para controlar o acamamento em gramíneas. Porém, é inativo para reduzir o crescimento em qualquer outra espécie. Isto mostra que os compostos 16,17-dihidro derivados principalmente de GA₅, interagem especificamente com a formação de GA somente em gramíneas, o que poderia ser atribuído a peculiaridades distintas do metabolismo, absorção, translocação e degradação da GA nestas espécies. Parece que tanto o composto exo-16,17-dihidro-GA₅-13-acetato como outros compostos relacionados, competem com os substratos naturais da GA, por exemplo GA₂₀, pelo respectivo local da enzima (RADEMACHER, 2000).

A forma *endo* deste composto, segundo este pesquisador, é um pouco menos ativa que a forma *exo*. Alguns substituintes (ésteres e éteres) para o C-13 do 16,17-dihidro-GA₅ foram testados em trigo e cevada, sendo comprovado que a função 13-acetato é a mais ativa. Além disso, parece que a ligação dupla entre C-2 e C-3 e a ausência de grupos hidroxil sobre estes carbonos juntamente com a função 16,17-dihidro são os principais elementos que conferem alta atividade a esta nova classe de retardantes de crescimento.

b) 16,17-dihidro derivados de GA₁₉, GA₂₀ e GA₁

- Exo-16,17-dihidro-GA₁-13-acetato

Este composto apresenta uma ligação simples entre o C-2 e o C-3 e é 3β-hidroxilado. Devido a isto, ele age diferente dos derivados de GA₅, não sendo ativo em mudas de trigo e cevada, que são espécies gramíneas (RADEMACHER, 2000).

2.5 Nomes comerciais

Uma substância química básica recebe uma denominação única que a identifica e que, geralmente, está associada a sua composição. Além desta, as empresas fabricantes atribuem um nome comercial para uma dada molécula química

pelo qual ela recebe o registro e então pode chegar até o mercado consumidor. Assim, uma mesma substância química pode receber vários nomes comerciais. Alguns destes são descritos a seguir, para os retardantes de crescimento de plantas de uso mais comum, conforme Rademacher (2000), Castro e Vieira (2001) e Andrei (2009):

Cloreto de Chlormequat – Cycocel, CCC, Tuval.

Cloreto de Mepiquat – Pix HC, Fraster, DPC

AMO 1618 – ACPC

Fosfon D – CBBP

Ancymidol – Reducymol, A-Rest, EL-531, Anc

Flurprimidol – Cutless, Topflor, EL-500, Flp

Tetcyclacis – LAB 102 883, BAS 106 W, TCY

Paclobutrazol – Bonzi, Cultar, Parlay, PP333, PBZ

Uniconazole – Sumagic, Prunit, Sumi-seven, XE-1019, UCZ

Inabenfide – CGR-811, IBF

Prohexadiona Ca – BAS 125..W, ProCa, BX-112, ProH

Etil-Trinexapac – Moddus, Omega, Primo, CGA-163'935, TrixE

Daminozide – B-Nine, B-995, SADH, Alar, Kylar

Ethephon – Antecip, Ethrel, Prep, CEPA, Arvest

Hidrazida Maléica – Contain, MH, Fazor CS, Royal MH

2.6 Efeitos fisiológicos

O ponto de interesse da aplicação de retardantes de crescimento em um dado cultivo é, justamente, o seu efeito de retardar o crescimento. Porém, estes compostos podem causar outros efeitos sobre os processos de crescimento e desenvolvimento da planta, podendo ser benéficos ou não e/ou relevantes ou secundários.

De acordo com Cathey (1975), em certas combinações e concentrações, os retardantes químicos de crescimento afetam a divisão celular e os sistemas de controle do desenvolvimento, permitindo controlar o crescimento pelo atraso do alongamento do entrenó. Ele adverte que diferente de muitas outras classes de

reguladores de crescimento, ainda não foi detectada a ocorrência natural de substâncias responsáveis pelo desenvolvimento de plantas de pequeno porte. Assim, estas podem ser resultantes de rotas biossintéticas degeneradas ou reduzidas para a produção de compostos como a giberelina.

Além de retardar o crescimento do caule, este mesmo autor descreve que, estas substâncias químicas exógenas a planta aumentam a cor verde das folhas, afetam indiretamente o florescimento, aumentam o enraizamento de estacas, promovem a formação de pigmentos amarelos nas flores e reduzem a injúria causada por poluentes.

Um dos efeitos positivos dos retardantes de crescimento é a melhor resistência ao estresse climático. Segundo Rademacher (1995), esse efeito foi observado em abóbora que apresentou maior resistência a baixa temperatura quando tratada com Paclobutrazol, ou ainda em poinsetia e feijão, que mostraram menor consumo de água quando tratados com Chlormequat e Ancymidol. A explicação fisiológica para este efeito poderia ser que plantas com crescimento retardado podem ter seus pontos de crescimento protegidos dentro do solo e menos folhas com a superfície exposta ao ambiente desfavorável. Outra consideração seria que plantas com melhor crescimento de raízes podem absorver maior conteúdo de água. E ainda, que níveis aumentados de ABA, que conferem melhor resistência da planta a baixas temperaturas e a seca, podem ser induzidos por alguns inibidores de oxigenases dependentes de citocromo P-450 como Tetcyclacis ou BAS 111.

Quanto aos efeitos dos Compostos "Onium", Arteca (1996) descreve que plantas tratadas com este tipo de composto apresentam entrenós mais curtos, folhas mais grossas e mais verdes. Além disso, relatos mostram que a restrição do crescimento por estes compostos pode acentuar a fotossíntese e dar maior capacidade à planta de tolerância a seca. Embora não esteja bem claro como isto ocorre, uma possibilidade seria que, a redução na área foliar causada pelos Compostos "Onium", reduziria a superfície de transpiração, que por sua vez reduziria a perda de água. Também foi observado que o CCC pode induzir o fechamento estomatal o que reduziria a transpiração. Outra possibilidade sugerida é que o tratamento com Compostos "Onium" causa um acúmulo de solutos, como aminoácidos e açúcares que permitem a planta manter o turgor de acordo com o potencial de água reduzido da folha. As plantas tratadas com Compostos "Onium" têm apresentado tolerância a estresses abióticos como ao sal e a temperatura e a

estresses bióticos como insetos, doenças e nematóides. Entretanto, pouco é conhecido sobre como se conseguiria aumentar a tolerância.

Sobre os compostos que possuem um anel heterocíclico contendo nitrogênio, Arteca (1996) salienta que além de inibir a formação de giberelina, as pirimidinas interferem no esterol e na biossíntese do ácido abscísico, têm pequeno efeito sobre a fotossíntese e reduzem o consumo de água. Já os triazóis, inibem a biossíntese do esterol, reduzem o ABA, o etileno e o ácido indol-3-acético e aumentam a citocinina. Embora o efeito direto sobre a fotossíntese seja pequeno, é observado um aumento no conteúdo de clorofila. Além disto, este autor ainda descreve que os triazóis protegem a planta contra estresses abióticos devido à água, sendo que esta capacidade é devido ao aumento do conteúdo antioxidante ou atividade na planta tratada. Também foi observado que estes compostos reduzem a densidade da população de insetos, mas não está bem esclarecido como isto é conseguido.

Com respeito aos acilciclohexanedionas Rademacher (2000), descreve que, em dosagens elevadas, eles inibem a formação de antocianina. Isto, provavelmente, ocorre porque a formação deste pigmento compreende passos que são catalisados por dioxigenases dependentes de 2-oxoglutarato como acontece com a formação de GA.

Para muitas ações específicas dos retardantes químicos de crescimento ainda não há resposta definida. Devido a suas propriedades, outros efeitos podem ser descobertos e atribuídos a eles como resultado de sua interferência em reações metabólicas, ficando esta busca a disposição da ciência.

2.7 Interação dos inibidores de giberelina com outros fitohormônios

Os mais recentes retardantes de crescimento de plantas, os inibidores de giberelina, podem modificar os níveis de outros fitohormônios e isto poderia alterar o crescimento e desenvolvimento da planta.

De acordo com Rademacher (2000), os compostos heterocíclicos aumentam o conteúdo de citocininas e de ABA; reduzem os níveis de etileno e ainda, não alteram o estado da auxina. Por consequência disto, ocorre atraso da senescência e aumento da resistência ao estresse ambiental.

As explicações para que estes efeitos aconteçam na planta, segundo este mesmo autor, não parecem ser lógicas. Porém é suposto que os assimilados são transferidos para as raízes que são o maior local de síntese de citocininas, o ABA se acumularia devido a inibição de seu metabolismo oxidativo e a redução no etileno seria devido ao bloqueio de ácido carboxílico aminociclopropano oxidase (ACC), uma enzima que participa da sua formação.

2.8 Sucesso com os retardantes de crescimento

Para se obter bom resultado, com os retardantes de crescimento, é necessário utilizá-los de maneira adequada. Então, é indispensável conhecer suas características e propriedades técnicas.

De acordo com Cathey (1975), o controle do crescimento pode ser diferenciado por uma série de fatores como: tipo de molécula usada, dosagem, frequência de aplicação, espécie, cultivar, estágio da planta, horário de aplicação, forma de aplicação, tamanho da gotícula na aplicação em pulverização, local da planta, temperatura e componentes do substrato.

Segundo esse mesmo autor, as substâncias não têm identidade química comum, nem exercem suas funções em concentrações similares ou afetam o crescimento do mesmo grupo de plantas. Generalizações sobre a posição das bases teóricas não são possíveis. O ponto significativo é que a lista de espécies nas quais o crescimento da haste pode ser controlado tem aumentado significativamente.

Conforme Rademacher (1995), além das considerações econômicas, a aplicação dos retardantes de crescimento depende: da atividade biológica do composto na planta; da persistência; da absorção e da translocação e ainda, da avaliação dos benefícios e efeitos colaterais indesejados. Devido a estes compostos apresentarem grande diversidade entre si quanto a estes tópicos, poucos deles podem ser usados levando-se em conta todas estas considerações.

PARTE 2A: PACLOBUTRAZOL

Dentre os compostos químicos retardantes de crescimento disponíveis para a horticultura ornamental atualmente, um dos mais usados para produzir plantas compactas é o Paclobutrazol.

1 Informações gerais

De acordo com Chemnet (2013a) e Arteca (1996), o Paclobutrazol apresenta:

Nome químico: ([2RS,3RS]-1-[4-clorofenil]-4,4-dimetil-2-[1,2,4-triazol-1-il] pentan-3-ol).

Sinônimo: β -[(4-clorofenil)metil]- α (1,1dimetiletil)-1H-1,2,4-triazole-1-etanol.

Nome comercial: Bonzi, Cultar, Parlay, PP333, PBZ.

2 Descoberta

O Paclobutrazol foi introduzido pela empresa ICI, no ano de 1983 como um regulador sintético de plantas para ser usado em frutas, plantas ornamentais e árvores, pois foi demonstrado em pesquisas que ele reduz o crescimento vegetativo, aumenta a fixação de botões e o florescimento, melhora a qualidade das frutas e pode ser usado para poda química de árvores. De acordo com Cremlyn (1991), devido a sua estrutura de triazol (Figura 3), o Paclobutrazol possui atividade fúngica em certas espécies.

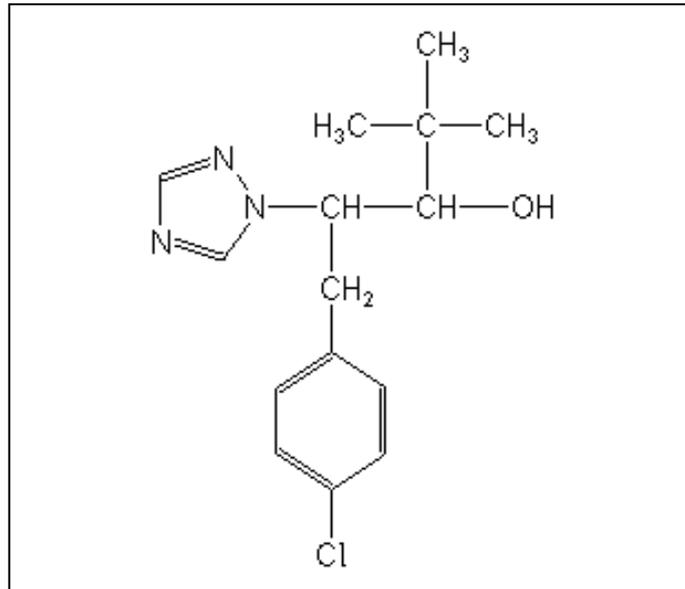


Figura 3 – Estrutura molecular do retardante de crescimento vegetal Paclobutrazol.

Fonte: Arteca (1996); Chemnet (2013a).

3 Modo de ação

O modo de ação do Paclobutrazol, segundo Cremlyn (1991), é a inibição da biossíntese da giberelina pela ligação de um nitrogênio do anel triazol a um átomo de Fe da proteína heme. Isto bloqueia o local de ligação de citocromo P-450, a enzima envolvida na oxidação de caureno a ácido caurenóico e não ocorre formação de giberelina

4 Absorção e translocação

O retardante de crescimento Paclobutrazol pode ser usado em plantas de vaso e de acordo com as informações de Syngenta (2013), ele é absorvido pelas raízes, pela haste, pelo caule e também pela folhagem, translocando-se na planta através do xilema.

5 Atividade

O Paclobutrazol é um composto químico que, segundo a explicação de Kamoutsis e Chronopoulou-Sereli (1999), é altamente ativo e eficaz para controle do crescimento vegetal, parecendo ter uma extensão de atividade maior do que outros retardantes de crescimento. De acordo com Starmam e Williams (2000), se comparado com Daminozide ou Ancymidol, que são ativos mas de eficácia menor, o Paclobutrazol requer mais precisão de manejo, pois pequenos erros são facilmente percebidos e podem inviabilizar a produção.

6 Espécies afetadas

Algumas das espécies de plantas ornamentais sobre as quais o Paclobutrazol possui eficácia são: Crisântemo, Pelargônio, Poinsetia, Fuchsia, Kalanchoe, Calceolária, Petúnia, Gardênia, Mini Rosa, Ciclamem, Dianthus, Impatiens, Gerânio, Zínia, Caladium, Azaléia, Amarilis, Tulipa, etc. Ele permite diminuir o volume da planta e lhe proporcionar um porte mais compacto com um melhor equilíbrio entre flores/haste e o vaso, melhorando o aspecto geral da planta que passa a apresentar folhagem mais verde e densidade de flores mais expressiva. Além disto, o Paclobutrazol melhora a precocidade em certas espécies e apresenta um efeito duradouro com o uso de doses adequadas, permitindo que a planta suporte melhor o estresse relacionado ao transporte, armazenamento e falta de luz na cadeia de distribuição. (SYNGENTA, 2013; ZENECA, 2013).

7 Concentração

A composição de Paclobutrazol no produto comercial Bonzi conforme as informações de Syngenta (2013) e Zeneca (2013) é de 4g.L^{-1} .

De acordo com os relatos de Barret (1992), o Paclobutrazol pode ser utilizado em plantas de vaso nas doses de 2 a 90 mg.L⁻¹.

Quando for aplicado utilizando-se o método de irrigação, para vasos com tamanho de, aproximadamente, 15 cm de diâmetro pode ser usado 0,125 mg de ingrediente ativo por vaso. Em pulverização, para espécies herbáceas, a referência é 30 mg.L⁻¹; para mudas as doses podem variar de 5 a 90 mg.L⁻¹; para Crisântemo as pulverizações são eficazes de 50 a 200 mg.L⁻¹ quando a brotação está com 5 a 7,5 cm e pulverizações sequenciais podem ser requeridas dependendo do vigor da cultivar (ZENECA, 2013). A recomendação de Syngenta (2013) para a cultura do Crisântemo em vaso é a dose de 5 a 10 mg.L⁻¹, para plantas conduzidas em haste única ou haste ramificada, sendo que a dose deve ser ajustada de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta e as condições ambientais.

8 Época de aplicação

O momento de tratar a planta com um retardante de crescimento, segundo Hartmann et al. (1988) e Hertwig (1977), é durante a fase de seu intenso crescimento vegetativo, ou no início do florescimento, quando as plantas estão no seu limite de altura. Então, conforme indicado por Zeneca (2013), o Paclobutrazol deve ser utilizado para tratar a planta quando ela se apresenta em período de crescimento vegetativo ativo. De acordo com Syngenta (2013), a dose de Paclobutrazol deve ser aplicada no Crisântemo em vaso de 10 a 15 dias após o envasamento para cultivos em haste única ou quando os brotos estão com 1 cm para cultivos de hastes ramificadas, sendo que a aplicação deve ser repetida em variedades de crescimento vigoroso.

9 Método de aplicação

Para todos os retardantes de crescimento, conforme explica Million et al. (1999), as aplicações foliares são eficazes, porém, há alguns que também podem

ser aplicados no substrato de cultivo ou na água de irrigação, inclusive melhorando a eficácia do produto.

Quanto ao método de aplicação, Barret (1992) descreve que para os triazóis a absorção por meio de pulverização é eficaz quando o produto entra em contato com o caule, caindo no xilema, sendo translocado para as regiões de crescimento.

O Paclobutrazol, segundo este mesmo pesquisador, é um produto que apresenta características distintas: não é prontamente móvel dentro da planta e sua absorção ocorre dentro de duas a quatro horas.

Quando aplicado em pulverização foliar, o Paclobutrazol é absorvido pelos pecíolos e pelo caule e é translocado através do xilema para os meristemas apicais, e quando aplicado no substrato, ele é absorvido pelas raízes e translocado para a parte apical, onde é ativo, nas regiões de crescimento da planta (SYNGENTA, 2013; ZENECA, 2013).

Na explicação de Million et al. (1999), o Paclobutrazol usado no substrato pode ser mais eficaz do que em pulverização foliar devido a um aumento de atividade e menor probabilidade de atrofiamento e atraso de florescimento, pois neste modo de aplicação, ele não teria contato direto com as flores ou botões florais.

10 Fatores que afetam a resposta da planta

A resposta da planta ao tratamento com Paclobutrazol pode ser afetada pelo método de aplicação (pulverização foliar, irrigação do substrato, encharcamento de bulbos). Segundo Syngenta (2013) e Zeneca (2013), outros fatores também exercem influencia na resposta da planta ao tratamento com Paclobutrazol, tais como:

- a) Condições ambientais: a temperatura é a variável mais importante para determinar um ótimo desempenho do produto. A quantidade de produto necessário e o número de aplicações podem variar dependendo da época do ano. Então, doses mais altas e/ou maior número de aplicações são requeridas nos meses mais quentes, pois a alongação do caule aumenta com o aumento da temperatura.

- b) Cultivar: diferentes cultivares ou variedades de uma dada espécie podem apresentar respostas distintas. Aquelas que possuem um crescimento vigoroso e aquelas nas quais a haste se alonga rapidamente necessitam de doses mais altas do que aquelas que apresentam taxa de crescimento mais baixa.
- c) Tratos culturais: uma dose mais alta de produto pode ser necessária para controlar a altura de plantas que crescem em um espaço fechado, em vaso pequeno, recebem alta quantidade de fertilizante, e ainda, para aquelas que usam casca de pinos ou meio orgânico como substrato. As plantas não devem ser regadas antes do produto ser completamente absorvido pela planta para se obter uma melhor eficiência do tratamento.

PARTE 2B: DAMINOZIDE

O Daminozide é um dos retardantes de crescimento de plantas mais antigo e, amplamente, usado em cultivos ornamentais, sendo de mais fácil utilização quando comparado a outros compostos de mesma finalidade.

1 Informações gerais

Conforme a descrição de Chemnet (2013b) e Arteca (1996), o Daminozide apresenta:

Nome químico: ácido *N*-dimetilaminosuccinâmico.

Sinônimo: ácido succínico 2,2-dimetil hidrazida; ácido butanodióico mono(2,2-dimetil hidrazida).

Nome comercial: SADH, B9, B-995, B-Nine, Alar, Aminozide, Kylar.

2 Descoberta

O efeito de retardar o crescimento do Daminozide foi descoberto em 1962 por Riddell e seus colaboradores estudando o ácido maleâmico e succinâmico em leguminosas, plantas trepadeiras e ornamentais. Este composto não tem anel de benzeno, amônio quaternário ou cátion de fosfônio (Figura 4), e ainda, segundo Weaver (1972), o Daminozide é um ácido livre e ionizável, que contém um sistema C-C-N-N.

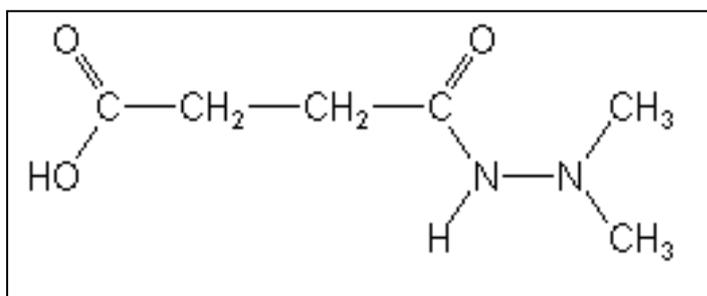


Figura 4 – Estrutura molecular do retardante de crescimento vegetal Daminozide.

Fonte: Arteca (1996); Chemnet (2013b).

3 Síntese

O Daminozide foi introduzido pela Uniroyal Inc. em 1962, e segundo Cremlyn (1991), é preparado pela reação entre anidrido succínico e N,N-dimetilhidrazida, para controlar o crescimento de árvores de frutos e a forma e altura de plantas ornamentais, como por exemplo impedir o crescimento de Crisântemo, tornando-os mais adequados para cultivo em casa.

