

**HEDIBERTO NEI MATIELLO**

**INFLUÊNCIA DE RETARDANTES DE CRESCIMENTO E DA  
LUMINOSIDADE NA PRODUÇÃO DE CRISÂNTEMO DE VASO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2009**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M433i  
2009

Matiello, Hediberto Nei, 1968-

Influência de retardantes de crescimento e da luminosidade da produção de crisântemo de vaso / Hediberto Nei Matiello. – Viçosa, MG, 2009.  
x, 92f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: José Antônio Saraiva Grossi.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa

Referências bibliográficas: f. 81-92.

1. Crisântemo - Crescimento. 2. Plantas - Efeito da luz.  
3. *Dendranthema grandiflora*. 4. Daminozide. 5. Clormequat  
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 635.93399

**HEDIBERTO NEI MATIELLO**

**INFLUÊNCIA DE RETARDANTES DE CRESCIMENTO E DA  
LUMINOSIDADE NA PRODUÇÃO DE CRISÂNTEMO DE VASO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 09 de outubro de 2009.

---

Prof. Mário Puiatti

---

Prof<sup>a</sup>. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

---

Prof. José Geraldo Barbosa  
(Coorientador)

---

Prof. José Ivo Ribeiro Júnior  
(Coorientador)

---

Prof. José Antônio Saraiva Grossi  
(Orientador)

## **DEDICO**

A Deus, meu fiel companheiro e protetor;

À minha esposa e aos meus filhos Frederico e Pedro Henrique pelo amor incondicional;

Aos meus pais Herondina e Nilo e irmãos pelo apoio e lições de vida;

A todos os colegas e amigos.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de estudo.

À Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa pela liberação das atividades de docência, oportunidade de especialização e apoio;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -CAPES- pelo inestimável apoio em forma de bolsa de estudo.

Ao professor José Antonio Saraiva Grossi pela confiança, apoio, amizade e orientação;

Aos professores José Geraldo Barbosa, José Ivo Ribeiro Júnior pelo apoio e valiosas sugestões;

Ao professor Mário Puiatti e Patrícia Duarte de Oliveira Paiva pela grande contribuição;

Ao professor Luiz Fernando Finger pelo uso de equipamentos e reagentes do laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia.

Ao técnico de laboratório de cromatografia Eduardo pelo apoio e dedicação.

Ao professor Gulab Newandram Jham pela disponibilidade do laboratório de cromatografia do Departamento de química.

Aos funcionários da floricultura Ernesto, Antonio e Feliciano pela agradável convivência e apoio.

Ao laboratorista Geraldo e Sebastião Peluzio pelo agradável convívio.

Aos muitos amigos e colegas que de forma direta ou indireta contribuíram pelo sucesso desta tese e fizeram da minha estada na UFV muito melhor.

Muito obrigado.

## **BIOGRAFIA**

Hediberto Nei Matiello, filho de Antonio Nilo Matiello e Herondina Ferreira dos Santos Matiello, nasceu em São João de Petrópolis, Município de Santa Teresa-ES, em 09 de abril de 1968.

Em dezembro de 1985, diplomou-se Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa-ES.

Em agosto de 1993, graduou-se Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa-MG.

Em agosto de 1993, iniciou curso de mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa em 12 de abril de 1996.

Entre abril e julho de 1996 trabalhou como prestador de serviços no Laboratório de cultura de tecidos do BIOAGRO na Universidade Federal de Viçosa.

Em 1º de outubro de 1996, mediante concurso público, ingressou como professor efetivo na Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa.

Em março de 2005 iniciou curso de doutorado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se a defesa de tese em 9 de outubro de 2009.

## RESUMO

MATIELLO, Hediberto Nei, D. Sc. Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2009. **Influência de retardantes de crescimento e da luminosidade na produção de crisântemo de vaso.** Orientador: José Antonio Saraiva Grossi. Co-orientadores: Gulab Newandram Jham, José Geraldo Barbosa e José Ivo Ribeiro Júnior.