4 Modo de ação

O modo de ação do Daminozide não é bem caracterizado e algumas pesquisas vêm procurando melhor explicá-lo.

Seu exato mecanismo de ação é desconhecido, embora tenha sido sugerido em 1962 por Riddel apud Arteca (1996) que ele pode afetar a biossíntese da giberelina. Já, Arellano et al. (1992), descreve que o Daminozide se caracteriza por inibir a síntese do ácido indolacético.

A hipótese de inibição da giberelina foi aceita até recentemente, quando, passou a ser considerada a similaridade estrutural entre Daminozide e o ácido 2-oxoglutárico. Então, Brown et al. (1997) efetuaram pesquisa comparando os efeitos de Prohexadione (um acilcyclohexanedione que inibe as etapas finais da biossíntese de GA) e Daminozide sobre a hidroxilação da giberelina. Os resultados claramente indicaram pela primeira vez que o Daminozide tem o mesmo modo de ação do Prohexadione em espécies de plantas distintas, ou seja, inibe a 3 β -hidroxilase e, em menor grau a 2 β -hidroxilase, indicando que isto ocorre provavelmente devido à similaridade estrutural com o 2-oxoglutarato. A ação inibitória se mostra pela competição entre o retardante e a enzima natural co-substrato, 2-oxoglutarato.

5 Absorção e translocação

O Daminozide, segundo Andrei (2009), é um inibidor de crescimento para uso exclusivo em ornamentais, que é absorvido pela folha da planta para em seguida distribuir-se pelo vegetal, reduzindo o desenvolvimento dos ramos e pedúnculos florais. Mais especificamente, Uniroyal (2013), informa que o Daminozide move-se para os pontos de crescimento e reduz o alongamento do entrenó. Também Barret (1992), acrescenta que ele é muito móvel em todas as partes da planta após a aplicação. E Cathey (1975), descreve que o excesso deste composto, aplicação de altas concentrações, não é aparentemente absorvido pela planta e uma película branca aparece sobre as plantas tratadas.

6 Atividade

Em geral, o Daminozide apresenta uma baixa atividade e raramente é capaz de reduzir excessivamente o crescimento de plantas tratadas, pois seu efeito é de

curta duração. Devido a isto, ele é de mais fácil utilização do que outros retardantes de última geração e precisa ser reaplicado, quase que semanalmente, para manter o controle do crescimento em plantas vigorosas.

De acordo com Cathey (1964), para uma atividade satisfatória são requeridas altas concentrações que podem variar numa ampla faixa, sendo que o Daminozide permanece ativo no solo por 3-4 semanas e na planta por 12 a 14 dias, possuindo maior atividade quando utilizado na forma de pulverização foliar.

7 Efeitos fisiológicos

O Daminozide reduz a estatura da planta por redução no comprimento dos entrenós, resultando em células mais compactas e entrenós mais curtos. Além disto, a haste fica mais forte e, portanto, menos suscetível a danos por manuseio ou embalagem. Outro efeito interessante é que as plantas tratadas formam botões terminais primitivos, pela quebra da dominância apical, e então ramificam-se abundantemente, promovendo um hábito de crescimento compacto e aumentando a formação de botões florais (UNIROYAL, 2013).

Este mesmo autor refere que a manifestação destes efeitos depende de fatores como idade da planta, temperatura do ambiente e tratos culturais adequados.

8 Espécies afetadas

O retardante de crescimento Daminozide é utilizado na maioria das espécies de plantas ornamentais, principalmente aquelas cultivadas em vaso.

De acordo com Uniroyal (2013), ele é indicado para Azaléia; plantas de jardim como Petúnia, Tagetes, Sálvia, Zínia, etc.; Crisântemo de vaso e de corte; plantas verdes como Ficus, Philodendron, Schefflera, etc.; Hidrangea e Poinssétia.

Conforme Barret (1992), algumas espécies são pouco afetadas pelo Daminozide e para Cathey (1964) as espécies mais responsivas são as leguminosas.

9 Método de aplicação

O Daminozide é altamente eficaz em pulverização, de acordo com a explicação de Cathey (1964), sendo que aplicações no solo provocam toxicidade. Barret (1992), enfatiza que este composto é aplicado somente via foliar e também Uniroyal (2013) indica seu uso sobre a folhagem da planta.

10 Concentração

As indicações de Uniroyal (2013), referem que para se obter a concentração de 1% do produto comercial B-Nine, equivalente a 10.000 mg.L^{-1} , deve-se diluir 12g deste produto em cada litro de água, e as concentrações recomendadas para plantas de vaso variam de 1.000 a 10.000 mg.L^{-1} .

Este mesmo autor cita que para Crisântemo conduzido com desponte a concentração varia de 2.500 a 5.000 mg.L^{-1} , sendo que em cultivares muito sensíveis, a concentração indicada é 2.500 mg.L^{-1} pulverizada quando a altura desejada é atingida e para outras cultivares, faz-se necessária uma segunda aplicação de 2.500 mg.L^{-1} três semanas após a primeira. Para flores de jardim a indicação é aplicar de 2.500 a 5.000 mg.L^{-1} aproximadamente 2 a 3 semanas após o desponte ou transplante.

Também Barret (1992), descreve que a concentração de Daminozide em pulverização é geralmente de 1.250 a 5.000 mg.L^{-1} .

Em estudo realizado por Cathey (1975), testando o Daminozide em 88 espécies de plantas ornamentais foi evidenciado que concentrações muito altas tiveram pouca ou nenhuma atividade sobre 44 espécies que apresentaram resposta.

11 Época de aplicação

O melhor controle da altura da planta ocorre no estágio em que a menor quantidade do produto e o mínimo atraso no florescimento são combinados com sua

máxima eficiência e deste modo, Cathey (1975), afirma que o Daminozide é mais eficaz quando aplicado próximo ou no início da floração, pois se o tratamento ocorrer antes desta época o controle da altura não permanece até o florescimento, sendo que para o Crisântemo, ele deve ser aplicado duas semanas após o início dos dias curtos.

12 Número de aplicações

O número de aplicações de Daminozide, segundo Lopes (1977), depende de alguns fatores como: variedade cultivada, tamanho da planta, tamanho do vaso, estação do ano, podendo ser necessárias de 1 a 4 pulverizações, ou até mais, durante o ciclo de cultivo para adequação da planta ao vaso.

Para o Crisântemo de vaso, Lavila (1992), explica que as pulverizações sobre a parte superior das plantas se realizam em um primeiro tratamento aos 12 ou 14 dias após o desponte, uma segunda aplicação é feita 15 dias depois e para plantas com entrenós muito longos pode-se inclusive realizar uma terceira aplicação após a segunda.

O fracionamento da dose indicada também pode ser usado. De acordo com Uniroyal (2013), duas aplicações, a primeira com 1/2 e a segunda com 2/3 da dose indicada, pode resultar num melhor controle do que uma só aplicação da dose total recomendada.

13 Fatores que afetam a resposta da planta

Algumas considerações de manejo devem ser observadas para se obter uma boa resposta da planta ao retardante de crescimento. Assim, de acordo com Uniroyal (2013), a pulverização deve ser feita de modo a proporcionar uma completa cobertura da planta até o ponto de escorrimento, espalhando o produto uniformemente; antes da aplicação as plantas devem ser bem irrigadas para ficarem túrgidas, pois em plantas murchas o produto não é prontamente absorvido e o

resultado obtido será menor do que o esperado, devido à eficácia do produto ser comprometida, mas a folhagem deve estar seca por ocasião da aplicação; a folhagem da planta não deve ser molhada de 18 a 24 horas após aplicação para permitir que o produto entre na planta.

Quanto às condições ambientais, Lopes (1977) adverte que as aplicações devem ser sempre realizadas ao final do dia, quando a luminosidade está reduzida ou no início da manhã, para prevenir fitotoxicidade.

Ainda, Lavila (1992) chama atenção para o fato de que nas aplicações do fitorregulador, não ocorra mistura com nenhum outro tipo de produto, de maneira a se evitar interações que diminuam sua eficácia, resultando em menor resposta da planta.

PARTE 3: ORIGEM E CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES

3.1 Lisianthus

O Lisianthus é uma planta ornamental de grande vistosidade (Figura 5), pertencente a família Gentianacea e de acordo com Halevy e Kofranek (1984), é conhecido como *Lisianthus russellianus*, porém seu nome científico é *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnars (sin. *E. russellianum*).

A caracterização do Lisianthus apresentada por Halevy e Kofranek (1984), descreve que esta espécie é uma planta nativa do sul dos Estados Unidos que ocupa principalmente as pradarias úmidas de Nebraska ao Colorado e Texas, por isso é comumente conhecida como Sino Azul Texano ou Genciana. É uma herbácea anual ou bianual e inicialmente forma uma roseta de base foliar, seguida por uma haste copada carregada com flores de pedúnculo longo nas axilas das folhas superiores. As plantas nativas possuem flores de cor azul púrpura, mas os novos híbridos apresentam três cores: azul púrpura, branco e rosa. As flores têm de 6 a 9 cm de diâmetro e de 7 a 10 cm de comprimento. O Lisianthus produz 3 flores/planta no primeiro ciclo de colheita e manter a planta para um segundo corte é considerado

anti-econômico. Assim, ele parece mais apropriado para cultivo em vaso, onde as plantas são muito vistosas com 10 ou mais flores abrindo simultaneamente sobre a planta. Porém, os vasos devem ser vendidos quando metade das flores na planta estão abertas, já que a qualidade das flores que abrem em casa é menor.



Figura 5 – Exemplos de flores de diferentes híbridos de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnery).

Fonte: Terraviva (2013).

Quanto à exigência fotoperiódica do Lisianthus, há controvérsias. Alguns pesquisadores como Halevy e Kofranek apud Harbaugh (1995), afirmam que seja uma espécie de Dias Neutros, outros como Rot et al., apud Harbaugh (1995), relatam que o Lisianthus responde a Dias Longos Qualitativos. Sob condições de Dias Curtos, Harbaugh (1995), refere que há formação de uma roseta, especialmente, quando a temperatura está entre 25 e 28°C, mas há diferenças de resposta entre as cultivares. Na prática, segundo Sakata/Agroflora (2000), o Lisianthus responde a Dias Longos, usando-se luz artificial desde a 6ª folha das 22:00 às 02:00 horas e no inverno, o tempo para o florescimento diminui.

As sementes do Lisianthus são híbridos F1 e foram introduzidas no mercado produtor pela empresa japonesa Sakata Seed. As cultivares, de acordo com Sakata (2013a), são classificadas em Séries e algumas delas são: Séries Echo, Piccolo e Fioretti (ciclo precoce); Séries Mariachi, Rosita e Wonderous (ciclo médio) e Série

Mirage (ciclo tardio). As flores na Série Echo são dobradas, nas Séries Mariachi e Rosita são quadruplas e nas demais Séries as flores são simples. A altura da planta varia entre 70 e 90 cm para cultivares de corte.

Quanto as condições de cultivo, este mesmo autor informa que a temperatura ideal de germinação está entre 20 e 21°C, porém, para não formar roseta a melhor indicação é entre 12 e 25°C. Um dos entraves no cultivo do *Lisianthus* o ano todo é justamente o problema da roseta, ou seja, quando a muda entra em um certo tipo de dormência e não desenvolve haste, sendo o período mais crítico do início da germinação até a fase de 6 pares de folhas verdadeiras. Temperatura diurna acima de 25°C, noturna acima de 18°C e temperaturas abaixo de 12°C, causam roseta. A germinação ocorre de 10 a 15 dias após a sementeira. A fase de produção da muda (semeadura até o transplante) tem duração aproximada de 60 dias e os dias para o florescimento variam de 150 a 180. A espécie não é exigente em adubação, porém o nitrato de cálcio promove o crescimento de hastes fortes, diminuindo a ocorrência de hastes moles que necessitam de tutoramento.

3.2 Crisântemo

O Crisântemo é considerado planta ornamental desde longa data, sendo uma das mais produzidas comercialmente no Brasil, existindo variedades (Figura 6) para cultivos em vaso e outras com a finalidade de flor de corte.

A palavra Crisântemo significa “flor dourada” e, de acordo com Gruszynski (2001), vem do grego: *Khysos*, ouro e *anthenom*, flor. Este autor relata que o Crisântemo é uma espécie cultivada há mais de 2.000 anos como planta de jardim na Ásia, e é conhecida como a flor nacional do Japão, sendo plantado na Europa pela primeira vez por volta de 1688, pelo holandês Jacob Breynius. Esta espécie entrou nos Estados Unidos por volta de 1764, chegando à França em 1789 e no ano seguinte, na Inglaterra. Desde 1890, o Crisântemo vem sendo melhorado, quanto ao seu formato, cor, adequação ao cultivo o ano todo, adaptações de clima, durabilidade pós-colheita. Primeiramente, a produção foi voltada para corte e, posteriormente, para vaso.



Figura 6 – Exemplos de cultivares de Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) para condução em vaso e corte, respectivamente.

Fonte: Ball (2013).

Existem mais de 150 espécies naturais de Crisântemo que segundo Lavila (1992), são originárias todas do velho mundo (Índia, China, Japão, Marrocos, etc., em geral da Ásia e África). Esta autora também refere que o *C. morifolium*, originário da China, é a origem principal dos Crisântemos e produz flores grandes. Já, o *C. indicum*, originário da China e Índia, e o *C. arcticum*, produzem flores menores. O *Chrysanthemum x hortorum* foi obtido pelo cruzamento dos três anteriores. O *C. frutescens* é originário da África.

O gênero *Chrysanthemum*, da antiga família Compositae, foi reclassificado como *Dendranthema grandiflora* Tzvelev e, conforme Anderson (1987), agora é da família Asteraceae, sendo que alguns de seus sinônimos são: *Dendranthema x grandiflorum* (Ramat.) Kitam., *D. morifolia* Ramat. e *Chrysanthemum morifolium* Ramat.

As folhas do Crisântemo são descritas por Lavila (1992) como lobuladas ou dentadas, pinadas-fendidas ou partidas e podem ser lisas ou rugosas, com aroma característico, apresentando uma cor que vai do verde claro ao escuro, com uma certa pilosidade esbranquiçada que em certas cultivares confere uma tonalidade acinzentada. Quanto a caracterização da flor, esta autora relata que a parte conhecida como flor, na verdade é uma inflorescência de capítulo, sendo que a parte

decorativa, a lígula, corresponde à flor feminina. As flores verdadeiras estão no centro do capítulo e são hermafroditas. As cores são variadas, porém, não há o tom azul puro, podendo existir mescla de cores num mesmo capítulo. A lígula pode se curvar para cima, para baixo ou em ambas as direções, ou ainda não apresentar curva, resultando em flores planas ou tubulares.

As cultivares do Crisântemo, segundo Petry (2000), se classificam quanto ao tipo de flor (simples, anêmona ou girassol, decorativo, tubular ou spider, pompom, comum ou bola, e outros); quanto à finalidade de cultivo (para corte ou para vaso); quanto à indução ao florescimento (termossensíveis ou fotossensíveis). Esta autora ainda expõe que o Crisântemo é uma planta de dia curto (PDC), ou seja, para florescer necessita de horas de luz em número menor que o seu período crítico (PC) de 13 horas. Porém, para efeito de segurança o PC é considerado pelos produtores em torno de 15 horas-luz/dia. Então, como no Brasil a maioria das cultivares pertencem ao grupo das fotossensíveis, elas recebem a seguinte classificação: precoces (florescem de 7 a 9 semanas após o início do tratamento de DC); médias (de 10 a 12 semanas de DC) e tardias (de 13 a 15 semanas de DC), sendo que as empresas de mudas identificam esta resposta ao fotoperíodo como “reação”.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), cujas coordenadas geográficas do local são: latitude 29° 43' Sul; longitude 53° 42' Oeste; e altitude 95m, estando localizada na Região Central do Rio Grande do Sul, Brasil.

O clima do local, de acordo com Moreno (1961), se enquadra na classe Cfa da classificação climática de Köepen, onde a temperatura média do mês mais frio situa-se entre -3 e 18°C.

Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação, que possui dimensões de 10m de comprimento por 8m de largura e 3m de pé direito, sendo 5m na parte central. É coberta por vidro e tem orientação leste-oeste. As bancadas (mesas de concreto) são distribuídas na direção norte-sul e possuem 1m de largura e 2,5m de comprimento. O seu interior apresenta um sombreamento em torno de 30% em relação a radiação externa.

As espécies pesquisadas foram Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnery) e Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), sendo que as cultivares estudadas possuem a finalidade de flor de corte e foram conduzidas em vaso.

PARTE 1: CONDUÇÃO DA PESQUISA

PARTE 1A: LISIANTHUS

1.1 Caracterização do ensaio

Na pesquisa realizada com o Lisianthus foram estudadas cultivares das Séries 'Mariachi' e 'Echo' (Figura 7), as quais foram manejadas com desponte.

Conforme descritas por Sakata (2013b), na Série 'Mariachi', as plantas apresentam ciclo médio (160-180 dias), flores quádruplas, grandes com 7,5 a 8,5cm de diâmetro e altura próxima a 70cm e trabalhou-se com a cultivar 'Misty Pink' de cor rosa. Já, a Série 'Echo', possui ciclo precoce (150-170 dias), flores dobradas com 6 a 8cm de diâmetro, altura em torno de 70cm, hastes firmes capazes de suportar o dobro do seu peso e, desta Série, foram trabalhadas as cultivares 'Pure White' de cor branca e 'Yellow' de cor creme.



Figura 7 – Cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pesquisadas: 'Mariachi Misty Pink', 'Echo Pure White' e 'Echo Yellow'.

Fonte: Sakata (2013b).

Quanto ao delineamento experimental foi realizado um ensaio bifatorial (3 x 5) no delineamento inteiramente casualizado, com um fator qualitativo (cultivares) e um fator quantitativo (doses) equidistante, com quatro repetições. As unidades experimentais eram constituídas de um vaso com três plantas em cada um deles.

O fator qualitativo foi constituído por três cultivares: “Echo Pure White”, “Mariachi Misty Pink” e “Echo Yellow”.

No fator quantitativo foram trabalhadas cinco doses (0 mg.L⁻¹, 16 mg.L⁻¹, 32 mg.L⁻¹, 48 mg.L⁻¹ e 64 mg.L⁻¹) do retardante químico de crescimento Paclobutrazol,

[(2*RS*,3*RS*)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1*H*-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol] comercialmente denominado de Bonzi concentrado em 4g/l de princípio ativo.

Com relação ao substrato, para a produção das mudas de *Lisianthus* utilizou-se o substrato comercial denominado Plantimax (1/3 de turfa, 1/3 de vermiculita, 1/3 de casca de *Pinus*) e, o substrato dos vasos de cultivo foi uma mistura entre o Plantimax comercial e casca de arroz carbonizada, sendo que a proporção utilizada foi 1:1. O pH do substrato dos vasos foi corrigido com a adição de calcário dolomítico, de acordo com análise (Anexo A) efetuada no laboratório de análise de solos da UFSM.

1.2 Produção das mudas, transplante e plantio

As mudas de *Lisianthus* foram produzidas a partir de sementes peletizadas, adquiridas da empresa especializada em melhoramento genético de *Lisianthus*, Sakata Seed (Bragança Paulista-SP).

A semeadura ocorreu, em bandejas de 200 células, no dia 16/04/01, onde as mudas foram mantidas por 84 dias e, após este período, foi realizado o transplante para o vaso definitivo, quando as plantas estavam com 4 folhas verdadeiras e iniciando o alongamento do primeiro entrenó.

Na semeadura, as sementes não foram totalmente cobertas, para facilitar a germinação, pois o *Lisianthus* é exigente em luminosidade e manteve-se alta umidade da bandeja para desfazer os peletes. O fim da germinação ocorreu com a emissão da folha cotiledonar, aproximadamente, 28 dias após a semeadura.

Na fase seguinte, de desenvolvimento da muda, que é o estágio de crescimento mais lento, foi diminuída a irrigação para ocorrer um bom desenvolvimento radicular da muda e para evitar o desenvolvimento de doenças. O plantio do *Lisianthus* no vaso definitivo foi realizado no dia 09/07/01, ou seja, 84 dias após a semeadura, por ocasião do transplante. Foram plantadas três mudas por vaso de plástico nº 13, uniformemente distribuídas ao redor do vaso. Como o *Lisianthus* possui um sistema radicular sensível, procurou-se não danificá-lo no transplante. Para evitar problemas com fungos as mudas não foram enterradas muito profundamente. Para um bom início de desenvolvimento no vaso, procurou-se

deixar a parte aérea livre de umidade excessiva, porém o substrato foi mantido úmido.

1.3 Espaçamento dos vasos

Os vasos de *Lisianthus* foram espaçados por ocasião do transplante das mudas para o vaso definitivo.

O espaçamento utilizado para os vasos nas mesas definitivas foi conforme a orientação de Motos (1998), ou seja, 16 vasos/m² e, conforme o maior crescimento das plantas, o espaçamento foi de 12 vasos/m².

Foi realizado rodízio dos vasos no ensaio, duas vezes por semana para que todos recebessem a mesma intensidade luminosa durante o período e esta influenciasse da mesma maneira nos resultados de cada vaso.

1.4 Desponte ou “Pinch”

O desponte foi o procedimento de retirada do ponteiro central das plantas e visou estimular o surgimento de brotações laterais para formação de maior quantidade de hastes.

No *Lisianthus* o desponte foi realizado no dia 03/09/01 (56 dias após o plantio no vaso definitivo), quando as plantas estavam com 6 folhas verdadeiras, deixando-as com 4 folhas verdadeiras. Após o desponte cada planta emitiu duas hastes.