Este trabalho avaliou os efeitos da concentração, frequência e tipo de retardantes de crescimento, além de luminosidade, variedade e número de dias longos sobre as características fitotécnicas do crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) em vaso. A distribuição e persistência dos retardantes crescimento também foi verificada nos órgãos da planta. Foram realizados três experimentos. No primeiro experimento as variedades Indianápolis e White Mega Time foram submetidas às combinações dos fatores intensidade luminosa no período de dias longos (150 ou 60 lux), período de dia longo (15 ou 20 dias), retardante de crescimento (daminozide ou clormequat), concentração (0 ou 4000 mg L<sup>-1</sup>) e frequência de aplicação (9 ou 21 dias). O delineamento foi o de blocos ao acaso com três repetições em um esquema fatorial 2<sup>6</sup>. No segundo experimento estudou-se a variedade Indianápolis tratada com retardante no intervalo de 0 a 4000 mg L<sup>-1</sup> para daminozide e clormequat, e de 0 a 80 mg L<sup>-1</sup>, para o paclobutrazol. A frequência foi de 9 a 21 dias. O delineamento foi o composto central (DCC) com cinco repetições do ponto central. No terceiro experimento foram realizadas análises cromatográficas nas raízes, caule e folhas da variedade Indianápolis ao longo do tempo após a aplicação de 4000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide ou 4000 mg L<sup>-1</sup> de clormequat ou 80 mg L<sup>-1</sup> de paclobutrazol. Os extratos metanólicos das amostras foram submetidos à cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Os experimentos constaram de um delineamento

inteiramente casualizado com três repetições para determinação da concentração. No primeiro experimento, ocorreram efeitos de muitas interações duplas, principalmente sobre a altura da planta, o número de hastes florais e do ciclo de cultivo. Intensidade luminosa e frequência afetaram menor número de características. Plantas da variedade White Mega Time tratadas com o retardante daminozide proporcionaram a produção de plantas com menor altura, menor diâmetro e maior número de botões florais. O segundo experimento demonstrou que o daminozide apresentou efeito da concentração sobre a altura. Altura comercial foi obtida em aplicação única da concentração de 2065 mg L<sup>-1</sup>. Concentração e/ou frequência de aplicação de cloromequat afetaram apenas a produção de matéria seca da planta e apresentou efeito fitotóxico. Plantas com altura comercial foram obtidas com uma única aplicação de 42,85 mg L<sup>-1</sup> de paclobutrazol. O terceiro experimento demonstrou que a CLAE foi eficiente em detectar e quantificar o daminozide e paclobutrazol na raiz, caule e folha. O cloromequat não foi detectado por CLAE. As folhas apresentaram maior concentração de daminozide e paclobutrazol, seguido de caule e raiz, com maior persistência no caule para o daminozide e na folha para o paclobutrazol.

## ABSTRACT

MATIELLO, Hediberto Nei, D. Sc. Universidade Federal de Viçosa, October, 2009.  
**Influence of growth retardants and light in the production of potted chrysanthemum.** Adviser: José Antonio Saraiva Grossi. Co-advisers: Gulab Newandram Jham, José Geraldo Barbosa and José Ivo Ribeiro Júnior.

This work evaluated the effects of concentration, frequency of application and kind of growth retardants, light, type and number of long days in the plant parameters of potted chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). The distribution and permanence of the growth retardants in the plant organs were also verified. Three experiments were realized. In the first one, the chrysanthemum varieties Indianópolis and White Mega Time were submitted to combinations of different factors like light in the long days (150 and 160 lux), long day's period (15 and 20 days), kind (daminozide and cloromequat), concentration (0 and 4000 mgL<sup>-1</sup>) and frequency of application (9 and 21 days) of growth retardants. The experimental design was the randomized block with three replications in a 2<sup>6</sup> factorial way. In the second experiment, the Indianapolis variety was treated with different concentrations of daminozid and cloromequat (0 to 4000 mgL<sup>-1</sup>), and paclobutrazol (0 to 80 mgL<sup>-1</sup>). The frequency of application was 9 to 21 days. The experimental design was the central composite with five replications of the central point. In the third experiment, methanolic extracts of roots, stems and leaves of the Indianapolis variety were submitted to high performance liquid chromatography (HPLC) analyses after application of 4000 mgL<sup>-1</sup> of daminozide, 4000 mgL<sup>-1</sup> of cloromequat and 80 mg L<sup>-1</sup> of paclobutrazol. The experimental design was completely randomized with three replications for each concentration.

The results of the first experiment showed many two-factors interactions, mainly in the plant height, number of floral stems and the cultivation cycle. The intensity and frequency of light affected few plant characteristics. Plants of the White Mega Time variety treated with daminozide showed the lower height, smaller diameter and greater number of flower buds. The second experiment showed the effect of concentration of daminozide in the plant height. The commercial height was obtained with only one application of 2065 mgL<sup>-1</sup>. The concentration and frequency of application of clomequat affected only the dry weight of the plant and showed a phytotoxic effect. Plant commercial height was obtained with one application of 42.85 mgL<sup>-1</sup> of paclobutrazol. The third experiment showed that the HPLC was efficient to detect and quantify the daminozide and paclobutrazol in the root, stem and leaf. The clomequat was not detected. The leaves showed the highest concentration of daminozide and paclobutrazol, followed by stem and root. The daminozide was most persistent in the stem, while the paclobutrazol was in the leaves.

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	1
2. Revisão Bibliográfica .....	3
3. Material e Métodos .....	10
3.1. Experimento 1: Efeito da intensidade luminosa e número de dias longos, tipo, concentração e frequência de aplicação do retardante de crescimento sobre o desenvolvimento de crisântemo ‘Indianópolis’ e ‘White Mega time’ .....	11
3.2. Experimento 2: Efeito da concentração e frequência de aplicação dos retardantes de crescimento sobre o crescimento e produção de crisântemo de vaso ‘Indianópolis’ .....	14
3.3. Experimento 3: Efeito e persistência de retardantes de crescimento em cultivo de crisântemo de vaso ‘Indianópolis’ .....	16
a) Extração .....	17
b) Análise cromatográfica .....	17
4. Resultados e Discussão .....	19
4.1. Efeito da intensidade luminosa e número de dias longos, tipo, concentração e frequência de aplicação do retardante de crescimento sobre o desenvolvimento de crisântemo ‘Indianópolis’ e ‘White Mega time’ .....	19
4.1.1. Altura da planta .....	24
4.1.2. Diâmetro da planta .....	28
4.1.3. Longevidade das inflorescências .....	29
4.1.4. Número de botões florais .....	31
4.1.5. Número de hastes florais .....	33
4.1.6. Peso da matéria seca do caule .....	34
4.1.7. Peso da matéria seca da folha .....	36

4.1.8. Peso da matéria seca do botão floral.....	37
4.1.9. Matéria seca da parte aérea .....	38
4.1.10. Ciclo de cultivo.....	39
4.1.11. Densidade de área foliar.....	41
4.1.12. Índice SPAD .....	42
4.2. Efeito da concentração e frequência de aplicação dos retardantes de crescimento sobre o crescimento e produção de crisântemo de vaso ‘Indianópolis’.....	44
4.2.1. Daminozide.....	45
4.2.2. Cloromequat .....	50
4.2.3. Paclobutrazol.....	54
4.3. Efeito e persistência de retardantes de crescimento em cultivo de crisântemo de vaso ‘Indianópolis’.....	59
4.3.1. Daminozide.....	59
4.3.2. Paclobutrazol.....	67
4.3.3. Cloromequat .....	74
5. Conclusões .....	79
6. Referências Bibliográficas .....	81

## 1. INTRODUÇÃO

O setor de floricultura apresenta grande crescimento nacional em área produtiva e mercado consumidor. Verificou-se que as vendas externas do setor de floricultura no ano de 2006 foram de US\$ 24,2 milhões (IBRAFLOR, 2006). CASTRO (1998) cita que o comércio de flores no Brasil gera mais de 200.000 empregos diretos e 150.000 indiretos. Em média o setor da floricultura emprega 15 trabalhadores/ha (CLARO *et al.*, 2001).