1.5 Tratos culturais

O *Lisianthus* é uma espécie que não requer altos níveis de fertilizantes para seu desenvolvimento. Assim, as plantas receberam aleatoriamente irrigações com adubação feita com nitrato de cálcio (N=150 mg.L⁻¹), cloreto de potássio e/ou nitrato de potássio (K=75 mg.L⁻¹), super simples e/ou triplo como fonte de fósforo (P=50 mg.L⁻¹) e uréia, com a proporção N P K de 2:0,3:1 até o surgimento dos botões

florais para formação das hastes, massa foliar e raízes. Após essa fase, a proporção N P K foi de 1,0 : 0,3 : 2,0. Efetuaram-se irrigações mais frequentes com uma solução de nitrato de cálcio ($N=150 \text{ mg.L}^{-1}$) para fortalecer as hastes e diminuir o risco de hastes moles. Cada vaso recebeu em média de 100ml a 150ml de solução nutritiva que começou a ser fornecida em torno de duas semanas após o transplante. Na floração a adubação foi suspensa. Os micronutrientes foram aplicados através de pulverização foliar do produto comercial Greenzit Micro B na dosagem de 1ml/l.

De acordo com o surgimento de pragas e doenças foi feito o controle dos mesmos. Durante o cultivo, os insetos que mais ocorreram foram pulgão, ácaro e tripses. O pulgão (*Aphis gossypii* e *Myzas persicae*) foi controlado com aplicações intercaladas de produtos a base de Deltamethrin (Decis 25 CE). Para o ácaro (*Tetranychus urticae*) foi usado produto a base de Abamectina (Vertimec 18 CE). Os ataques de tripses (*Thrips sp.*) foram controlados com pulverizações de produto cujo ingrediente ativo é o Imidacloprid (Confidor 700 GRDA). Para as doenças foram feitas aplicações com Iprodione (Rovral) para controle preventivo do mofo cinzento (*Botrytis cinera*) na fase de florescimento. Os produtos foram utilizados nas dosagens recomendadas.

A irrigação foi feita manualmente praticamente todos os dias, sendo que em dias de temperatura elevada, ela foi realizada duas vezes ao dia. A quantidade de água fornecida variou de 150ml a 300ml por vaso, conforme o aumento do tamanho das plantas. Após a formação dos botões florais a irrigação foi diminuída para evitar doenças.

O tutoramento das plantas foi necessário para aqueles vasos nos quais as hastes não conseguiam se firmar por si mesmo. Os tutores consistiram de estacas de bambu que foram presas às hastes das plantas por pequeno arame plastificado apropriado para esse fim.

1.6 Aplicação do retardante de crescimento

O retardante de crescimento utilizado na pesquisa com o *Lisianthus* foi o Paclobutrazol. O produto foi diluído para as doses estudadas, conforme a

recomendação do fabricante, em 100ml de água destilada e pulverizado sobre as plantas de acordo com os diferentes tratamentos delineados.

As pulverizações iniciaram no dia 29/09/01 (ocasião em que as plantas estavam emitindo o segundo par de folhas em cada haste), ou seja, quando as plantas estavam com 82 dias após o plantio e 26 dias após o desponete, apresentando, aproximadamente, 6cm de altura e terminaram em 13/10/01, totalizando três aplicações semanais consecutivas.

O produto foi aplicado ao final do dia ou no início do período da manhã, quando a luminosidade é reduzida, para se evitar danos fitotóxicos às plantas.

PARTE 1B: CRISÂNTEMO

1.1 Caracterização do ensaio

Na pesquisa conduzida com o Crisântemo foi estudada a cultivar “Yellow Spithoven”, (Figura 8), classificada por Brickell (2008) quanto à inflorescência como sendo do tipo anêmona-girassol e quanto à resposta ao fotoperíodo é designada por Ricaflor (2013) como de reação média, ou seja, leva até 8 semanas desde a indução floral até a colheita.



Figura 8 – Cultivar de Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) pesquisada: 'Yellow Spithoven'.
Fonte: Ricaflor (2013).

Essa cultivar possui flores pequenas com tamanho médio de 4cm de diâmetro; cor amarela com centro marrom e foi conduzida com desponte.

Quanto ao delineamento estatístico foi realizado um ensaio bifatorial (2 x 4) no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. As unidades experimentais eram constituídas de um vaso com cinco plantas em cada um deles.

Um fator foi constituído por duas freqüências de aplicação, ou seja, aplicação semanal (7 em 7 dias) ou bissemanal (14 em 14 dias).

O outro fator foi composto por quatro doses (0 mg.L⁻¹, 2.000 mg.L⁻¹, 4.000 mg.L⁻¹ e 6.000 mg.L⁻¹) do retardante químico de crescimento de plantas Daminozide, quimicamente puro (ácido succínico - 2, 2 - dimetilhidrazida).

O substrato dos vasos de cultivo foi uma mistura entre o Plantimax comercial e casca de arroz carbonizada, sendo que a proporção utilizada foi 1:1. O pH do substrato dos vasos foi corrigido com a adição de calcário dolomítico, de acordo com análise (Anexo A) efetuada no Laboratório de Análise de Solos da UFSM.

1.2 Obtenção das estacas e plantio

As estacas de Crisântemo utilizadas nos ensaios foram adquiridas da empresa multiplicadora especializada na produção de mudas de Crisântemo, Rica Flor (Artur Nogueira, SP).

Elas foram recebidas embaladas em saquinhos plásticos com 50 mudas e possuíam de 4 a 5 folhas, medindo em torno de 5cm de comprimento cada.

A base de cada estaca já veio tratada com ácido indolbutírico (AIB) 0,1% para acelerar e uniformizar o enraizamento.

As estacas de Crisântemo foram plantadas no dia 21/07/01 em vasos de plástico nº 13.

Colocou-se cinco estacas sem raiz diretamente no vaso definitivo, fixadas a uma profundidade média de 1,5cm em substrato umedecido, ficando dispostas simetricamente em torno do vaso. Em seguida as estacas foram postas para enraizar em câmara úmida.

1.3 Enraizamento das estacas

O enraizamento foi realizado em pequenos estufins com tamanho de, aproximadamente, 70cm de altura, 90cm de largura e 2,20m de comprimento, cobertos com filme plástico de polietileno fino e transparente com o objetivo de manter um microclima adequado à formação de raízes.

Os estufins foram construídos no interior da casa de vegetação, instalados sobre bancadas a 1m de altura. As bancadas possuíam o fundo ondulado para evitar o acúmulo de água e tinham uma lateral de 0,20m.

No período de enraizamento foram mantidas temperaturas e umidade relativa do ar adequadas à formação das raízes. Também, efetuaram-se aplicações preventivas com fungicida Rovral (p.a. Iprodione) na dosagem recomendada.

1.4 Fase vegetativa (Dias Longos)

Os Dias Longos, obtidos através de iluminação artificial, objetivaram fazer com que as plantas permanecessem vegetando, evitando a formação de botões florais precoces e a perda do valor comercial do vaso.

Esta técnica foi conseguida, colocando-se 3 lâmpadas incandescentes de 100watts de potência na distância de 1m acima de cada estufim de enraizamento para se obter, segundo Kofranek (1992), uma intensidade luminosa mínima de 77 lux. Para se conseguir esta luminosidade seguiu-se a orientação de Salinger (1991), ou seja, as lâmpadas foram ligadas durante a noite (das 20h às 05h) a um temporizador com luz intermitente, permanecendo 15 minutos acessas seguidos de 30 minutos apagadas.

Os Dias Longos foram produzidos durante todo o período de enraizamento, que ocorreu de 21/07/01 a 11/08/01. Após este período de três semanas os vasos foram transferidos para mesas, nas quais foram mantidas mais duas semanas de Dias Longos, ou seja, de 11/08/01 a 25/08/01, totalizando cinco semanas sob condições de Dias Longos

1.5 Fase indutiva (Dias Curtos)

A fase de Dias Curtos objetivou fazer com que as plantas de Crisântemo fossem induzidas ao florescimento. Esta fase teve início no dia 25/08/01 e perdurou até o final da pesquisa.

Os Dias Curtos foram obtidos simplesmente pela interrupção no fornecimento da luz artificial, pois nessa época do ano, os dias são curtos naturalmente.

1.6 Espaçamento dos vasos

Os vasos de Crisântemo, durante o período de Dias Longos de duas semanas após o enraizamento, permaneceram agrupados em mesas e após este período foram espaçados. No momento do espaçamento iniciaram-se os Dias Curtos, ou seja, a indução ao florescimento.

O espaçamento utilizado para os vasos nas mesas definitivas foi conforme a orientação de Motos (1998), ou seja, 16 vasos/m² e, conforme o maior crescimento das plantas, o espaçamento foi de 12 vasos/m².

Foi realizado rodízio dos vasos no ensaio, duas vezes por semana para que todos recebessem a mesma intensidade luminosa durante o período e esta influenciasse da mesma maneira nos resultados de cada vaso.

1.7 Desponte ou “Pinch”

O desponte consistiu na retirada do ponteiro central das plantas, objetivando estimular o surgimento de brotações laterais para formação de maior quantidade de hastes.

No Crisântemo, o desponte foi realizado, quando as plantas estavam com 4 a 6 folhas, no dia 04/08/01. Nessa data, os vasos estavam com duas semanas de

enraizamento, permanecendo nessa condição por mais uma semana. O desponete resultou na formação de duas hastes por planta.

1.8 Tratos culturais

As plantas de Crisântemo receberam irrigações semanais com adubação feita com nitrato de cálcio ($N=150 \text{ mg.L}^{-1}$), cloreto de potássio e/ou nitrato de potássio ($K=75 \text{ mg.L}^{-1}$), super simples e/ou triplo como fonte de fósforo ($P=50 \text{ mg.L}^{-1}$) e uréia, com a proporção N P K de 2:0,3:1 até o surgimento dos botões florais para formação das hastes, massa foliar e raízes. Após essa fase, a proporção N P K foi de 1,0 : 0,3 : 2,0. Cada vaso recebeu em média de 100ml a 150ml de solução nutritiva que começou a ser fornecida por ocasião da indução ao florescimento. Na floração a adubação foi suspensa. Os micronutrientes foram aplicados através de pulverização foliar do produto comercial Greenzit Micro B na dosagem de 1ml/l.

De acordo com o surgimento de pragas e doenças foi feito o controle dos mesmos. Durante o cultivo, os insetos que mais ocorreram foram pulgão, ácaro e tripes. O pulgão (*Aphis gossypii* e *Myzas persicae*) foi controlado com aplicações intercaladas de produtos a base de Deltamethrin (Decis 25 CE). Para o ácaro (*Tetranychus urticae*) foi usado produto a base de Abamectina (Vertimec 18 CE). Os ataques de tripes (*Thrips sp.*) foram controlados com pulverizações de produto cujo ingrediente ativo é o Imidacloprid (Confidor 700 GRDA). Para as doenças foram feitas aplicações com Iprodione (Rovral) para controle do mofo cinzento (*Botrytis cinera*) na fase de enraizamento, dentro do estufim. Os produtos foram utilizados nas dosagens recomendadas.

A irrigação foi feita manualmente, praticamente todos os dias, sendo que em dias de temperatura elevada, ela foi realizada duas vezes ao dia. A quantidade de água fornecida variou de 150ml a 300ml por vaso, conforme o aumento do tamanho das plantas.

O tutoramento das plantas foi necessário para aqueles vasos nos quais as hastes não conseguiam se firmar por si mesmo. Os tutores consistiram de estacas de bambu que foram presas às hastes das plantas por pequeno arame plastificado apropriado para esse fim.

1.9 Aplicação do retardante de crescimento

O retardante de crescimento utilizado na pesquisa com o Crisântemo foi o Daminozide. O produto foi diluído para as doses estudadas, conforme a recomendação do fabricante, em 100ml de água destilada e pulverizado sobre as plantas de acordo com os diferentes tratamentos delineados.

A metade do ensaio teve frequência de aplicação semanal e a outra metade frequência de aplicação bissemanal.

As pulverizações com o Daminozide iniciaram em 25/08/01 (ocasião da indução floral), e terminaram em 22/09/01, quando os botões florais estavam com 0,5cm de diâmetro, totalizando cinco aplicações semanais e três bissemanais.

O produto foi aplicado ao final do dia ou no início do período da manhã, quando a luminosidade é reduzida, para se evitar danos fitotóxicos às plantas.

PARTE 2: AVALIAÇÕES REALIZADAS NAS ESPÉCIES PESQUISADAS

2.1 Altura de planta

A altura total da planta (cm) foi obtida medindo-se todas as plantas do vaso, desde o nível do substrato até o ápice da flor no momento em que as plantas estavam no ponto de comercialização, ou seja, 3 flores abertas em cada planta para o vaso de Lisianthus e 50% das inflorescências abertas para o vaso de Crisântemo.

2.2 Distância de entrenós e número de nós

A distância de entrenós, medida com régua milimetrada, foi obtida medindo-se a distância desde o ápice de uma gema até a base da gema seguinte, sem medir o nó. O número de nós foi obtido por contagem manual.

Estas medidas foram realizadas na plena floração ao longo de todo o comprimento da haste desde a superfície do substrato até o pedúnculo da flor/inflorescência.

2.3 Diâmetro da haste

A determinação do diâmetro da haste foi obtida com paquímetro, aproximadamente, no meio do comprimento total da haste, quando as plantas estavam em pleno florescimento.

2.4 Número de flores/inflorescências

O número de flores (*Lisianthus*) ou inflorescências (*Crisântemo*) por vaso foi obtido através da contagem manual daquelas que se encontravam completamente abertas, acrescidas do número de botões entreabertos, que já apresentavam a cor característica da cultivar, por ocasião do florescimento.

2.5 Diâmetro da flor/inflorescência

O diâmetro da flor/inflorescência foi determinado através de medidas realizadas por ocasião da abertura da flor/inflorescência, quando os vasos estavam no ponto de comercialização e foram obtidas com régua milimetrada.

2.6 Área, comprimento e largura de folha

No estabelecimento da área do limbo foliar, procurou-se utilizar um método eficiente e simples para se alcançar o resultado mais preciso possível.

Assim, utilizou-se o método descrito por Hallaire et al. (1970), ou seja, C x L (comprimento x largura) de folha, por ser um método fácil e simples para se conseguir os dados a campo.

O comprimento da folha compreendeu a distância desde a inserção do limbo foliar até sua extremidade, ao longo da nervura principal.

A largura foi obtida utilizando-se o maior valor medido transversalmente à nervura principal.

Essas determinações foram realizadas em todas as folhas da planta com régua milimetrada, por ocasião do pleno florescimento.

No entanto, esse método forneceu um resultado de área do limbo foliar superestimada. Para obtenção de uma área com maior precisão, foi necessário corrigir o valor da área obtida, através do fator K, segundo o método proposto por Barros et al. (1973), sendo:

$K = S/X$ onde:

S = somatório da área real (obtida em mesa digitalizadora);

X = somatório da área da figura circunscrita (obtida pelo método C x L).

Desse modo, determinou-se a área real do limbo foliar em mesa digitalizadora, utilizando-se todas as folhas de uma planta por tratamento, e no *Lisianthus* para cada cultivar, e os valores foram utilizados para obtenção do fator de correção da área do limbo foliar. No *Lisianthus* os valores do fator K foram: 0,72 para 'Echo Pure White'; 0,58 para 'Echo Yellow' e 0,64 para 'Mariachi Misty Pink'. No *Crisântemo* o valor K utilizado foi 0,44.

2.7 Matéria seca da flor, haste e folha

Para obtenção da matéria seca, a flor/inflorescência, a haste e as folhas, quando estavam em pleno florescimento, foram colocadas, separadamente, em sacos de papel pardo e submetidas ao secamento em estufa com temperatura de 60°C até peso constante.

Após esse procedimento foi realizada a pesagem de cada parte da planta separadamente em balança de precisão.

2.8 Ciclo da cultivar

O ciclo das cultivares de Lisianthus foi considerado como sendo o período de dias do plantio até o ponto de comercialização, ou seja, até o momento de abertura da terceira flor por planta.

O ciclo da cultivar de Crisântemo foi obtido pelo somatório de dias desde a data da indução floral até a data em que as plantas estavam no ponto de comercialização, sendo que este correspondeu ao momento em que 50% das inflorescências do vaso estavam abertas e apresentavam seu centro com coloração bem característica da cultivar.

PARTE 3: ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NA PESQUISA

3.1 Análise estatística

A análise estatística dos dados coletados através das avaliações efetuadas nas plantas dos ensaios foi realizada utilizando-se o software estatístico SOC/NTIA. Para as duas espécies pesquisadas seguiu-se o modelo estatístico para experimento bifatorial com fator A qualitativo e fator D quantitativo, ambos equidistantes, no delineamento experimental inteiramente casualizado.

Em todas as variáveis (avaliações) foi realizada a análise de variância e teste F. Conforme Storck et al. (2006), sendo utilizado o modelo bifatorial, quando a interação mostrou-se não significativa, efetuou-se para o fator A teste F mais teste de comparação de médias (Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro) e para o fator D efetuou-se análise de regressão, pelo método dos polinômios ortogonais. Já, para situações de interação significativa foi realizada análise de regressão do fator D dentro de cada nível do fator A. Resultados da análise estatística são mostrados nos apêndices A, B, C e D.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Lisianthus

4.1.1 Altura de planta

A altura de planta, não apresentou interação significativa entre as três cultivares pesquisadas e as diferentes doses do retardante de crescimento Paclobutrazol (Apêndice A). Porém, as cultivares diferiram entre si (Tabela 1) e a cultivar mais alta foi a 'Echo Yellow' que diferiu significativamente da 'Marichi Misty Pink' e não diferiu da 'Echo Pure White'.

Tabela 1 – Avaliação do comportamento de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) 'Echo Pure White', 'Mariachi Misty Pink' e 'Echo Yellow' em vaso para diferentes parâmetros fenométricos.

VARIÁVEIS	Echo Pure White	Mariachi Misty Pink	Echo Yellow	Média	C.V.
Altura de Planta (cm)	27,3840 a*	23,2225 b	29,5692 a	26,94	19,94
Distância de Entrenós (cm)	2,5895 a	1,8435 b	2,3104 a	2,25	22,21
Número de Nós	6,6770 a	7,2290 a	7,4768 a	7,15	10,79
Diâmetro da Haste (cm)	2,7180 c	3,3235 a	3,0308 b	3,02	9,81
Comp. de Folha (cm)	5,0050 b	4,8335 b	5,6272 a	5,19	9,57
Largura de Folha (cm)	2,2850 b	2,4630 b	2,7852 a	2,53	14,66
Área de Folha (cm ²)	8,3615 a b	7,8865 b	9,1364 a	8,51	21,70
Diâmetro da Flor (cm)	7,9000 a	7,0500 b	8,2000 a	7,75	11,76
Matéria Seca da Haste (g)	0,5522 b	0,6744 a b	0,8442 a	0,70	20,22
Matéria Seca da Folha (g)	0,5488 b	0,6416 b	0,8202 a	0,68	26,38
Ciclo das Cultivares (dias)	140,85 b	145,30 a	144,24 a	143,5	3,07

* Médias não seguidas pela mesma letra na horizontal diferem entre si, pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade do erro. C.V. = Coeficiente de Variação.

Nas doses estudadas, as plantas também responderam de modo distinto entre si, sendo que a melhor quantidade de Paclobutrazol a ser aplicado, independente da cultivar utilizada, é de 56,5 mg.L⁻¹ (Figura 9) que resulta numa altura de 19,7 cm, ou seja, houve uma redução de 51,3% em relação às plantas não tratadas, sendo que as aplicações foram feitas após o desponte.

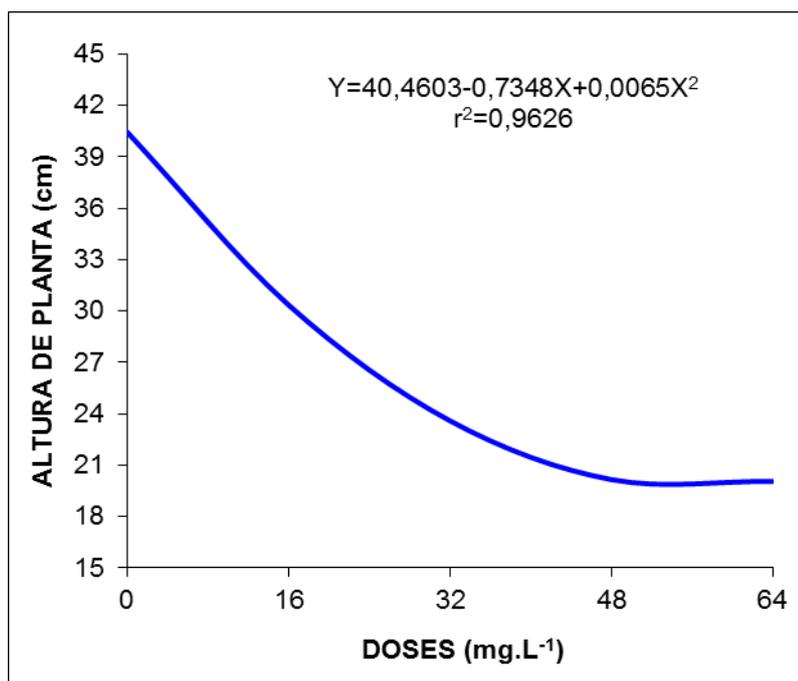


Figura 9 – Tendência da altura de planta para três cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.