A exploração de crisântemo se divide entre as variedades para corte e para vaso. A produção brasileira de crisântemo em vaso demonstra rápido crescimento e representa uma excelente alternativa de investimento na pequena propriedade agrícola, pois demanda pouca área, apresenta ciclo de produção curto, alto rendimento por unidade de área, resposta fotoperiódica precisa e grande diversidade de forma e cores nas diferentes variedades (BRUM *et al.*, 2007).

A tendência à profissionalização da cadeia de produção e o aumento na demanda refletem o desenvolvimento de um mercado mais exigente. A relação entre altura da planta e do vaso é preconizada como importante parâmetro de qualidade. As variedades de vaso possuem normalmente crescimento vigoroso, que, ao final do ciclo, apresentam arquitetura e tamanho não condizentes com as exigências do mercado. Para minimizar tal problema são utilizados retardantes de crescimento que inibem a síntese de giberelinas e reduzem o porte da planta. Devido à diversidade climática, ao tipo de variedade e manejo dado à cultura, as doses de retardantes de crescimento e sua frequência de aplicação têm sido determinadas empiricamente pelos produtores. Menores concentrações e frequências de aplicação são almejadas pelos produtores de crisântemo, como

maneira de reduzir os custos de produção. A quantificação do retardante de crescimento no tecido da planta e a determinação das taxas de redução da concentração constituem-se em etapas importantes no estabelecimento de doses e freqüências de aplicação eficientes, capazes de reduzir a altura da planta, ter menor efeito negativo sobre as outras características e gerar menos resíduos tóxicos. A concentração inicial e a persistência do ingrediente ativo do retardante de crescimento nos órgãos da planta definem o seu tempo de ação na inibição do alongamento do caule e a presença de resíduos na planta ou no substrato no ato da comercialização.

Os fatores utilizados durante o ciclo de produção, uma vez manejados, podem interagir com os efeitos dos retardantes de crescimento. Como resultado, pode-se obter maior redução do porte da planta e melhor produção de flores. O estudo dos efeitos desses fatores sobre as características produtivas da planta normalmente é feito de modo isolado devido ao grande número de fatores e níveis.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da intensidade da luz durante o período de dias longos e de fatores relacionados à retardantes de crescimento no desenvolvimento e características produtivas de diferentes variedades de crisântemo em vaso; determinar a concentração e a persistência de retardantes de crescimento nos órgãos vegetativos do crisântemo de vaso.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) é uma planta da família Asteraceae originária da Ásia. A grande diversidade de cores, formatos de inflorescências, facilidade de cultivo e alta durabilidade pós-colheita conferem a esta espécie grande popularidade e apreciação (BRUM *et al.*, 2007). CRATER (1992) cita que plantas de variedades destinadas ao cultivo em vaso devem ter bom formato, rápida ramificação, produção de flores em hastes curtas e inflorescências de adequado formato, cor e tamanho. A proporção entre as dimensões da planta e do vaso é fundamental para determinar o valor comercial. O IBRAFLOR (2000) estabelece como padrão de qualidade para a cultura do crisântemo que a relação entre altura da planta e do vaso deve ser, para plantas de crisântemo cultivadas em vaso nº 11, entre 0,9 e 1,5, e as cultivadas em vaso nº 15, entre 1,5 e 2,0.

FAHL *et al.* (1985) citam que, em condições de cultivo, as plantas em vaso frequentemente atingem alturas superiores à desejada, causando a diminuição do valor comercial do produto. O controle da altura visa obtenção de plantas que requerem menos espaço, trabalho e custos de transporte (HAYASHI *et al.*, 2001). MCMAHON & KELLY (1999) citam que plantas mais compactas possuem valor comercial maior.