Assim, dentre as doses testadas, as de 48 mg.L⁻¹ e 64 mg.L⁻¹, nas quais a redução foi de 50,1% e 50,4% respectivamente em comparação com as plantas não tratadas, são as que apresentam bom controle de altura. Devido à semelhança de resultados obtida com estas duas concentrações, a segunda destas é a mais indicada, pois o controle de altura das plantas do vaso é maior.

De modo semelhante, Arellano et al. (1992), pesquisou o efeito de Paclobutrazol pulverizado nas doses de 1.000, 1.500, 2.500 e 3.000 mg.L⁻¹ uma ou duas vezes, aos 20 ou 35 dias após o desponte, sobre cultivares de corte (Série Yodel) de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* G.) conduzidas em vaso. Ele conseguiu

altura adequada aos padrões comerciais (27 a 32 cm) para as cultivares 'Blue Deep', 'Lilac', 'Rose' e 'White'.

O efeito de redução na altura de planta foi também encontrado por Gilbertz (1992), utilizando 30 ou 60 mg.L⁻¹ de Paclobutrazol em *Dendranthema grandiflorum* Ramat. 'Bright Golden Anne'. A altura foi reduzida em 27% e 40% nas respectivas doses, quando o produto foi aplicado no desponete e uma redução de 3% e 7% foi encontrada com o tratamento feito 4 semanas após o desponete, indicando que para aplicações tardias a concentração do produto deve ser aumentada.

Resultado similar à redução de altura encontrada nesta pesquisa foi obtido por Torres e Saldaña (1991), utilizando pulverização de 120 mg.L⁻¹ de Paclobutrazol em plantas de *Euphorbia pulcherrima* W. em vaso, obtiveram redução de altura de 58% em comparação com as plantas sem tratamento.

A redução de altura foi igualmente encontrada por Mateus et al. (2009) utilizando Paclobutrazol nas doses de 0; 0.25; 0.50; 0.75 e 1 mg L⁻¹ no substrato de vasos de Girassol ornamental 'Sunbright Supreme'. Eles verificaram que o uso de Paclobutrazol reduziu a altura das plantas, de modo que permitiu sua comercialização em vasos, sem prejuízos ao seu aspecto visual, pois não diminuiu o diâmetro do capítulo.

4.1.2 Medidas da haste

4.1.2.1 Distância de entrenós

Para a distância de entrenós, não ocorreram tratamentos significativos que influenciassem mutuamente as cultivares e as doses avaliadas (Apêndice A). As cultivares mostraram comportamento diferenciado entre si (Tabela 1), sendo que 'Echo Pure White' e 'Echo Yellow' se destacaram da 'Mariachi Misty Pink'. As doses também fizeram as plantas não se comportarem da mesma maneira e a melhor concentração a ser utilizada, sem se considerar a cultivar, é de 53,9 mg.L⁻¹, que proporciona uma redução de 57,3% em comparação com as plantas não tratadas (Figura 10). Dentre as doses pesquisadas, as que mais se aproximam deste

resultado são 48 mg.L^{-1} e 64 mg.L^{-1} , que reduziram a distância de entrenós, em 56,6% e 55,3%, respectivamente. O controle conseguido sobre o alongamento de entrenós, com estas concentrações de Paclobutrazol, limitou o crescimento da haste. Como se busca uma planta compacta, de altura o mais proporcional ao vaso possível, a dose de 64 mg.L^{-1} , na qual ocorreu a maior redução de altura de planta, é a mais adequada para utilização. O número de entrenós não foi afetado pelos tratamentos da pesquisa (Apêndice A). Este resultado é confirmado por Barret (1992), afirmando que o número de entrenós não é afetado pelos retardantes de crescimento.

A diminuição da distância de entrenós é o efeito mais pronunciado da aplicação de retardantes de crescimento citado por vários pesquisadores.

Há vários anos, Cathey (1975), já havia declarado que em certas combinações e concentrações, os retardantes químicos de crescimento, por afetarem a divisão celular e os sistemas de controle do desenvolvimento, permitem controlar o crescimento pelo atraso do alongamento do entrenó.

Concordando com isto, Barret (1992), afirma que os retardantes de crescimento interferem no desenvolvimento do meristema apical, interferindo na formação de células e no alongamento do entrenó abaixo do meristema, obtendo-se plantas mais curtas.

O encurtamento dos entrenós, pela restrição no crescimento da planta é o principal alvo do retardantes de crescimento, sendo mais utilizados aqueles que bloqueiam a formação de giberelina (ARTECA, 1996) que é o principal hormônio responsável pelo alongamento dos entrenós (TAIZ; ZEIGER, 2013).

4.1.2.2 Diâmetro da haste

Para o diâmetro da haste não houve interação significativa nos tratamentos estudados (Apêndice A). Já, as diferenças entre as cultivares foram significativas (Tabela 1). Todas as cultivares tiveram comportamento diferenciado entre si e a 'Mariachi Misty Pink' foi a que mais se diferenciou das demais, obtendo o maior diâmetro. As respostas das plantas às doses pesquisadas diferiram entre si e apresentaram um comportamento linear crescente (Figura 10), indicando que o

diâmetro foi maior de acordo com o aumento da dose aplicada. A maior dose, 64 mg.L⁻¹, produziu o maior aumento de diâmetro na haste que foi de 11,3% em relação às plantas não tratadas. Apesar de não se dispor de uma indicação da melhor dose para esta variável estudada, pode-se afirmar que o resultado foi positivo na produção do vaso, pois as hastes ficaram firmes e fortes, como é desejado para flores de vaso, e não necessitaram de tutoramento. Assim, o vaso pode ser transportado para distâncias mais longas, tendo o risco de danos diminuído.

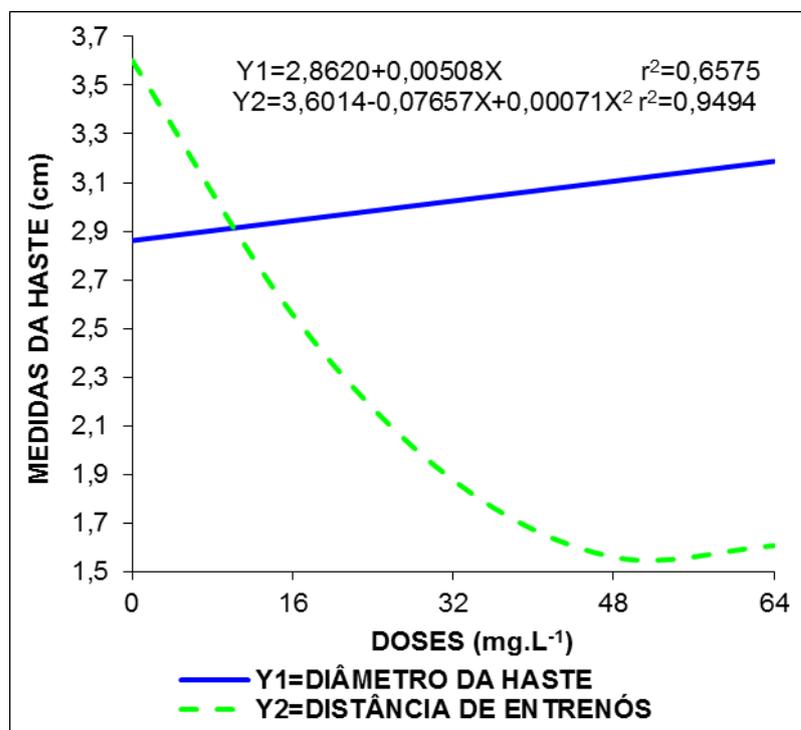


Figura 10 – Tendência do diâmetro da haste e da distância de entrenós para três cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.

Quanto ao diâmetro da haste, resultado semelhante ao encontrado na pesquisa realizada, foi obtido por Yewale et al. (1998), estudando o efeito de pulverizações de Paclobutrazol nas doses de 0, 25, 50, 75 e 100 mg.L⁻¹ sobre quatro cultivares de Crisântemo de vaso, e verificando que a espessura da haste aumentou quando a concentração do produto foi aumentada e produziu plantas compactas.

Estudo realizado por Paradiso et al. (2009) investigando combinações de temperaturas diurnas e noturnas (19/25 °C ou 16/28 °C) em plantas de Lisianthus

das Séries Echo e Mariachi, mostrou que a segunda combinação aumentou o comprimento da haste e reduziu o diâmetro da haste e o número de flores e folhas por haste, mas não afetou a qualidade comercial das hastes. Além disso, as hastes florais ficaram mais curtas e com menos flores e, as folhas foram menores e com área menor na Série Echo em comparação com a Mariachi. Portanto, o controle com Paclobutrazol mostra-se mais adequado do que a alteração das condições térmicas.

4.1.3 Medidas da folha

4.1.3.1 Comprimento e largura

No estudo das medidas da folha, não foram encontradas interação significativa, entre as cultivares e as doses de Paclobutrazol, para os parâmetros largura, comprimento e área de folha (Apêndice A).

Na avaliação do comprimento de folha ocorreu diferença significativa entre as cultivares (Tabela 1), sendo que a 'Echo Yellow' foi a que se destacou das demais. Nas doses estudadas, as respostas das plantas diferiram entre si independente da cultivar e a mais eficiente foi $53,3 \text{ mg.L}^{-1}$, que provoca uma redução, em relação às plantas testemunhas, de 13,9% no comprimento da folha (Figura 11). Próximo a este valor, encontra-se a dose 48 mg.L^{-1} e 64 mg.L^{-1} , que causaram redução de 13,8% e 13,4% respectivamente, em relação às plantas não tratadas.

Para a largura de folha, as cultivares diferiram entre si (Tabela 1). A 'Echo Yellow' foi a que apresentou a maior largura e se diferenciou da 'Echo Pure White' e da 'Mariachi Misty Pink', que mostraram larguras semelhantes. Nas doses pesquisadas, as plantas não manifestaram nenhum efeito significativo para este parâmetro estudado.

Quanto ao comprimento e largura de folha o que se deseja em plantas envasadas, além de um tamanho de folha adequado ao tamanho do vaso, é que a folhagem seja de boa apresentação, com brilho intenso e livre de lesões ou manchas e este resultado foi constatado nas plantas dos vasos da pesquisa realizada.

4.1.3.2 Área de folha

Quanto à área de folha, observou-se que as cultivares apresentaram pequenas diferenças, mostrando que houve um comportamento homogêneo entre elas (Tabela 1). A 'Echo Pure White' não diferiu das demais. A 'Echo Yellow' foi a que apresentou maior área de folha e só diferiu da 'Mariachi Misty Pink'.

Já nas doses pesquisadas, as plantas mostram comportamentos distintos entre si. A maior redução foi encontrada na dose $41,9 \text{ mg.L}^{-1}$ (Figura 11), que resulta em uma diminuição de 28,75%, quando comparada às plantas não tratadas, seguindo a mesma tendência observada para o comprimento da folha, ou seja, as doses de 48 mg.L^{-1} e 64 mg.L^{-1} apresentam resultados semelhantes. As reduções de área de folha nestas doses foi 28,1% e 20,8%, em comparação às plantas testemunhas. Assim, 64 mg.L^{-1} pode ser a melhor indicação, pois a redução da área de folha foi menor que na aplicação de 48 mg.L^{-1} .

Além desses resultados, verificou-se que as folhas ficaram mais verdes nos diferentes tratamentos realizados.

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 para produção de plantas compactas. Assim, as folhas devem ter um tamanho que possa oferecer uma boa cobertura para o vaso.

A coloração verde mais intenso verificada nos resultados pode estar relacionada a um maior conteúdo de clorofila. Pesquisa realizada por Bañón et al. (2012) testando efeitos de água salina e Paclobutrazol a 25 ppm pulverizado em Crisântemo cultivado em vaso, mostrou que os sintomas de salinidade foram mais pronunciadas nas folhas inferiores e o Paclobutrazol foi eficaz na redução do crescimento, adequando as plantas para o cultivo em vasos e, além disso, parece que o produto reduziu o conteúdo de Na^+ e Cl^- nas folhas e raízes e aumentou o K^+ , nas folhas medianas, preservando os níveis de clorofila.

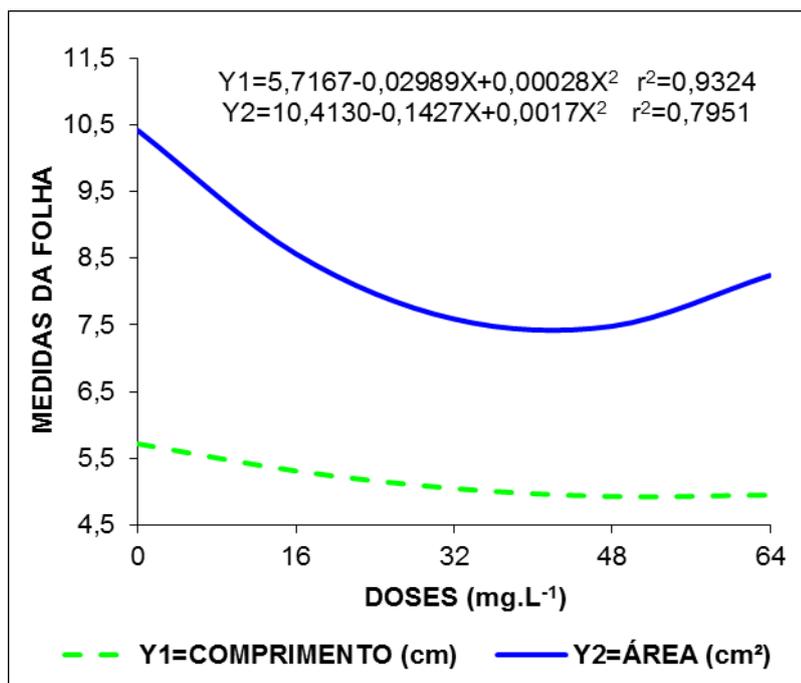


Figura 11 – Tendência do comprimento e da área de folha para três cultivares de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.

Efeito de redução foliar foi também encontrado por Nasr (1995) aplicando Paclobutrazol (0, 0,15, e 0,30 mg.L⁻¹) em *Pelargonium zonale* L. cultivado em vaso. Além disto, ele encontrou aumento no conteúdo total de clorofila e diminuição no conteúdo total de açúcares solúveis e carboidratos nas folhas.

De modo semelhante, Menck et al. (1993), estudando o efeito de Paclobutrazol nas doses de 0 a 1,5 mg.L⁻¹ em *Eucalyptus* spp., encontrou redução no tamanho das folhas e aumento na intensidade de coloração das mesmas.

De acordo com Barret (1992), plantas tratadas com retardantes de crescimento apresentam folhas de tamanho menor e ficam com um verde mais forte, sendo que este efeito é generalizado para aqueles produtos que tem uma ação similar dentro da planta.

4.1.4 Medidas da flor

4.1.4.1 Diâmetro da flor

No estudo do diâmetro da flor não foi encontrado resultado de interação significativa para entre as cultivares e as doses utilizadas (Apêndice A). Entretanto, as cultivares expressaram diferença significativa entre si (Tabela 1). As cultivares que apresentaram maior diâmetro de flor foram 'Echo Yellow' e 'Echo Pure White' respectivamente, que se diferenciaram da 'Mariachi Misty Pink'. Entre as doses pesquisadas houve diferença significativa nas respostas das plantas e a maior redução foi constada na dose de 42,5 mg.L⁻¹ com uma redução de 10,8% em relação às plantas não tratadas (Figura 12), que é próximo à dose testada de 48 mg.L⁻¹ na qual a redução foi 10,6% comparada com as plantas testemunhas.

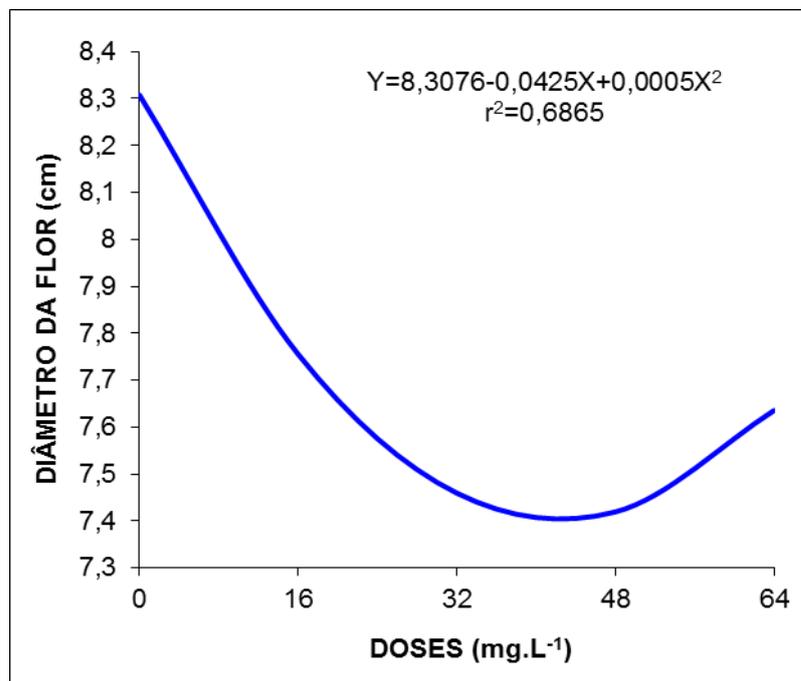


Figura 12 – Tendência do diâmetro médio da flor para três cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.

Já na dose de 64 mg.L⁻¹ foi encontrada menor redução do que quando foi utilizado 48 mg.L⁻¹. Em comparação com as plantas não tratadas, a aplicação de 64 mg.L⁻¹, causa redução de 8% , proporcionando 7,6 cm de diâmetro de flor.

O efeito de redução no diâmetro da flor não é satisfatório para todas as plantas ornamentais de vaso.

Mas, se este é um efeito secundário dos retardantes de crescimento, não há como evitá-lo. Porém, ele pode ser compensado se houver um bom número de flores por planta no vaso.

Resultados de redução no diâmetro da flor foram também encontrados por alguns pesquisadores.

Segundo Nasr (1995), a aplicação de Paclobutrazol em *Pelargonium zonale* L. nas concentrações de 0, 0,15 ou 0,30 mg.L⁻¹ revelou que o diâmetro da flor foi reduzido, além de ocorrer uma diminuição no conteúdo total de antocianinas nas pétalas.

De forma semelhante, Gilbertz (1992), pulverizando Paclobutrazol em *Dendranthema grandiflorum* Ramat., na concentração de 30 ou 60 mg.L⁻¹, encontrou 9% de redução no diâmetro das flores de plantas tratadas.

Entretanto, outros pesquisadores descrevem que o diâmetro da flor não foi influenciado pelo retardante de crescimento.

Conforme Yewale et al. (1998), o efeito de Paclobutrazol pulverizado nas concentrações de 0, 25, 50, 75, ou 100 mg.L⁻¹ sobre quatro cultivares de Crisântemo de vaso, não foi significativo sobre o tamanho da flor.

Estudo desenvolvido por Torre e Saldaña (1991) utilizando 80, 120 e 160 mg.L⁻¹ de Paclobutrazol sobre *Euphorbia pulcherrima* W. mostrou que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para a variável diâmetro de flor, indicando que esta não foi afetada pelo produto.

Pesquisa realizada por Pinto et al. (2005) com Paclobutrazol 0.5, 0.75 e 1 mg de ia no substrato do vaso de Zínia revelou que o diâmetro da planta e forma da copa foram melhorados com 0,75 mg ia / vaso e 1,0 mg ia / vaso causou aumento da folhagens e número de flores. Porém, em todas as concentrações estudadas o produto não afetou o diâmetro de flores.

4.1.4.2 Número de flores por vaso

A variável número de flores por vaso apresentou interação significativa (Apêndices A e C). Então, a produção de vasos de *Lisianthus* nas doses de Paclobutrazol utilizadas, não é a mesma para as diferentes cultivares. Para a cultivar 'Echo Pure White' e 'Echo Yellow' o efeito das doses foi quadrático e para a 'Mariachi Misty Pink' as doses mostraram um efeito linear (Figura 13). Este resultado parece revelar que não existe uma tendência definida para este efeito, pois as três cultivares apresentaram comportamentos diferentes.

A maior redução foi verificada na dose de 24,3 mg.L⁻¹ aplicada sobre a 'Echo Pure White' que causou uma diminuição de 17,53% no número de flores por vaso em comparação com as plantas não tratadas. Para esta cultivar, a dose que causou a menor redução, 1% no número de flores, foi 48 mg.L⁻¹, enquanto a de 64 mg.L⁻¹ causou aumento de 28,9% em relação às plantas testemunhas.

Na cultivar 'Mariachi Misty Pink' o comportamento linear decrescente indica que quanto maior a dose aplicada, menor foi o número de flores por vaso. Assim, dentre as doses testadas o maior número de flores foi 13,5 na dose de 16 mg.L⁻¹, sendo necessário repetir a pesquisa com outras doses para se obter um ponto de eficiência.

A dose de 28,7 mg.L⁻¹ de Paclobutrazol na cultivar 'Echo Yellow' causa um aumento de 16,6% em comparação às plantas não tratadas. Dentre as doses testadas a que mais se aproxima deste valor é a de 32 mg.L⁻¹ e proporciona o maior aumento, 16,3%. Já na dose de 48 mg.L⁻¹ o aumento foi de 9,3%, enquanto com 64 mg.L⁻¹ houve redução de 8,4% em comparação às plantas testemunhas.

Segundo informações de Zeneca (2013), o Paclobutrazol além de promover um porte mais compacto na planta, aperfeiçoando o equilíbrio flor/haste promove uma melhoria na densidade de flores.