Compostos que agem na redução da altura da planta pela diminuição do alongamento e divisão celular são denominados retardantes de crescimento (RADEMACHER, 2000). Neste contexto, o principal hormônio envolvido é a giberelina, uma vez que os retardantes de crescimento agem através da inibição

da sua biossíntese (TAIZ & ZAIGER, 2004). LOZOYA-SALDAÑA (1992) sugere o uso de reguladores de crescimento como alternativa no aproveitamento de variedades de corte para o cultivo em vaso. MEJIAS & RUANO (1990) citam que reguladores de crescimento podem modificar a forma, altura e aspecto das plantas

Apesar de existirem muitos retardantes de crescimento já pesquisados nos mais diferentes tipos de culturas, poucos são comercialmente disponíveis, variando o número conforme o país, as considerações ambientais e legislação vigente. Entre esses produtos destacam-se o paclobutrazol, o cloromequat e o daminozide (ANDERSEN & ANDERSEN, 2000). O paclobutrazol [(2RS,3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol], tem ação na inibição da síntese de giberelina impedindo a oxidação do ent kaureno à ácido ent kaurenóico (RADEMACHER, 2000). O cloromequat (cloreto de 2-cloroetil-trimetilamonía) pertence à classe “onium”, bloqueia a biossíntese das giberelinas antes da formação do ent kaureno através da inibição da CPP sintase (TAYAMA & CARVER, 1990). O daminozide (ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida) inibe, em diferentes intensidades, as etapas finais da biossíntese de giberelinas, reduzindo a concentração de sua forma ativa (RADEMACHER, 2000).

É comum dificuldades na determinação de um método eficiente de aplicação dos retardantes de crescimento (BARRET *et al.*, 1994a). Pulverizações são mais comumente usadas no cultivo comercial, podendo resultar na desuniformidade de plantas se técnicas apropriadas não forem utilizadas (BARRET *et al.*, 1994b). Outros métodos são utilizados para aplicação de retardantes, como embebição da zona radicular de estacas enraizadas (BEARCE & SINGHA, 1992; ABDI & ASCARI-RABURI, 2009), inclusão do princípio químico no substrato dos vasos (EINERT, 1976; CRUZ *et al.*, 2008) ou na água de irrigação

(HOLCOMB & WHITE, 1970), uso de cápsulas, géis, tabletes (SANDERSON *et al.*, 1988), granulados (WILFRET *et al.*, 1978; MURRAY *et al.*, 1986) e pó solúvel em água (HUANG *et al.* 1989; ZHOU & XI,1993).

SACHS & HACKETT (1972) mencionam que o controle químico da altura de plantas tem sido utilizado em espécies lenhosas e herbáceas e que, para seu melhor uso, é necessário considerar a identificação da causa primária da inibição do alongamento do caule, determinar o estágio de desenvolvimento da planta, método, dose, formulação e frequência da aplicação e, também, testar efeito fitotóxico acumulativo e os ambientais. COELHO *et al.* (1983) citam que o efeito da substância reguladora de crescimento, além dos fatores ambientais, depende também da concentração, do número de aplicações, da época de aplicação, do estágio de crescimento da planta e da natureza da espécie ou variedade tratada. LOPES (1977) explica que a frequência e dosagem das aplicações de daminozide dependem da variedade cultivada, estação do ano, tamanho da planta e tamanho do vaso. As dificuldades em se determinar o tipo de retardante, doses e frequência de aplicação também estão na obtenção de uma planta que reúna o máximo de características desejáveis, pois tais retardantes podem provocar efeitos indesejáveis nas suas características produtivas. As variedades apresentam respostas diferenciadas. Contudo, normalmente é observado atraso no florescimento. MENHENETTE (1979) menciona que o daminozide aplicado via foliar atrasou o florescimento da variedade de crisântemo Bright Golden Anne. GILBERTZ (1992) demonstrou que aplicação do paclobutrazol, no momento da poda apical, foi mais efetivo em atrasar o florescimento do que quando aplicado semanalmente ao longo do ciclo. POBUDKIEWICZ & TREDER (2006) identificaram atraso no florescimento de lírio quando da aplicação foliar do

retardante flurprimidol em relação à de daminozide. A pulverização de paclobutrazol reduziu drasticamente a altura e atrasou a florescimento de *Iris nigricans* (AL-KHASSAWNEH *et al.*, 2006).