Arellano et al. (1992), trabalhando com quatro cultivares de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* G.) pulverizadas com Paclobutrazol (1.000, 1.500, 2.500 ou 3.000 mg.L⁻¹) observou que para as doses testadas o número de flores foi maior quando as plantas tiveram menor altura.

De modo semelhante, em pesquisa realizada por Haque et al. (2007) investigando o efeito de 80 mg.L⁻¹ e 160 mg.L⁻¹ de Paclobutrazol em Crisântemo foi

constado que o produto causou aumento no peso da flor e diminuição da produção de flores e altura das plantas.

O aumento no número de flores causado pelo uso de Paclobutrazol, também foi constatado por Starman e Williams (2000) que pesquisaram o efeito de Paclobutrazol na dose de 4 mg.L⁻¹ sobre o crescimento e o florescimento de *Scaevola* (*Scaevola aemula*, *S. albina*, *S. striata*) e observaram que o produto aumentou o número de flores por haste, resultando num atrativo e compacto cacho de flores.

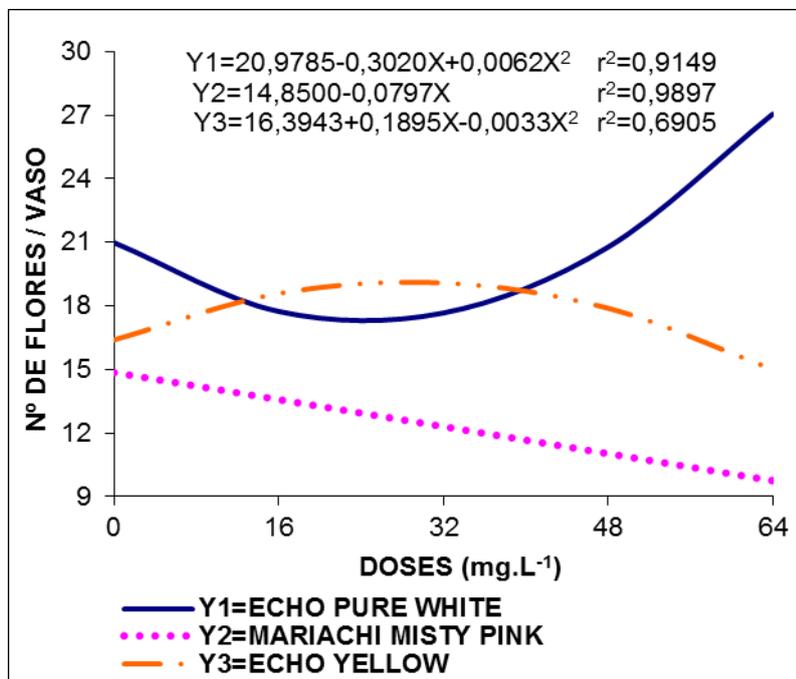


Figura 13 – Tendência do número médio de flores por vaso para três cultivares de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.

Já, o efeito de redução no número de flores, foi observado por Kamoutsis e Chronopoulou-Sereli (1999), aplicando Paclobutrazol nas doses de 0, 0,5, 1, e 2 mg/vaso em *Gardenia jasminoides* sob diferentes regimes de luz. O resultado foi uma redução no número de botões por planta de 30% e 90% em ambiente menos e mais sombreado, respectivamente.

4.1.5 Medidas da matéria seca

4.1.5.1 Matéria seca da haste e da folha

A avaliação da matéria seca da haste e da folha mostrou que as cultivares e as doses não interagiram entre si (Apêndice A). Já, as cultivares diferiram entre si independente da dose aplicada (Tabela 1). Nos resultados da matéria seca da haste, a melhor cultivar foi a 'Echo Yellow' que só diferiu da 'Echo Pure White'. Na matéria seca da folha a 'Echo Yellow' também foi a melhor cultivar, porém diferiu de todas as outras.

Nas doses pesquisadas, as plantas apresentaram diferenças significativas em suas respostas, independente das cultivares, para matéria seca da haste e também da folha. Houve um comportamento linear decrescente (Figura 14), para estas duas variáveis, ou seja, a matéria seca da haste e da folha se reduziram com o aumento da dose. Assim, a maior redução para matéria seca da haste foi 54,3% e para a matéria seca da folha foi 22,2%, na dose de 64 mg.L⁻¹, em comparação às plantas sem tratamento.

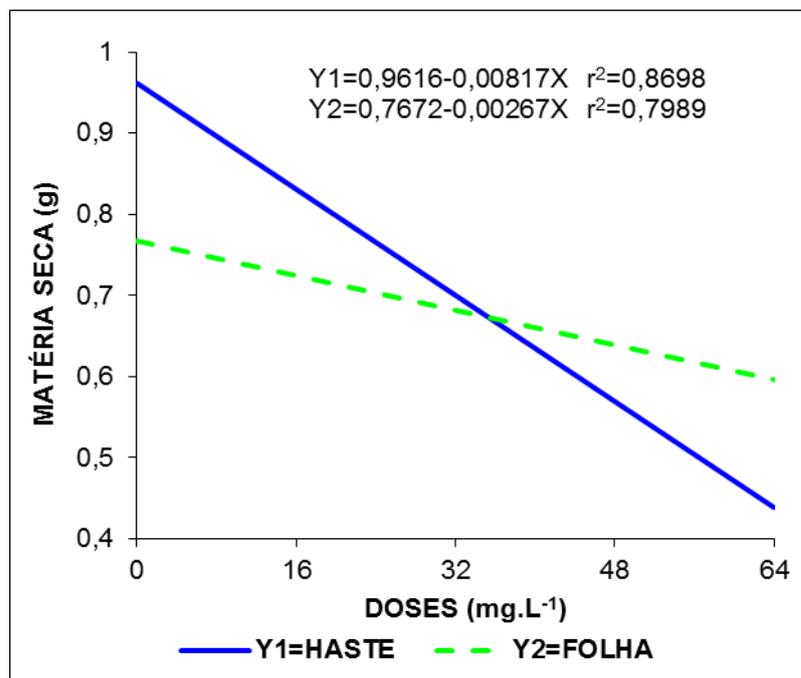


Figura 14 – Tendência da massa da matéria seca da haste e da folha para três cultivares de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.

4.1.5.2 Matéria seca da flor

Na avaliação da matéria seca da flor houve interação significativa entre as diferentes cultivares e doses utilizadas (Apêndices A e D). A cultivar que apresentou resultado foi a 'Echo Yellow'. Nas cultivares 'Echo Pure White' e 'Mariachi Misty Pink' não houve efeito das doses de Paclobutrazol e na 'Echo Yellow' a resposta foi linear decrescente (Figura 15), apresentando uma redução de 53,4% na maior dose em relação as plantas não tratadas.

Devido ao comportamento linear obtido na matéria seca da haste, folha e flor não se pode ter uma resposta indicativa da melhor dose a ser aplicada.

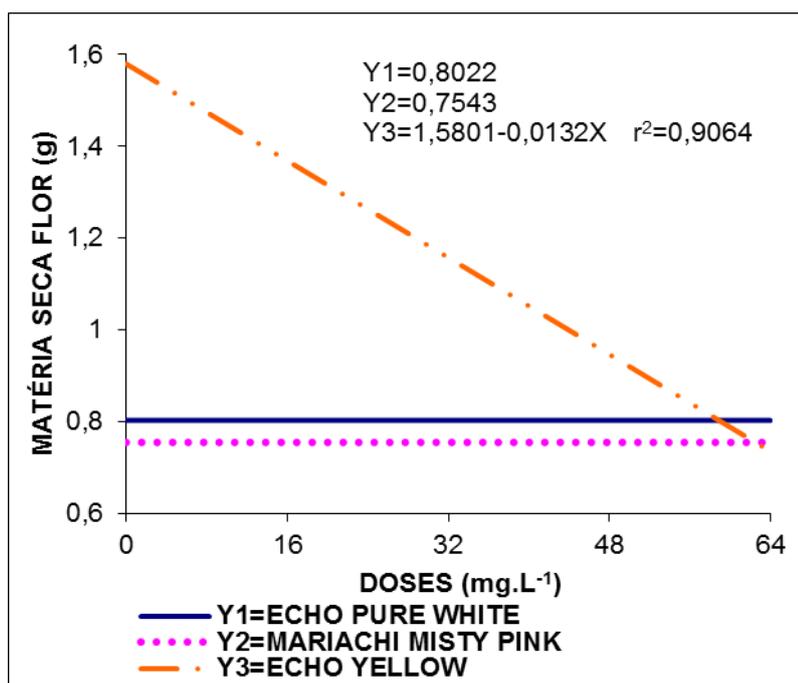


Figura 15 – Tendência da massa da matéria seca da flor para três cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.

Porém, pode-se observar que o compartimento da planta que mais acumulou biomassa foi a folha, por ter apresentado a menor redução. Considerando que a

produção de matéria seca é diretamente proporcional a quantidade de luz solar interceptada, então, a redução de matéria seca ocorrida em todos os compartimentos pode estar relacionada à redução da área de folha ocasionada pelo produto utilizado, pois folhas menores captam menos energia e a produção de assimilados é menor.

Resultados de redução de peso seco da parte aérea da planta foram encontrados por Yewale et al. (1998) utilizando Paclobutrazol nas doses de 75 e 100 mg.L⁻¹ e além disto, a área foliar foi reduzida.

Também Gilbertz (1992) utilizando 30 ou 60 mg.L⁻¹ de Paclobutrazol observou redução do peso seco da folha, haste e flor, atribuindo a redução no peso da haste ao seu menor comprimento.

4.1.6 Ciclo das cultivares

Para o ciclo das cultivares, foi constatado que não houve interação entre as cultivares e as doses utilizadas (Apêndice A). A cultivar que apresentou o maior ciclo foi a 'Mariachi Misty Pink' (Tabela 1) que não diferiu estatisticamente da 'Echo Yellow'. A 'Echo Pure White' foi a que mostrou o menor ciclo e diferiu das demais. Foi observado que nas doses estudadas, as respostas das plantas diferiram entre si. A dose de 34,0 mg.L⁻¹ de Paclobutrazol (Figura 16) causa o maior aumento no ciclo de 3,12% (4,4 dias) em comparação às plantas não tratadas.

Dentre as doses pesquisadas, a que causou menor aumento de ciclo (1 dia) em comparação com as plantas testemunhas foi 64 mg.L⁻¹, sendo a mais indicada para cultivo de *Lisianthus* em vaso.

O efeito de aumento no ciclo normalmente não é desejado na floricultura, principalmente em cultivos que têm uma programação de produção e entrega para comercialização. O aumento pode estar relacionado às condições ambientais em que o cultivo é realizado.

Deste modo, Torres e Saldaña (1991) estudando o efeito de Paclobutrazol (0, 80, 120, 160 mg.L⁻¹) sobre *Euphorbia pulcherrima* W. encontraram um aumento no ciclo de cultivo em mais de uma semana para as condições onde a pesquisa foi

realizada, sendo que o efeito ocorreu mais em função das baixas temperaturas do que ao produto.

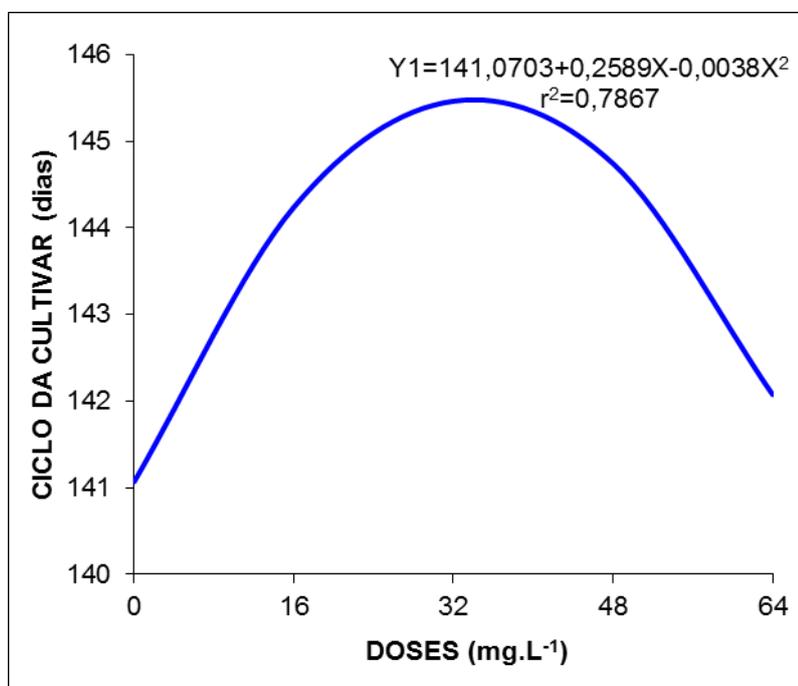


Figura 16– Tendência do ciclo médio para três cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) pulverizadas com diferentes doses de Paclobutrazol.

O efeito de Paclobutrazol, sobre o ciclo de cultivares também foi pesquisado por Arellano et al. (1992) sobre Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* G.). Ele observou que ao aumentar o número de flores por planta, o ciclo se alonga e a altura da planta é menor.

Pesquisa realizada por Gilbertz (1992) pulverizando Paclobutrazol (30 ou 60 mg.L⁻¹) em Crisântemo *Dendranthema grandiflorum* Ramat., 0, 2 e 4 semanas após o desponte mostrou um aumento do ciclo de dois dias quando as aplicações foram feitas no desponte, ou seja, as plantas foram mais lentas para florescer do que aquelas tratadas mais tarde.

Também Singh et al. (1999) usando 0, 10, 20, 40 e 60 mg.L⁻¹ de Paclobutrazol em cultivares de Crisântemo de vaso encontrou um aumento de ciclo, sendo que o florescimento foi atrasado quanto maior foi a concentração do produto.

De maneira semelhante Mateus et al. (2009), verificaram que o Paclobutrazol utilizado no substrato do vaso de Girassol ornamental 'Sunbright Supreme' nas doses de 0; 0.25; 0.50; 0.75 e 1 mg L⁻¹, retardou a floração, por um tempo que variou com a dose empregada, mas que não ultrapassou uma semana.

Além das explicações sobre o ciclo encontradas por esses pesquisadores, a variação de comportamento no ciclo da cultivar também poderia ser atribuída à temperatura do ambiente de cultivo. Pesquisa desenvolvida por Paradizo et al. (2009) combinando temperaturas diurnas e noturnas (19/25 °C ou 16/28 °C) com a mesma temperatura média diária de 22 °C em plantas de Lisianthus das Séries Echo e Mariachi, mostrou que a combinação de temperatura dia / noite não influenciou o tempo de floração e o número de dias após o transplante para o florescimento foi de 125 na Echo e 139 na Mariachi.

4.1.7 Qualidade dos vasos

A qualidade dos vasos e sua padronização em classes são muito importantes para comercialização e valorização do produto final. Sem uma normatização definida, cada produtor segue seus próprios critérios para padronizar seu produto e isso gera uma dificuldade de entendimento entre produtores e atacadistas.

Para o Lisianthus não existe ainda uma padronização de qualidade para o vaso/pote de N° 13, seguindo-se então o padrão do Crisântemo de vaso, normatizado pelo Instituto Brasileiro de Floricultura - IBRAFLOR (2013c).

Este, além de critérios subjetivos referentes à aparência da planta, considera a altura como um dos parâmetros mais importantes para a padronização comercial. Assim, segundo esse padrão, para o Crisântemo de vaso, cultivado em pote N° 13, a altura da planta deve estar entre 18 e 30 cm.

Outro parâmetro que pode ser considerado como tamanho ideal para plantas cultivadas em vaso, porém também para Crisântemo, é descrito por Gruszynski (2001). Para ele a planta pode apresentar de 1,3 a 2,5 vezes a altura do vaso, dependendo da preferência do mercado consumidor.

Então, seguindo-se a classificação do Crisântemo feita pelo IBRAFLOR, para o vaso/pote N°13 cultivado com Lisianthus, dentre os tratamentos pesquisados, os

que proporcionam melhor controle de altura e produzem vasos adequados comercialmente, foram aqueles nos quais pulverizou-se o Paclobutrazol nas doses de 32 mg.L^{-1} , 48 mg.L^{-1} ou 64 mg.L^{-1} , nas cultivares de Lisianthus estudadas, visualizados na Figura 17.

Dentre estas doses, a melhor é a de 64 mg.L^{-1} pois, nesta ocorreu a maior redução de altura. Além disto, proporcionou a melhor aparência estética, principalmente para 'Echo Yellow', pois permitiu diminuir o volume da planta dando um porte compacto com bom equilíbrio folha/planta/vaso e boa densidade de flores, produzindo vasos de melhor qualidade.



Figura 17 – Visualização de resultados obtidos com a pulverização de 16 mg.L^{-1} , 32 mg.L^{-1} , 48 mg.L^{-1} , 64 mg.L^{-1} de Paclobutrazol comparados com as plantas testemunhas para Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.), cultivar 'Echo Yellow'.

4.2 Crisântemo

4.2.1 Altura de planta

Para a altura de planta, os resultados mostraram que as frequências de aplicações e as diferentes doses pesquisadas agiram de modo independente, não havendo interação entre elas (Apêndice B). Porém, as frequências diferiram entre si (Tabela 2) e com pulverizações semanais a altura de planta foi de 23,62 cm.

As doses também fizeram as plantas responderem de modo diferenciado entre si e todas as doses estudadas reduziram a altura das plantas. A concentração 4.455 mg.L^{-1} de Daminozide (Figura 18), independente da frequência, resultou numa altura de 15,14 cm, ou seja, houve uma redução de 59%, em comparação com as plantas não tratadas, sendo próxima da maior redução encontrada entre as doses pesquisadas, 58,4% com 4.000 mg.L^{-1} , que resultou numa altura de planta de 15,36 cm. Nas doses 2.000 e 6.000 mg.L^{-1} as alturas encontradas foram 21,76 e 17,76 cm, resultando de reduções de 41% e 52% respectivamente, em relação às plantas testemunhas.

O controle da altura de plantas em vaso foi estudado por vários pesquisadores.

A redução da altura de planta em Crisântemo foi encontrada por Tolotti et al. (2003), pesquisando a cultivar de corte 'Snowdon' conduzida em vaso com aplicação de Daminozide, sendo verificado que com uma dose em torno de 4.000 ppm as plantas apresentaram alturas entre 26 e 31 cm, havendo uma redução de metade da altura das plantas tratadas em comparação com as não tratadas.

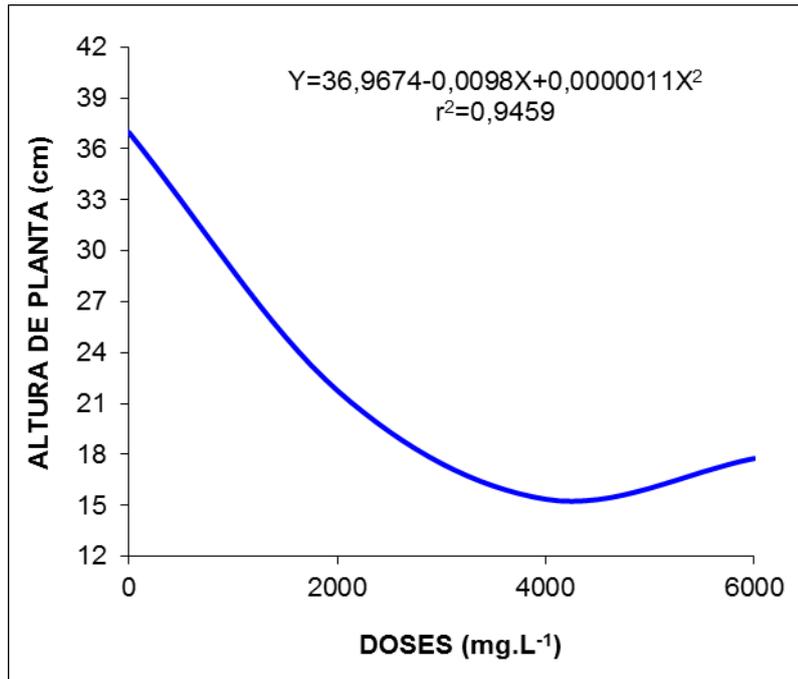


Figura 18 – Tendência da altura de planta para Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.

De modo semelhante, Cathey apud Yamada (1992) encontrou bons resultados de redução de altura em Crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*) em vaso, pulverizando 2.500 e 5.000 mg.L⁻¹ de Daminozide duas semanas após o início dos dias curtos e além disto, o produto melhorou a forma da planta. Também Heins apud Yamada (1992), verificou que na produção de Azaléia (*Rhododendron simsii* Plank) em vaso, o Daminozide aplicado de 2.500 a 3.500 mg.L⁻¹ duas vezes após o desponte, controlou a altura e produziu plantas compactas.

Ensaio conduzido por Nell et al. (1980), pulverizando 5.000 mg.L⁻¹ de Daminozide em Crisântemo, mostraram uma redução de altura de 27% na cultivar 'Yellow Mandalay' e de 47% na 'Royal Trophy' em comparação com as plantas testemunhas. E ainda, Larsen e Lieth (1993) desenvolvendo um modelo para aplicação de várias concentrações de Daminozide, após o desponte, em Crisântemo (*Dendranthema x grandiflora* (Ramat) Kitamura) encontraram que o produto controla o crescimento da haste e este efeito permanece por, aproximadamente, 34 dias.

Tabela 2 – Avaliação de parâmetros fenométricos para Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) ‘Yellow Spithoven’ em vasos pulverizados semanal ou bissemanalmente com Daminozide.