O daminozide atrasa o florescimento pela possível inibição do ácido indol acético (LOZOYA-SALDAÑA, 1992). HAQUE *et al.* (2007) citam que a aplicação de clomequat nas doses de 1000 e 2000 mg L<sup>-1</sup> ou o paclobutrazol nas doses de 80 e 160 mg L<sup>-1</sup> em *Chrysanthemum cinerariaefolium*, aumentaram a concentração de piretrinas e o peso da flor, porém causou decréscimo na altura da planta e na produção de flores por planta.

Retardantes de crescimento têm sua ação integrada ao manejo dado à cultura durante o período produtivo. Para o crisântemo, também contribuem o período de dias longos, fornecido para inibir o florescimento precoce, e a intensidade luminosa fornecida durante este período. TOLOTTI *et al.* (2003) citam que o uso de daminozide em plantas de crisântemo submetidas a uma semana de dias longos propiciou maior comprimento de pedúnculo, maior diâmetro de haste, menor diâmetro do pedúnculo floral, menor altura e menor número de nós em relação às submetidas a duas semanas de dias longos.

Em plantas de dias curto como o crisântemo a oferta de um período de luz superior ao fotoperíodo crítico impede a formação de inflorescências e permite o crescimento vegetativo. Maior tempo expostas a esta condição de crescimento vegetativo pode implicar na obtenção de plantas mais altas. GRUSZYNSKI (2001) cita que o fotoperíodo crítico para o crisântemo é de 14,5 horas. Dias longos ou noites curtas têm sido obtidas pela aplicação de iluminação no meio da noite, de modo a manter a planta em condições não indutivas do florescimento. A fonte de luz deve considerar intensidade e espectro adequados. A intensidade utilizada

esta bem aquém da necessária para o processo fotossintético. As condições não indutivas do florescimento em plantas de dia curto são garantidas pela redução do comprimento da noite pelo uso de fonte de luz com riqueza na faixa do comprimento de onda vermelho aplicado no meio do período de escuro (TAIZ & ZEIGER, 2004). REDDY *et al.* (1996) citam que qualidade espectral da fonte de luz utilizada para indução do efeito de fotoperíodo tem influência no desenvolvimento dos crisântemos.

LARSON (1997) recomenda intensidade luminosa entre 77 e 110 lux para inibir o florescimento, equivalente a 0,30 e 0,43  $\text{Wm}^{-2}$  de radiação fotossinteticamente ativa, com duração que assegure a inibição do florescimento.

A intensidade necessária para inibição do florescimento pode ser dependente da variedade utilizada e da estação de cultivo. SACHS & KOFRANEK (1979) demonstraram que plantas da variedade Albatross cultivadas no inverno necessitam de menor intensidade luminosa para inibir o florescimento do que as cultivadas no período de verão. Diferenças na intensidade de luz utilizadas podem interferir no tamanho das flores de crisântemo (NOTHNAGL & LARSEN, 2002). BARBOSA (2003) sugere não trabalhar a produção de crisântemo na faixa inferior de duração de luz e intensidade luminosa recomendada por LARSON (1997), a não ser nos casos em que se conheça bem o cultivar e as condições locais de luz e temperatura.