VARIÁVEIS	Frequência Semanal	Frequência Bissemanal	Média	Coefficiente Variação
Altura de Planta (cm)	23,6255a *	22,9900 b	23,30	3,87
Distância de Entrenós (cm)	0,7330 b	0,8240 a	0,77	17,27
Número de Nós	16,2560 a	16,2320 a	16,24	3,42
Diâmetro da Haste (cm)	0,3220 a	0,3000 b	0,31	5,91
Comp. de Folha (cm)	4,3865 a	4,5920 a	4,48	8,66
Largura de Folha (cm)	2,7250 a	2,7955 a	2,76	7,73
Área de Folha (cm ²)	4,7075 a	5,0295 a	4,86	16,10
Diâmetro da Inflores.(cm)	3,3270 a	3,4745 a	3,40	10,75
Número de Inflores./vaso	57,95 a	54,65 a	56,30	9,67
Matéria Seca da Inflores. (g)	0,5099 a	0,5325 a	0,52	11,86
Matéria Seca da Haste (g)	0,4508 a	0,4700 a	0,46	12,86
Matéria Seca da Folha (g)	0,3758 a	0,3790 a	0,37	7,63
Ciclo da Cultivar (dias)	64,80 a	64,25 a	64,52	1,84

* Médias não seguidas pela mesma letra na horizontal diferem entre si, pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade do erro.

4.2.2 Medidas da haste

4.2.2.1 Distância de entrenós

No estudo da distância de entrenós não foi encontrada interação entre as frequências de aplicação e as doses dos diferentes tratamentos (Apêndice B). Já as frequências apresentaram resultados diferenciados entre si (Tabela 2), sendo que na frequência semanal a distância de entrenós foi menor que na bissemanal. Quanto as doses, as plantas também mostraram respostas distintas entre si. A maior diminuição da distância de entrenós foi encontrada na concentração 3.750 mg.L⁻¹, atingindo uma redução de 43,2% (Figura 19) em comparação às plantas não tratadas. Dentre as doses pesquisadas a que mais se aproxima deste valor é a de

4.000 mg.L⁻¹ que reduziu em 43% a distância de entrenós. Nas outras doses, as reduções foram menores, 33,8% e 27,6% para 2.000 e 6.000 mg.L⁻¹ respectivamente, em comparação às plantas testemunhas.

Como o que se procura em plantas envasadas é adequar o tamanho da planta ao vaso, um dos meios de se conseguir isto é através da redução da distância dos entrenós. Porém, às vezes, a dose que mais reduz a distância de entrenós pode não ser a mais indicada para satisfazer o equilíbrio planta/vaso, ocasionando uma redução excessiva que deixa a planta muito baixa.

Assim, a dose de 2.000 mg.L⁻¹, pode ser a melhor indicação, pois além de causar a segunda maior redução na distância dos entrenós, proporcionou uma boa altura de planta.

4.2.2.2 Diâmetro da haste

Para o diâmetro da haste, as frequências e as doses apresentaram resultados distintos, não interagindo significativamente (Apêndice B). No entanto, as frequências diferiram entre si (Tabela 2), sendo que na frequência semanal o diâmetro da haste foi maior. As respostas das plantas às doses pesquisadas também diferiram de modo significativo, independente da frequência de aplicação, e apresentaram um comportamento linear crescente (Figura 19). Quanto maior foi a dose aplicada maior foi o diâmetro da haste.

Mas a variação entre elas não foi muito grande, ou seja, 0,30, 0,31 e 0,32 cm de diâmetro para 2.000, 4.000 e 6.000 mg.L⁻¹, respectivamente. Para se conseguir uma melhor indicação para esta variável, teriam que ser pesquisadas outras doses. Embora tenha sido verificado que as hastes se apresentaram firmes e fortes, o que pode ser devido ao seu encurtamento.

Quanto ao número de entrenós observou-se que não houve modificação para esta variável pesquisada.

O objetivo do uso dos retardantes de crescimento é produzir plantas de porte compacto e, isto é conseguido através da redução na distância de entrenós.

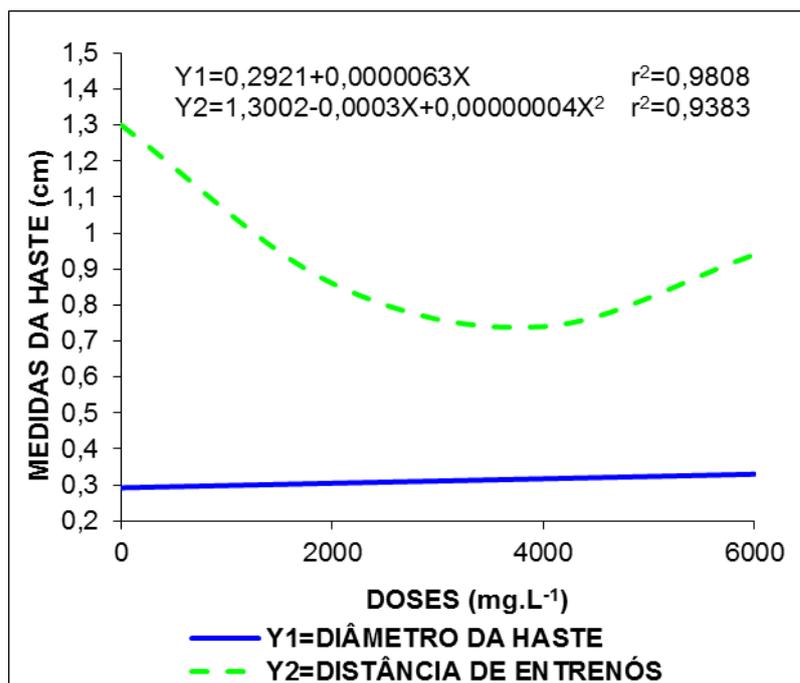


Figura 19 – Tendência do diâmetro da haste e da distância de entrenós para Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.

Pesquisa realizada por Yongkweon et al. (1999), investigando os efeitos do desponte e da pulverização de Daminozide em *Chrysanthemum zawadskii*, mostrou que na dose de 50 mg/vaso, o comprimento dos entrenós foi diminuído.

Também Hertwig (1977) utilizando Daminozide sobre (*Euphorbia pulcherrima* Will) conseguiu plantas mais curtas e compactas com a dose de 3.000 mg/l.

De modo inverso aos resultados encontrados para o diâmetro da haste, Silva et al. (1980), pulverizando Daminozide nas concentrações de 0, 1.000 e 2.000 mg.L⁻¹ sobre *Begonia semperflorens*, observaram redução no diâmetro do caule (55%) e aumento no número de nós (33%) à medida que a concentração do produto aumentou.

Já, Barret (1992) afirma que os retardantes de crescimento de plantas reduzem o comprimento do entrenó, contudo o número de entrenós, normalmente, não é afetado.

4.2.3 Medidas da folha

4.2.3.1 Comprimento e largura

Para estas duas variáveis estudadas não houve interação significativa entre as frequências e as doses de Daminozide (Apêndice B). As frequências também não diferiram entre si tanto para o comprimento quanto para a largura (Tabela 2). Já, o comportamento das plantas às doses pesquisadas foi significativamente diferente, independentemente da frequência utilizada. Elas mostraram uma resposta quadrática para as duas variáveis (Figura 20). Tanto, para o comprimento como, para a largura, a dose que causou a maior diminuição de comprimento e largura de folha foi 5.000 mg.L⁻¹, ocasionando uma redução de 10% e 8,4% respectivamente, em comparação as plantas que não receberam tratamento. A dose que provocou a menor redução no comprimento e na largura da folha foi 2.000 mg.L⁻¹, ou seja, 6,4% e 5,4% respectivamente, comparados com as plantas testemunhas.

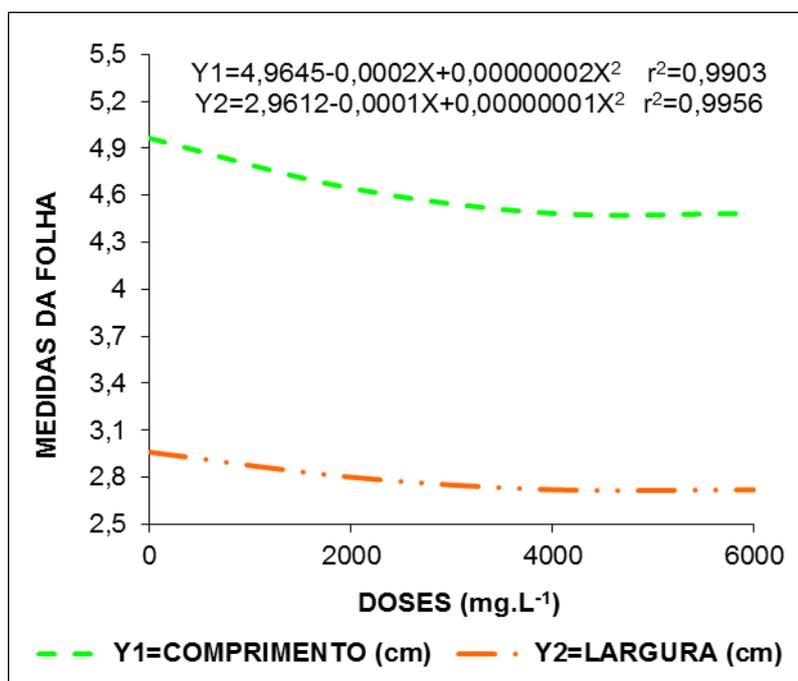


Figura 20 – Tendência do comprimento e largura de folha para Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.

4.2.3.2 Área de folha

A área de folha, não mostrou interação significativa entre as frequências e as doses estudadas (Apêndice B). As frequências também não diferiram significativamente entre si (Tabela 2). Somente as doses aplicadas nas plantas apresentaram-se significativamente distintas (Figura 21), refletindo o comportamento observado para o comprimento e a largura da folha. A maior redução de área foi 21,62% com 5.000 mg.L⁻¹ em comparação às plantas testemunhas. Dentre as doses pesquisadas a menor redução, 13,8%, foi alcançada com a dose de 2.000 mg.L⁻¹. Já, as doses 4.000 e 6.000 mg.L⁻¹, apresentaram igualdade de redução, 20,7% em comparação às plantas não tratadas.

Redução na folha não é um efeito desejado, pois elas precisam proporcionar uma cobertura harmoniosa entre planta e vaso. Porém, esse efeito quase sempre é observado quando se aplicam retardantes de crescimento nas plantas.

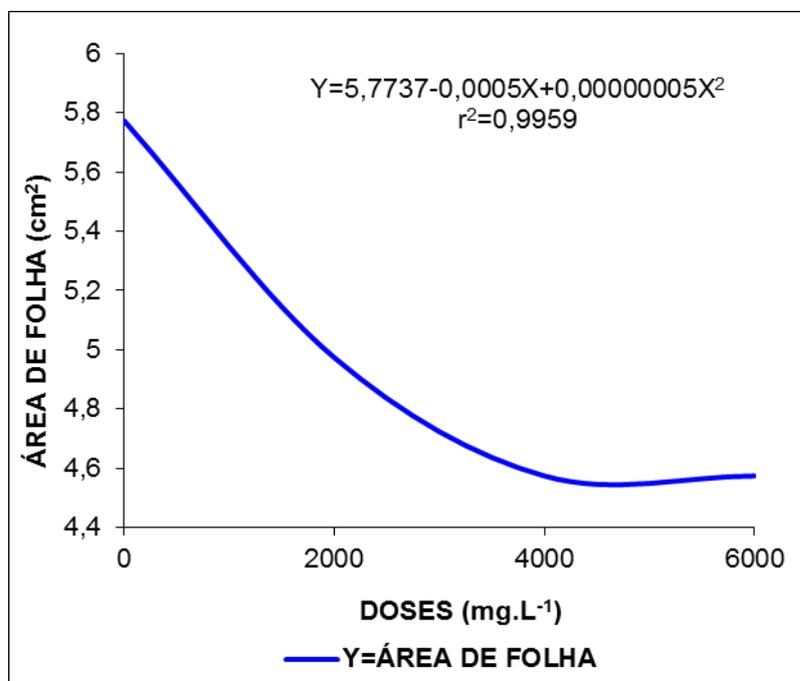


Figura 21 – Tendência da área de folha para Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) ‘Yellow Spithoven’, pulverizado com diferentes doses de Daminozide.

De modo favorável, nesta pesquisa, a redução no tamanho da folha não foi grande e as folhas apresentaram um verde mais intenso, dando um melhor visual ao vaso.

O resultado de coloração verde mais intensa das folhas pode estar relacionado ao número de células das superfícies da folha. Em pesquisa realizada por Kilic et al. (2009) investigando o movimento dos estômatos em folhas de Crisântemo 'Yellow Reagan' e 'White Reagan' pulverizadas com 3.000 ppm de Daminozide foi verificado que o retardante causou um ligeiro aumento do número de células da epiderme e no número de estômatos nas superfícies superior e inferior das folhas das cultivares estudadas

Este efeito de folhas menores e com verde mais escuro foi observado por Cathey (1975) e Barret (1992) pesquisando os efeitos dos retardantes de crescimento em várias espécies.

Também Hartley e Wilfret (1992) pulverizando de 2.000 a 3.000 mg.L⁻¹ de Daminozide em *Euphorbia pulcherrima* Will, encontraram redução no tamanho das brácteas e das folhas e estas ficaram com tonalidade verde mais escura.

Efeito de Daminozide sobre o comprimento e largura de folha foi observado por Yongkweon et al. (1999). Eles verificaram que a concentração de 50 mg/vaso de Daminozide sobre *Chrysanthemum zawadskii* ssp., diminuiu o comprimento e a largura da folha.

Efeito sobre a área foliar foi verificado por Silva et al. (1980) pulverizando 2.000 mg.L⁻¹ de Daminozide, uma semana após o transplante, em *Begonia semperflorens*. Eles observaram uma redução de 76% na área foliar.

4.2.4 Medidas da inflorescência

4.2.4.1 Diâmetro da inflorescência

Para o diâmetro da inflorescência, foi constatado que não houve interação significativa entre as frequências e as doses utilizadas (Apêndice B). As frequências estudadas também não foram significativamente distintas entre si (Tabela 2) e

apresentaram um diâmetro médio da inflorescência de 3,40 cm. Quanto às doses aplicadas nas plantas, observou-se que elas diferiram significativamente, independente da frequência e apresentaram um comportamento linear decrescente (Figura 22), ou seja, aumentando-se a dose o diâmetro da inflorescência diminui. Devido a isto, não é possível indicar a dose mais eficaz, sendo necessária a pesquisa de outras doses. Mas, dentre as doses estudadas a menor redução, 7,3%, foi observada com 2.000 mg.L⁻¹ e a maior redução, 22% foi na dose de 6.000 mg.L⁻¹, em comparação às plantas sem tratamento. Como não se deseja diminuir o tamanho da inflorescência, a dose de 2.000 mg.L⁻¹ seria a mais benéfica, além da quantidade de produto ser a mais econômica.

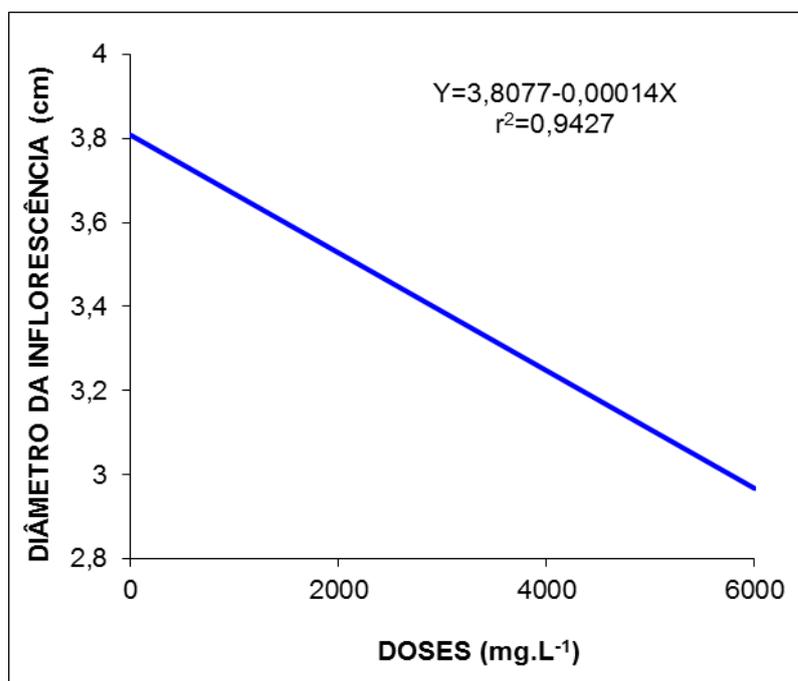


Figura 22 – Tendência do diâmetro da inflorescência para Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.

O resultado de redução sobre o diâmetro da inflorescência de Crisântemo foi também encontrado por El-Keltawi et al. (1996), estudando as concentrações de 0, 500 e 1.000 mg.L⁻¹ de Daminozide sobre *Chrysanthemum morifolium*. Eles observaram uma redução de 11% no diâmetro da inflorescência.

O efeito de redução no diâmetro da inflorescência poderia estar relacionado ao baixo nível de luminosidade dentro da casa de vegetação.

De acordo com Nothnagl et al. (2004) que pesquisaram o efeito da irradiação e da temperatura sobre o diâmetro da flor de Crisântemo cultivado em estufa, a baixa luminosidade e temperaturas abaixo de 20°C resultam em flores de tamanho menor.

4.2.4.2 Número de inflorescências por vaso

Quanto ao número de inflorescências por vaso, não se encontrou diferença significativa para interação entre frequências e doses, nem para frequências entre si (Tabela 2) ou doses entre si (Apêndice B). Assim, verifica-se que o Daminozide não exerceu efeito sobre a quantidade de inflorescências desta cultivar de Crisântemo, sendo que o número médio encontrado foi 56,30 inflorescências por vaso.

De modo diferente deste resultado, outras pesquisas mostram que normalmente a aplicação de Daminozide em Crisântemo reduz o número de flores na planta.

Em estudo realizado por Hentig (1979), com a aplicação precoce de 1.000 e 1.500 mg.L⁻¹ de Daminozide sobre *Chrysanthemum indicum*, pulverizando o produto 10 dias após a propagação, foi verificada redução no número de flores, e este efeito pode ser atribuído a alta concentração do produto, pois houve danos na margem das folhas.

Do mesmo modo, El-keltawi et al. (1996), encontraram que o Daminozide pulverizado sobre *Chrysanthemum morifolium* reduziu em 19% o número de flores por planta.

De maneira diversa a esses resultados, Ma e Gu (2012) investigaram o efeito de Daminozide sozinho e mistura de Daminozide com Chlormequat na floração de *Bougainvillea* (*Bougainvillea spectabilis*) e verificaram que em todos os tratamentos houve um percentual maior de vasos com flores e as plantas tratadas com Daminozide produziram mais flores.

4.2.5 Matéria seca da inflorescência, haste e folha

Para estas variáveis estudadas foi observado que não houve interação entre as frequências e as doses utilizadas (Apêndice B). Do mesmo modo, para todas não houve significância das frequências entre si (Tabela 2). Já, as doses pesquisadas foram significativamente diferentes entre si, apresentado comportamento linear decrescente para matéria seca da inflorescência e da folha e quadrático para a matéria seca da haste (Figura 23).

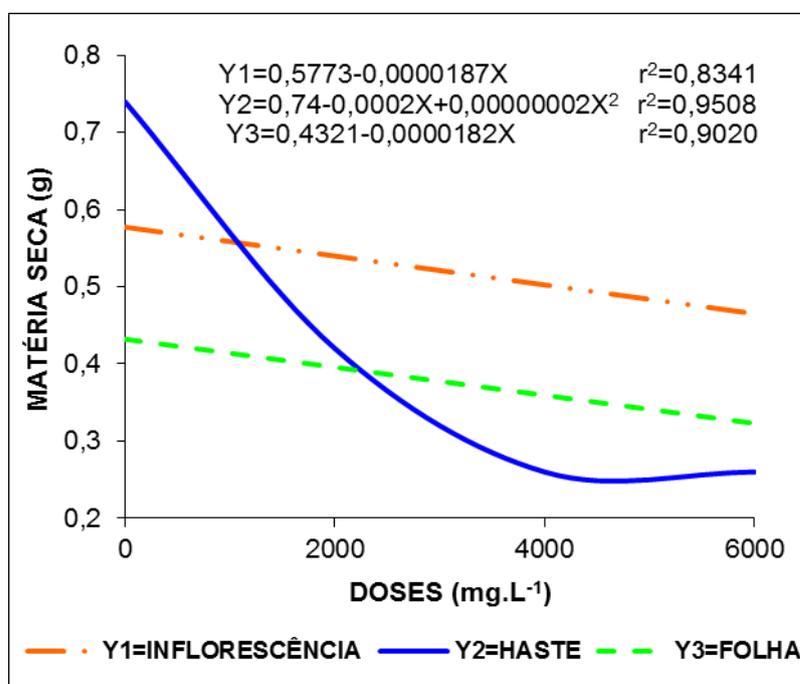


Figura 23 – Tendência da massa da matéria seca para Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.

Para matéria seca da inflorescência a menor e a maior redução foram 6,4% e 19,4% na menor e maior dose respectivamente, em comparação às plantas não tratadas.

Para matéria seca da folha estes valores correspondem a 8,4% e 25,2%. Seria necessário pesquisar outras doses para se obter valores mais conclusivos

para estas duas variáveis estudadas. Quanto à matéria seca da haste, resultado de dose mais eficiente, independente da frequência de aplicação é 5.000 mg.L^{-1} que resulta num peso de 0,24g, ou seja, 67,5% menor que as plantas não tratadas. A menor redução de peso seco da haste foi 43,2% observada na dose de 2.000 mg.L^{-1} .

O resultado de redução na matéria seca da planta pode ser devido à menor interceptação de luz pela folha associada ao uso do Daminozide. Este produto causou redução na área de folha e promoveu o encurtamento dos entrenós, fazendo com que as folhas ficassem mais próximas umas das outras. Assim, parte de uma folha fica sombreada pela folha acima. Além disto, aquelas situadas na parte mais inferior da planta também não ficam totalmente expostas e recebem menos radiação e, portanto, menos assimilados são produzidos.

Conforme Arteca (1996), os retardantes de crescimento estão envolvidos na regulação da fotossíntese e no movimento de produtos fotossintéticos da folha (local de síntese) para os locais de acumulação. Essa regulação pode ocorrer em numerosos pontos, aumentando ou diminuindo o tamanho da planta.

A redução na matéria seca da planta pelo uso de Daminozide também foi constatada em outras pesquisas. Estudo realizado por Bubenheim e Lewis (1984) utilizando Daminozide em *Chrysanthemum x morifolium* Ramat. 'Garland' mostrou que o produto reduziu o peso seco da planta, sendo que a redução foi maior a medida que a concentração foi aumentada.

De modo semelhante, Silva et al. (1980), pulverizando 0, 1.000 e 2.000 mg.L^{-1} de Daminozide em *Begonia semperflorens*, verificaram que tanto o peso seco do caule como o peso seco da folha, diminuíram com o aumento da concentração do produto e as maiores reduções foram 64% na matéria seca do caule e 60% na matéria seca da folha.

4.2.6 Ciclo da cultivar

No estudo do ciclo da cultivar não foi encontrado resultado de interação significativa entre as frequências e as doses utilizadas (Apêndice B). As frequências, também expressaram diferença não significativa entre si (Tabela 2). Porém, entre as dose houve diferença significativa e a dose mais eficiente foi 1.250 mg.L^{-1} ,

resultando num ciclo de 63,3 dias (Figura 24), com uma redução de 0,35% em comparação às plantas testemunhas, que apresentaram um ciclo de 63,5 dias. Assim, dentre as doses pesquisadas a de 2.000 mg.L⁻¹ é a mais indicada. Nesta dose, o produto praticamente não teve efeito sobre o ciclo (63,4 dias) e verificou-se uma pequena redução de 0,2%, ou seja, nenhum dia, em comparação às plantas testemunhas. Nas outras doses houve aumento de ciclo de, aproximadamente, 1 dia e 3 dias para 4.000 e 6.000 mg.L⁻¹ respectivamente, em relação às plantas que não receberam tratamento.

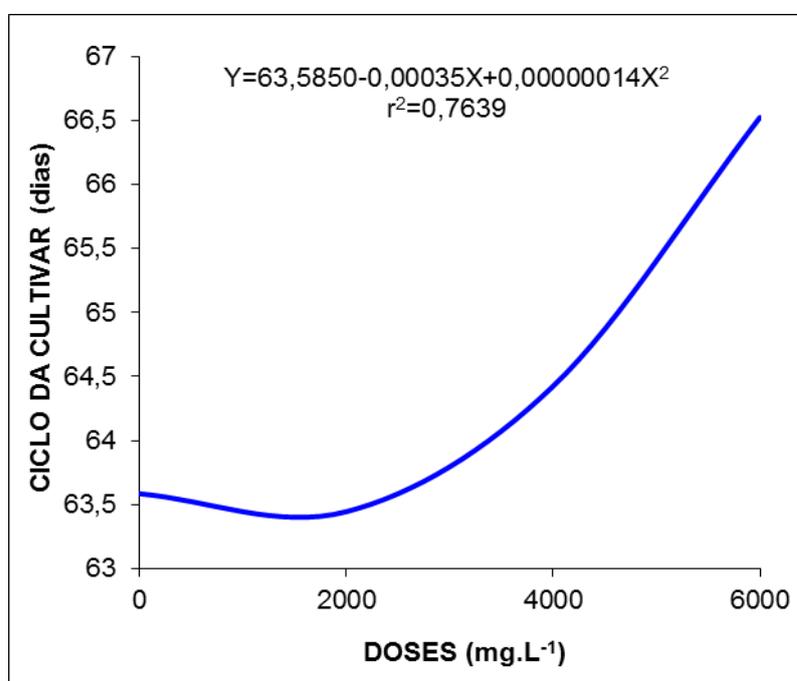


Figura 24 – Tendência do ciclo da cultivar para Crisânteno (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) 'Yellow Spithoven', pulverizado com diferentes doses de Daminozide.

A variação no ciclo, normalmente, não é um efeito desejado na floricultura, pois o produtor segue uma programação de produção e conseqüente colocação do produto no mercado consumidor.

De modo semelhante aos resultados desta pesquisa com a cultivar 'Yellow Spithoven', o aumento no ciclo da cultivar também foi encontrado por Mainardi et al.(2004) estudando a cultivar de Crisântemo de corte 'Snowdon' conduzida em vaso

com uso de Daminozide e induzida ao florescimento após uma e duas semanas de dias longos. Um dos motivos atribuídos a este efeito foi a eficácia de ação do produto devido ao estágio das plantas, pois elas permaneceram sob condições de dias longos por mais duas semanas após o enraizamento e, outra explicação para este resultado, seria o maior número de folhas formadas, em média duas folhas a mais, no ensaio com duas semanas de dias longos e isso pode ter determinado uma maior área de absorção do Daminozide.

A desvantagem de aumento de ciclo foi observada por Hentig (1979). Ele pulverizou Daminozide nas concentrações de 1.000 e 1.500 mg.L⁻¹ sobre *Chrysanthemum x hortorum* dez dias após o plantio nos vasos e verificou que o produto aumentou o tempo para o florescimento.

Também Nightingale (1970), verificou atraso no florescimento de *Kalanchoe* (*Kalanchoe blossfeldiana*), de 10 dias, sendo este efeito atribuído à alta concentração, 10.000 mg.L⁻¹ de Daminozide, pois uma dose menor, 5.000 mg.L⁻¹, não causou atraso no florescimento.

Já, El-Keltawi et al. (1996) e Yongkweon et al. (1999), estudando os efeitos de Daminozide em Crisântemo, verificaram que o produto não teve efeito sobre os dias para o florescimento.

De modo diferente, Karlsson (1992), verificou que o Daminozide (2.500 e 3.000 mg.L⁻¹) pulverizado sobre *Begonia tuberosa* causou uma aceleração no florescimento.

4.2.7 Qualidade dos vasos

Um dos mais importantes fatores considerados para se obter vasos de qualidade é a altura da planta. Então, o uso de retardantes de crescimento é uma prática comum para tornar a planta mais compacta e na maioria das vezes ser mais aceita comercialmente. Assim, o padrão recomendado é que a planta apresente em média 1,5 vez (MOTOS, 1998), ou até 1,3 a 2,5 vezes (GRUSZYNSKI, 2001) a altura do vaso dependendo do mercado consumidor.

Além da altura, o equilíbrio entre folha/haste/flores e plantas apresentando uma copa bem formada, contribui para a estética visual que tornam o conjunto vaso/planta atrativo.

Para facilitar a produção e comercialização o Instituto Brasileiro de Floricultura - IBRAFLO (2013c) padronizou a cultura do Crisântemo em vaso combinando a altura da planta com o tamanho do vaso/pote e também outros critérios subjetivos. Assim, para o Crisântemo cultivado em vaso, a altura da planta deve ser: pote N°15 ou de barro: 23 a 35 cm; pote N° 13: 18 a 30 cm; e pote N° 11: 15 a 25 cm, além de bom aspecto da folhagem e das flores.

Dentre os tratamentos da pesquisa realizada, os vasos das plantas que receberam as doses de 2.000 e 6.000 mg.L⁻¹, podem ser classificados no padrão IBRAFLO para vaso N° 13. Além disto, para os parâmetros de folha, diâmetro da inflorescência, matéria seca da planta e ciclo, a dose de 2.000 mg.L⁻¹ foi a que mostrou os melhores resultados.

Então, para a cultivar de Crisântemo de corte 'Yellow Spithoven' conduzida em vaso, a dose de 2.000 mg.L⁻¹ de Daminozide pulverizada semanalmente produziu os vasos de melhor qualidade (Figura 25).

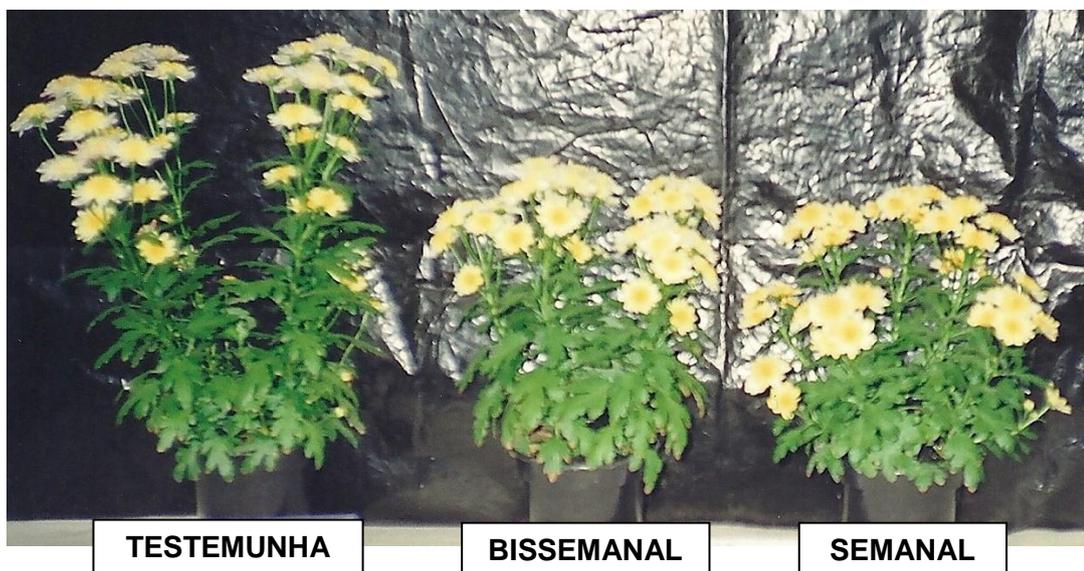


Figura 25 – Visualização de resultados obtidos com a pulverização bissemanal e semanal de 2.000 mg.L⁻¹ de Daminozide comparados com as plantas testemunhas para Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), cultivar 'Yellow Spithoven'.

5 CONCLUSÃO

Para o Lisianthus:

As cultivares de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) de corte 'Echo Pure White', 'Mariachi Misty Pink' e 'Echo Yellow' tratadas com Paclobutrazol podem ser cultivadas em vaso.

As diferentes doses aplicadas reduzem a altura de planta, a distância de entrenós, a área de folha e o diâmetro da flor, e causam aumento no diâmetro da haste para todas as cultivares.

A dose de 64 mg.L^{-1} apresenta os melhores resultados de controle da altura de planta, área de folha, diâmetro de flor e ciclo das cultivares.

O ciclo das cultivares de Lisianthus é aumentado em todas as doses pesquisadas. Porém, o menor aumento, ocorre pulverizando-se 64 mg.L^{-1} .

Os vasos de melhor qualidade são produzidos, pulverizando-se 64 mg.L^{-1} sobre a 'Echo Yellow', comparando-a com as duas outras cultivares pesquisadas.

Para o Crisântemo:

A cultivar de Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) de corte 'Yellow Spithoven' pulverizada com Daminozide pode ser conduzida em vaso.

As diferentes doses aplicadas reduzem a altura de planta, a distância de entrenós, o comprimento, a largura e área de folha, o diâmetro da inflorescência e a matéria seca da inflorescência, da haste e da folha.

Quanto maior a dose aplicada maior é o diâmetro da haste e menor é o diâmetro e a matéria seca da inflorescência e a matéria seca da folha.

O ciclo da cultivar não é afetado na dose de 2.000 mg.L^{-1} e as demais doses causam prolongamento de ciclo quanto maior é a dose utilizada.

A dose de 2.000 mg.L^{-1} de Daminozide, pulverizada semanalmente, produz os vasos com plantas de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

ALLINGER, N. L. et al. **Química orgânica**. 2. ed. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro et al. Rio de Janeiro: LTC, 1976. 961 p.

ANDERSON, N. O. Reclassifications of the genus *Chrysanthemum* L. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 2, p. 313, 1987.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 8. ed. São Paulo: Andrei, 2009. 1380 p.

ARELLANO, C. L.; PEÑA, L.; RUBALCABA, J. F. Control químico en la altura del lisianthus (*Eustoma grandiflorum* G.) para su producción en maceta. **Revista Chapingo**, Texcoco, v. 16, n. 78, p. 14-18, Abr./Jun. 1992.

ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman & Hall, 1996. 352 p.

BALL. **Nosso catálogo**. Disponível em: <<http://ball.com.br/produtos.asp>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

BAÑÓN, S. et al. Effects of saline irrigation on phytohormone-treated chrysanthemum plants. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 937, p. 307-312, 2012.

BARRET, J. E. Mechanisms of action. In: BARRET, J. E. **TIPS on the use of chemical growth regulators on floriculture crops**. Columbus: Ohio Florists Association, 1992, p. 12-18.

BARROS, R. S. et al. Determinação da área de folhas de café (*Coffea arabica* L. Bourbon Amarelo). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 20, n. 107, p. 44-52, jan./mar. 1973.

BRICKELL, C. **The Royal Horticultural Society A-Z Encyclopedia Garden Plants**. 3. ed. London: Dorling Kindersley, 2008. 1136 p.

BROWN, R. G. S. et al. Daminozide and prohexadione have similar modes of action as inhibitors of the late stages of gibberellin metabolism. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 101, p. 309-313, 1997.

BUBENHEIM, D. R.; LEWIS, A. J. Pre-plant treatment of *Chrysanthemum x morifolium* with growth retardants. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 23, n. 3, p. 279-285, 1984.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.

CATHEY, H. M. Chrysanthemum temperature study. B: thermal modifications of photoperiods previous to and flower bud initiation. **HortScience**, Alexandria, v. 64, p. 492-498, 1954.

_____. Physiology of growth retarding chemicals. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 15, p. 271-302, June, 1964.

_____. Comparative plant growth-retarding activities of ancymidol with ACPC, fosfon, chlormequat, and SADH on ornamental plant species. **HortScience**, Alexandria, v. 10, n. 3, p. 204-216, June, 1975.

CHEMNET. **76738-62-0 Paclobutrazol**. Disponível em: <<http://www.chemnet.com/cas/es/76738-62-0/Paclobutrazol.html>>. Acesso em: 09 abr. 2013a.

_____. **1596-84-5 Succinic acid 2,2-dimethylhydrazide**. Disponível em: <<http://www.chemnet.com/cas/supplier.cgi?terms=1596-84-5&l=es&exact=dict&f=plist&mark=&submit.x=31&submit.y=16>>. Acesso em: 09 abr. 2013b.

CREMLYN, R. J. W. **Agrochemicals**: preparation and mode of action. New York: Wiley, 1991. 396 p.

DAVIES, P. J. (Ed.). **Plant hormones**: biosynthesis, signal transduction, action. 3. ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010. 750 p.

EL-KELTAWI, N. E.; MOUSA, G. T.; MAKARY, B. S. Regulation of chrysanthemum growth using GA₃ and Alar to overcome salinity depressions. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 426, p. 657-669, 1996.

FELIPPE, G. M. Desenvolvimento. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: E.P.U. 1985. v. 2, cap. 1, p. 1-37.

GIBSON, J. L.; WHIPKER, B. E. Ornamental cabbage and kale growth response to daminozide, paclobutrazol and uniconazole. **HortTechnology**, Alexandria, v. 11, n. 2, p. 226-230, Apr./Jun., 2001.

GIBSON, J. L. et al. Efficacy of plant growth regulators on the growth of *Argyranthemum frutescens* 'comet pink'. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 624, p. 213-216, 2003.

GILBERTZ, A. D. Chrysanthemum response to timing of paclobutrazol and uniconazole sprays. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 4, p. 322-323, Apr. 1992.

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos vaso, corte e jardim**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 166 p.

HALEVY, A. H.; KOFRANEK, A. M. Evaluation of Lisianthus as a new flower crop. **HortScience**, Alexandria, v. 19, n. 6, p. 845-847, 1984.

HALEVY, A. H. The use of plant bioregulators in ornamental crops. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 394, p. 37-43, 1995.

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

HAQUE, S. et al. Effect of ethrel, chlormequat chloride and paclobutrazol on growth and pyrethrins accumulation in *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. **Journal Plant Growth Regulation**, Coverage, v. 51, n. 3, p. 263-269, 2007.

HARBAUGH, B. K. Flowering of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Cultivars influenced by photoperiod and temperature. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 7, p. 1375-1377, 1995.

HARTLEY, D. E.; WILFRET, G. J. Poinsettias (potted) In: **TIPS on the use of chemical growth regulators on floriculture crops**. Columbus: Ohio Florists Association, 1992, p. 75-77.

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

HENTIG, W. U. Early treatment of ornamental plants with retarding substances. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 91, p. 353-364, 1979.

HERTWIG, K. V. **Manual de herbicidas desfolhantes, dessecantes e fitorreguladores**. São Paulo : Agronômica Ceres, 1977. 480 p.

IBRAFLO- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Padrão ibraflor de qualidade**. São Paulo, 2000. 87 p.

_____. **Nova fotografia do setor - 01.2013**. Holambra, 2013. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/ns_mer_interno.php>. Acesso em: 11 mar. 2013a.

_____. **Dados do setor exportação de 2003 a 2011**. Holambra, 2013. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/ns_exportacao.php>. Acesso em: 11 mar. 2013b.

_____. **Padrão de qualidade**. Holambra, 2013. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/p_qualidade.php>. Acesso em: 07 abr. 2013c.

JUNTTILA, O. et al. Regulation in *Lolium temulentum* of the metabolism of gibberellin A20 and gibberellin A1 by 16,17-dihidro GA₅ and by the growth retardant, LAB 198 999. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 24, n. 3, p. 359-369. 1997.

KAMOUTSIS, A. P.; CHRONOPOULOU-SERELI A. G. Paclobutrazol affects growth and flower bud production in gardenia under different light regimes. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 4, p. 674-675, July, 1999.

KARLSSON, M. G. Begonias In: **TIPS on the use of chemical growth regulators on floriculture crops**. Columbus: Ohio Florists Association, 1992, p. 32-33.

KATRITZKY, A. R.; LAGOWSKY, J. M. Reactivity of five-membered rings with two or more heteroatoms. In: KATRITZKI, A. R.; REES, C. W. **Comprehensive heterocyclic chemistry**. 1st ed. New York, 1984. p. 39-110.

KILIC, S.; KAZAZAND, S.; CAVUSOGLU, K. Effects of daminozide (alar 85) treatment on the stomata movements of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitamura) seedlings grown in different day length conditions. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 8, n. 10, p. 2013-2017, 2009.

KOFRANEK, A. M. Cut chrysanthemum. In: LARSON, A. R. **Introduction to floriculture**. 2nd ed. New York: Academic press, 1992. p. 3-42. 636 p.

LARSEN, R. U.; LIETH, J. H. Shoot elongation retardation owing to daminozide in chrysanthemum: I. modeling single applications. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 53, n. 1, p.109-125, 1993.

LAVILA, A. M. **El crisântemo cultivado, multiplicación y enfermedades**. Madrid: Mundi Prensa, 1992. 172 p.

LOPES, L. C. O cultivo do crisântemo. **Boletim de extensão**. Viçosa: Ed. UFV, 1977. 12 p. (Boletim de Extensão, 22).

LYONS, R. E. Gloxinias and other gesneriads In: **TIPS on the use of chemical growth regulators on floriculture crops**. Columbus: Ohio Florists Association, 1992, p. 59-63.

MA, S.; GU, M. Effects of water stress and selected plant growth retardants on growth and flowering of 'raspberry ice' bougainvillea (*Bougainvillea spectabilis*). **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 937, p. 237-242, 2012.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. (Coord.) **Fisiologia vegetal 1**. 2. ed. São Paulo: E.P.U. 1985. v. 1, cap. 8, p. 333-350.

MAINARDI, J. C. C. T. et al. Produção de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) 'Snowdon' em vaso II: ciclo da cultivar, comprimento, largura e área da folha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1709-1714, dez. 2004.

MATEUS, C. M. A. et al. Estratégias para redução de girassol ornamental para comercialização em vaso. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 6, p. 681-687, jul./sep. 2009.

MENCK, A. L. et al. Indução de florescimento precoce em *Eucalyptus* spp com o uso de paclobutrazol. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993. **Anais...** [S.l.] : Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. p. 23-26.

METIVIER, J. R. Giberelinas. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 1985. v. 2, cap. 5, p. 129-161.

MILLION, J. B. et al. Paclobutrazol distribution following application to two media as determined by bioassay. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 6, p. 1009-1102, Oct. 1999.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia, 1961.

MOTOS, J. **Produção de crisântemos em vaso**. Holambra: Flortec, 1998. 34 p.

NASR, M. N. Effect of methods of application and concentration of paclobutrazol on *Pelargonium zonale*, (L.) L'Her. ex Ait. as a pot plant. **Alexandria Journal of Agricultural Research**, v. 40, n. 3, p. 261-279, 1995. Resumo publicado no Horticultural Abstracts, v. 67, n. 7, p. 772, 1997.

NELL, T. A.; WILFRED, G. J.; HARBAUGH, B. K. Evaluation of application methods of ancymidol and daminozide for height control of Chrysanthemum. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 6, p. 810-811, 1980.

NIGHTINGALE, A. E. The influence of succinamic acid 2,2-dimethylhydrazine on the growth and flowering of pinched vs. unpinched plants for kalanchoe hybrid "Mace". **Journal of American Society for Horticultural Science**, Leuven, v. 9, n. 5, p. 273-276, 1970.

NOTHNAGL, M.; KOSIBA, A.; LARSEN, R. U. Predicting the effect of irradiance and temperature on the flower diameter of greenhouse grown Chrysanthemum. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 99, n. 3, p. 319-329, 2004.

PANREAC. **Catálogo on-line**. Disponível em:
<<http://www.patacake.net/panreac/spanish/catalogo/fichastec/142384ES.HTM>>.
Acesso em: 09 abr. 2013.

PARADIZO, R.; BUONOMO, S.; PASCALE, S. D. Effects of thermal regime on growth and flowering of lisianthus. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 807, p. 687-692, 2009.

PETRY, C. **Plantas ornamentais aspectos para produção**. Passo Fundo: EDIUPF,

2000. 154 p.

PINTO, A. C. R. et al. Effect of daminozide, paclobutrazol and chlormequat on development and quality of potted 'persian carpet' zinnia. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 683, p. 399-406, 2005.

POLYA, J. B. 1,2,4-triazoles. In: KATRITZKI, A. R.; REES, C. W. **Comprehensive heterocyclic chemistry**. 1nd ed. New York, 1984. p. 733-790.

RADEMACHER, W. Growth retardants: biochemicals features and applications in horticulture. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 394, p. 57-74, 1995.

_____. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 51, p. 501-531, 2000.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830 p.

RICAFLOR. **Produtos - flor de corte**. Disponível em: <http://www.ricaflor.com.br/1corte_crisantemos-girassois1.html>. Acesso em: 09 abr. 2013.

SALINGER, J. P. **Producción comercial de flores**. Zaragoza: ACRIBIA, 1991.

SAKATA/AGROFLORA. Palestra técnica-mudas de Lisianthus. Bragança Paulista, 2000. 4 p.

SAKATA. **Lisianthus cut flower pot culture**. Disponível em: <<http://www.sakataornamentals.com/plantname/Lisianthus-Mariachi>>. Acesso em: 09 abr. 2013a.

_____. **Catálogo flores de corte**. Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/produtos/flores-de-corte/lisianthus-f1>>. Acesso em: 10 abr. 2013b.

SILVA, M. P. F. et al. Uso do Alar no controle do crescimento de *Begônia semperflorens* (Link & Oho). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 1., 1980, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1985. p. 104-114.

SINGH, D. B.; SUNJOY MEHRA; BENSAM, N. C. Effect of paclobutrazol on flowering of chrysanthemum. **Journal of Ornamental Horticulture**, New Delhi, v. 2, n. 2, p. 92-96, 1999.

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.

STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2006. 198 p.

SYNGENTA. **Bonzi**. Disponível em: <<http://www3.syngenta.com/country/frpp/fr/solutions/Regulateurs-de-croissance/Pages/BONZI.aspx>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Tradução de Eliane Romanato Santarém et al. Porto Alegre: Artmed, 2013. 820 p.

TAYAMA, H. K. Chrysanthemums (Potted) In: **TIPS on the use of chemical growth regulators on floriculture crops**. Columbus: Ohio Florists Association, 1992, p. 40-41.

TERRAVIVA. **Catálogo Terra Viva flores e plantas**. Disponível em: <http://www.terraviva.agr.br/img/secao_thumb/Catálogo_produtos.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2013.

TOLOTTI, J. C. C. et al. Produção de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) 'Snowdon' em vaso I: doses e frequências de aplicação de daminozide. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1045-1051, dez. 2003.

TORRES, O. V.; SALDAÑA, H. L. Efecto del paclobutrazol (PBZ) sobre nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* W.) cultivar gutbier v-10, bajo condiciones de invernadero em Chapingo, **Revista Chapingo**, Texcoco, n. 73-74, p. 77-80, Ene.- Jun. 1991.

UNIROYAL. **B-Nine® water soluble granule plant growth regulator**. Disponível em: <<http://www.plantprod.com/horticultureen/ProductDetails.aspx?ProductID=1360&CatID=22>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA-UESB. **Produção brasileira de flores** (segundo Ibraflor). Bahia, 2013. Disponível em: <<http://www.uesb.br/flower/IBRAFLOR.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2013.

WARE, G. W. **The pesticide book**. 5. ed. Fresno, Califórnia: Thomson Publications, 2000. 418 p.

WEAVER, R. J. **Plant growth substances in agriculture**. San Francisco: W. H. Freedman and Company, 1972. 594 p.

YAMADA, D. Fitoreguladores. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 1, 1992, Maringá. **Anais...Maringá: Manual de Floricultura**. Universidade Estadual de Maringá, 1992, p. 79-90.

YEWALE, A. K. et al. Effect of growth retardant-paclobutrazol on growth parameters of chrysanthemum. **Journal of Soil and Crops**, v. 8, n. 1, p. 82-84, 1998.

YONGKWEON, Y.; SANGWOOK, K.; HYUNKYUNG, K. Effects of pinching and daminozide treatment on the growth and flowering of *Chrysanthemum zawadskii* ssp. *naktongense*. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, v. 40, n. 5, p. 598-602, 1999. Resumo publicado no Horticultural Abstracts, v. 70, n. 4, p. 449, 2000.

ZENECA. **Bonzi - plant growth facilities**. Disponível em: <<http://www.greenhouse.ucdavis.edu/pest/labels/Bonzi.PDF>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

APÊNDICES

Apêndice A – Quadrado médio obtido pela análise da variância para diferentes variáveis pesquisadas de *Lisianthus (Eustoma grandiflorum Raf.)*.

Variável	Cultivar	Dose	Cultivar x Dose	Resíduo	Média	C.V.
	GL 2	GL 4	GL 8	GL 50		
Altura de Planta	226,57 *	1006,49 *	54,03 ns	28,86	26,94	19,94
Distância de Entrenós	2,85 *	9,86 *	0,34 ns	0,25	2,25	22,21
Número de Nós	0,63 ns	0,69 ns	0,64 ns	0,59	7,15	10,79
Diâmetro da Haste	1,83 *	0,32 *	0,14 ns	0,08	3,02	9,81
Comprimento de Folha	4,01 *	1,51 *	0,50 ns	0,24	5,19	9,57
Largura de Folha	1,45 *	0,31 ns	0,19 ns	0,13	2,53	14,66
Área de Folha	9,02 ns	21,75 *	3,84 ns	3,41	8,51	21,70
Diâmetro da Flor	7,65 *	2,11 *	1,37 ns	0,83	7,75	11,76
NúmeroFlor/Vaso	370,74 *	8,56 ns	46,02 *	10,68	16,89	19,35
Matéria Seca da Haste	0,48 *	0,62 *	0,06 ns	0,07	0,70	20,22
Matéria Seca da Folha	0,43 *	0,08 *	0,03 ns	0,03	0,68	26,38
Matéria Seca da Flor	1,11 *	0,33 *	0,22 *	0,08	0,92	31,29
Ciclo da Cultivar	109,45 *	57,36 *	28,83 ns	19,42	143,52	3,07

* = significativo a 5% de probabilidade de erro. ns = não significativo.

C.V.= coeficiente de variação.

GL = graus de liberdade.

Apêndice B – Quadrado médio obtido pela análise da variância para diferentes variáveis pesquisadas de Crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev).

Variável	Cultivar	Dose	Cultivar x Dose	Resíduo	Média	C.V.
	GL 1	GL 3	GL 3	GL 32		
Altura de Planta	4,03 *	942,01 *	2,09 ns	0,81	23,30	3,87
Distância de Entrenós	0,08 *	1,38 *	0,01 ns	0,01	0,77	17,27
Número de Nós	0,005 ns	0,76 ns	0,36 ns	0,31	16,24	3,42
Diâmetro da Haste	0,004 *	0,005 *	0,0008 ns	0,0003	0,31	5,91
Comprimento de Folha	0,42 ns	1,24 *	0,18 ns	0,15	4,48	8,66
Largura de Folha	0,04 ns	0,21 *	0,07 ns	0,04	2,76	7,73
Área de Folha	1,03 ns	4,36 *	0,88 ns	0,61	4,86	16,10
Diâmetro da Infloresc.	0,21 ns	1,30 *	0,03 ns	0,13	3,40	10,75
Número de Infloresc./Vaso	108,90 ns	48,46 ns	3,76 ns	29,65	56,30	9,67
Matéria Seca da Infloresc.	0,005 ns	0,027 *	0,006 ns	0,003	0,52	11,86
Matéria Seca da Haste	0,003 ns	0,395 *	0,007 ns	0,003	0,46	12,86
Matéria Seca da Folha	0,0001 ns	0,024 *	0,0008 ns	0,0008	0,37	7,63
Ciclo da Cultivar	3,02 ns	28,02 *	1,89 ns	1,41	64,52	1,84

* = significativo a 5% de probabilidade de erro. ns = não significativo.

C.V.= coeficiente de variação.

GL = graus de liberdade.

Apêndice C – Análise da variância e seus desdobramentos explicativos para a variável número de flores por vaso de *Lisianthus (Eustoma grandiflorum Raf.)* que apresentou interação entre as cultivares e doses estudadas na pesquisa.

A1 = Cultivar 'Echo Pure White'

A2 = Cultivar 'Mariachi Misty Pink'

A3 = Cultivar 'Echo Yellow'

D = Doses = 0 mg.L⁻¹, 16 mg.L⁻¹, 32 mg.L⁻¹, 48 mg.L⁻¹, 64 mg.L⁻¹

Quadro da Análise da Variância Geral

Variável Dependente : Número de Flores por Vaso

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	PR > F
A	2	741,49615385	370,74807692	34,6915	0,000
D	4	34,24615385	8,56153846	0,8011	0,530
A*D	8	368,15384615	46,01923077	4,3061	0,001*
Resíduo	50	534,35000000	10,68700000		
Total	64	1678,24615385			

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. F Tabelado (1;50) = 4,03

A1 = CULTIVAR 'ECHO PURE WHITE'

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente : Número de Flores por Vaso

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
D	4	256,3000000	64,07500000
Resíduo	15	216,25000000	14,41666667
Total	19	472,55000000	

Média: 20,8500 Coef. Variação: 18,2106

ESCOLHA DO GRAU PARA A=1

----- A=1 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau1	1	93,02500000	93,02500000
Erro	15	216,25000000	14,41666667

FCalculado = $93,0250 / 10,6870 = 8,7045 > 4,03 =$ Significativo

----- A=1 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau2	1	141,44642857	141,44642857
Erro	15	216,25000000	14,41666667

FCalculado = $141,4464 / 10,6870 = 13,24 > 4,03 =$ Significativo

----- A=1 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau3	1	0,10000000	0,10000000
Erro	15	216,25000000	14,41666667

FCalculado = $0,1000 / 10,6870 = 0,0093 < 4,03 =$ Não Significativo

----- A=1 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau4	1	21,72857143	21,72857143
Erro	15	216,25000000	14,41666667

FCalculado = $21,7285 / 10,6870 = 2,0331 < 4,03 =$ Não Significativo

A2 = CULTIVAR 'MARIACHI MISTY PINK'

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente : Número de Flores por Vaso

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
D	4	65,70000000	16,42500000
Resíduo	15	76,50000000	5,10000000
Total	19	142,20000000	

Média: 12,3000 Coef. Variação: 18,3603

ESCOLHA DO GRAU PARA A=2

----- A=2 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau1	1	65,02500000	65,02500000
Erro	15	76,50000000	5,10000000

FCalculado = $65,0250 / 10,6870 = 6,0844 > 4,03 =$ Significativo

----- A=2 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau2	1	0,44642857	0,44642857
Erro	15	76,50000000	5,10000000

FCalculado = $0,4464 / 10,6870 = 0,0417 < 4,03 =$ Não Significativo

----- A=2 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau3	1	0,10000000	0,10000000
Erro	15	76,50000000	5,10000000

FCalculado = $0,1000 / 10,6870 = 0,0093 < 4,03 =$ Não Significativo

----- A=2 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau4	1	0,12857143	0,12857143
Erro	15	76,50000000	5,10000000

FCalculado = $0,1285 / 10,6870 = 0,0120 < 4,03 =$ Não Significativo

A3= CULTIVAR 'ECHO YELLOW'

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente : Número de Flores por Vaso

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
D	4	80,40000000	20,10000000
Resíduo	20	241,60000000	12,08000000
Total	24	322,00000000	

Média: 17,400 Coef. Variação: 19,9748

ESCOLHA DO GRAU PARA A=3

----- A=3 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau1	1	5,78000000	5,78000000
Erro	20	241,60000000	12,08000000

F_{Calculado} = 5,7800 / 10,6870 = 0,5408 < 4,03 = Não Significativo

----- A=3 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau2	1	49,72857143	49,72857143
Erro	20	241,60000000	12,08000000

F_{Calculado} = 49,7285 / 10,6870 = 4,6531 > 4,03 = Significativo

----- A=3 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau3	1	8,82000000	8,82000000
Erro	20	241,60000000	12,08000000

F_{Calculado} = 8,8200 / 10,6870 = 0,8253 < 4,03 = Não Significativo

----- A=3 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau4	1	16,07142857	16,07142857
Erro	20	241,60000000	12,08000000

F_{Calculado} = 16,0714 / 10,6870 = 1,5038 < 4,03 = Não Significativo

FORMAÇÃO DA EQUAÇÃO PARA A1

----- A=1 -----

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente : Número de Flores por Vaso

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	
Modelo	2	234,47142857	17,23571429	
Resíduo	17	238,07857143	14,00462185	
Total	19	472,55000000		

Parâmetro	Estimativa	Desvio Padrão	Valor T	PR > T
Coef. linear	20,97857143	1,76097229	11,9131	0,000
D1	-0,30200893	0,13037560	2,3165	0,033
D2	0,00620815	0,00195345	3,1780	0,006

FORMAÇÃO DA EQUAÇÃO PARA A2

----- A=2 -----

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente : Número de Flores por Vaso

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	
Modelo	1	65,02500000	65,02500000	
Resíduo	18	77,17500000	4,28750000	
Total	19	142,20000000		

Parâmetro	Estimativa	Desvio Padrão	Valor T	PR > T
Coef. linear	14,85000000	0,80195075	18,5173	0,000
D1	-0,07968750	0,02046219	3,8944	0,001

FORMAÇÃO DA EQUAÇÃO PARA A3

----- A=3 -----

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente : Número de Flores por Vaso

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	
Modelo	2	55,50857143	27,75428571	
Resíduo	22	266,49142857	12,11324675	
Total	24	322,00000000		

Parâmetro	Estimativa	Desvio Padrão	Valor T	PR > T
Coef. linear	16,39428571	1,46484646	11,1918	0,000
D1	0,18946429	0,10845159	1,7470	0,095
D2	-0,00329241	0,00162495	2,0262	0,055

CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO = R²

$$R^2 \text{ PARA A1} = 234,4714/256,3000 = 0,9149$$

$$R^2 \text{ PARA A2} = 65,0250/65,7000 = 0,9897$$

$$R^2 \text{ PARA A3} = 55,5086/80,4000 = 0,6905$$

Apêndice D – Análise da variância e seus desdobramentos explicativos para a variável matéria seca da flor de *Lisianthus (Eustoma grandiflorum Raf.)* que apresentou interação entre as cultivares e doses estudadas na pesquisa.

A1 = Cultivar 'Echo Pure White'

A2 = Cultivar 'Mariachi Misty Pink'

A3 = Cultivar 'Echo Yellow'

D = Doses = 0 mg.L⁻¹, 16 mg.L⁻¹, 32 mg.L⁻¹, 48 mg.L⁻¹, 64 mg.L⁻¹

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente: Matéria Seca da Flor

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	PR > F
A	2	2,23188323	1,11594162	13,3444	0,000
D	4	1,35526098	0,33881525	4,0515	0,006
A*D	8	1,78636132	0,22329516	2,6702	0,016*
Resíduo	50	4,18132145	0,08362643		
Total	64	9,55482698			

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. F Tabelado (1;50) = 4,03

A1 = CULTIVAR 'ECHO PURE WHITE'

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente : Matéria Seca da Flor

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
D	4	0,17901470	0,04475368
Resíduo	15	0,60395050	0,04026337
Total	19	0,78296520	
Média: 0,8022		Coef. Variação: 25,0133	

ESCOLHA DO GRAU PARA A=1

----- A=1 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau1	1	0,03358203	0,03358203
Erro	15	0,60395050	0,04026337
FCalculado = 0,0335 / 0,0836 = 0,4015 < 4,03 = Não Significativo			

----- A=1 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau2	1	0,14271302	0,14271302
Erro	15	0,60395050	0,04026337
FCalculado = 0,1427 / 0,0836 = 1,7065 < 4,03 = Não Significativo			

----- A=1 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau3	1	0,00222010	0,00222010
Erro	15	0,60395050	0,04026337
FCalculado = 0,0022 / 0,0836 = 0,0265 < 4,03 = Não Significativo			

----- A=1 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau4	1	0,00049956	0,00049956
Erro	15	0,60395050	0,04026337
FCalculado = 0,0004 / 0,0836 = 0,0059 < 4,03 = Não Significativo			

A2 = CULTIVAR 'MARIACHI MISTY PINK'

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente : Matéria Seca da Flor

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
D	4	0,49623280	0,12405820
Resíduo	15	0,42318575	0,02821238
Total	19	0,91941855	
Média: 0,75435		Coef. Variação: 22,2662	

ESCOLHA DO GRAU PARA A=2

----- A=2 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau1	1	0,28577903	0,28577903
Erro	15	0,42318575	0,02821238
FCalculado = 0,2857 / 0,0836 = 3,4173 < 4,03 = Não Significativo			

----- A=2 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau2	1	0,05664216	0,05664216
Erro	15	0,42318575	0,02821238
FCalculado = 0,0566 / 0,0836 = 0,6773 < 4,03 = Não Significativo			

----- A=2 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau3	1	0,14737960	0,14737960
Erro	15	0,42318575	0,02821238
FCalculado = 0,1473 / 0,0836 = 1,7623 < 4,03 = Não Significativo			

----- A=2 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau4	1	0,00643201	0,00643201
Erro	15	0,42318575	0,02821238
FCalculado = 0,0064 / 0,0836 = 0,0769 < 4,03 = Não Significativo			

A3= CULTIVAR 'ECHO YELLOW'

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente : Matéria Seca da Flor

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
D	4	2,46637480	0,61659370
Resíduo	20	3,15418520	0,15770926
Total	24	5,62056000	

Média: **1,1572** Coef. Variação: 34,3178

ESCOLHA DO GRAU PARA A=3

----- A=3 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau1	1	2,23576658	2,23576658
Erro	20	3,15418520	0,15770926

FCalculado = $2,2357 / 0,0836 = 26,7351 > 4,03 =$ Significativo

----- A=3 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau2	1	0,07815601	0,07815601
Erro	20	3,15418520	0,15770926

FCalculado = $0,0781 / 0,0836 = 0,9345 < 4,03 =$ Não Significativo

----- A=3 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau3	1	0,06027392	0,06027392
Erro	20	3,15418520	0,15770926

FCalculado = $0,0602 / 0,0836 = 0,7207 < 4,03 =$ Não Significativo

----- A=3 -----

Comparação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Grau4	1	0,09217829	0,09217829
Erro	20	3,15418520	0,15770926

FCalculado = $0,0921 / 0,0836 = 1,1022 < 4,03 =$ Não Significativo

FORMAÇÃO DA EQUAÇÃO PARA A1

Não houve grau significativo.

Então, usa-se a média do grau (**0,8022**) para explicar os resultados obtidos na pesquisa.

FORMAÇÃO DA EQUAÇÃO PARA A2

Não houve grau significativo.

Então, usa-se a média do grau (**0,7543**) para explicar os resultados obtidos na pesquisa.

FORMAÇÃO DA EQUAÇÃO PARA A3

----- A=3 -----

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente : Matéria Seca da Flor

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio		
Modelo	1	2,23576658	2,23576658		
Resíduo	23	3,38479342	0,14716493		
Total	24	5,62056000			
Parâmetro		Estimativa	Desvio Padrão	Valor T	PR > T
Coef. linear		1,58012000	0,13289015	11,8904	0,000
D1		-0,01321625	0,00339076	3,8977	0,001

CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO = R²

R² PARA A3 = 2,2357 / 2,4663 = 0,9064

ANEXO

Anexo A – Análise da mistura utilizada como substrato nos vasos das plantas pesquisadas.

Textura	%argila m/v	pH- H ₂ O 1:1	Índice SMP	P mg/L	K mg/L	% M.O. m/v	Al cmol/L	Ca cmol/L	Mg cmol/L
4	14	5,2	5,3	63,2	200,0	7,0	0,1	12,2	5,5

H+AL cmol/L	CTC cmol/L		Saturação %		S	Cu	Zn	B mg/L
	Efetiva	Ph 7	Al	Bases				
6,7	16,3	22,7	1	73	x	2,7	15,4	x

Obs: mg/L= ppm, cmol/L = meq/100g

CTC efetiva – quantidade de carga ao pH natural do solo

CTC pH7,0 – quantidade de carga estimada ao pH 7,0

Fe mg/L	Mn mg/L	Na mg/L	Mo mg/L	Relações			
				Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	K/raiz ² de Ca+Mg
290,2	22	x	x	2,5	23,6	10,3	0,112