O mercado consumidor, cada vez mais exigente, almeja conhecer o processo e a qualidade biológica da produção não somente de produtos alimentícios, mas de todo produto do qual fará uso. CASTRO (1998) cita que a preocupação ambiental decorre da necessidade de um sistema produtivo de exploração mais otimizada dos recursos ambientais e da rápida mudança nas

preferências dos consumidores por produtos oriundos de sistemas produtivos que considerem o uso equilibrado dos recursos naturais. KAMPF (2000) cita que inibidores de crescimento podem ser utilizados na melhoria estética das plantas ornamentais pela redução do porte, mas que existe forte tendência em se evitar o uso de produtos químicos na produção vegetal. Tal preocupação é externada no desenvolvimento de métodos para a detecção e quantificação de resíduos de retardantes de crescimento no tecido vegetal, de modo que se possa monitorar seus efeitos e persistência no tecido vegetal.

Devido à alta sensibilidade química de detecção, a cromatografia tem sido utilizada na quantificação destes compostos. Utilizando-se a cromatografia foram quantificadas a presença de paclobutrazol em mudas de maçã (WANG *et al.*, 1986), seiva floemática e xilemática de *Pistachia chinensis* (WITCHARD, 1997a), mamona (WITCHARD, 1997b), pêra (SANCHO *et al.*, 2003) e manga (SHARMA, *et al.*, 2005); cloromequat em grãos de trigo (VAHL *et al.*, 1998) e pêra (LAUTIÉ *et al.*, 2000; PEETERS *et al.*, 2001) e daminozide em maçã (BICCHI *et al.*, 2001).

Aspectos ligados à absorção, distribuição, persistência e metabolismo dos retardantes de crescimento são necessários no sentido de se determinar a sua concentração efetiva, resíduos presentes à época da comercialização, efeito da concentração sobre a absorção e translocação, concentração e frequência de aplicação mais apropriadas. Quanto à persistência do retardante de crescimento sobre o crescimento caulinar, TAYAMA & CARVER (1992) citam que o alongamento do caule de crisântemo retornou às taxas de crescimento do tratamento controle 15 dias após a aplicação de uniconazole e daminozide, enquanto FISHER *et al.* (1996) identificaram decréscimo linear do efeito do

cloromequat em retardar o alongamento do caule de poinsetia e dependência entre dose inicial e o retardo do crescimento.

DICKS & CHARLES EDWARDS (1973) citam que o daminozide parece não ser metabolizado em crisântemo e que o decréscimo de sua concentração se deve à diluição provocada pela nova biomassa que se acumula ao longo do tempo. A absorção inicial e o efeito residual do daminozide mostra-se ser maior do que a do cloromequat. LARSEN & LIETH (1993) reportam que o daminozide tem forte efeito inibitório ao crescimento logo após a aplicação. KARLOVIC *et al.* (2004) determinaram em crisântemo que o daminozide mostrou efeitos sobre o crescimento por pelo menos 42 dias após a aplicação.

STERRETT (1985) constatou que 27 dias após a aplicação de [ $^{14}\text{C}$ ] paclobutrazol em *Malus*, 85% dos extratos da planta eram iguais aos extratos do primeiro dia após a aplicação, indicando a lenta metabolização de reguladores de crescimento do tipo triazóis no tecido vegetal. Nas espécies lenhosas Rododendron e Kalmia, GENT (1997) cita que a dose utilizada para promover a floração persiste na planta por mais de um ano, o que prejudica o crescimento do caule após o plantio definitivo. Em plantas herbáceas como crisântemo e poinsetia a persistência dura algumas semanas. JACSON *et al* (1996), embora não tenham determinado quais os compostos gerados após a degradação de paclobutrazol marcado com  $^{14}\text{C}$ , determinaram que à temperatura de 25 °C, em meio estéril, a degradação foi de 2% em 80 dias. DAVIS & CURRY (1991) citam que o cloromequat é um composto altamente móvel e não metabolizado pelas plantas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Realizaram-se três experimentos, os quais foram conduzidos em casa de vegetação do Setor de Floricultura da Universidade Federal de Viçosa entre os meses de maio e setembro de 2008. Foram utilizadas as variedades de crisântemo para vaso Indianápolis, do tipo decorativo com inflorescências amarelas de diâmetro médio 7,0 cm, e a variedade White Mega Time, do tipo margarida com inflorescências brancas de diâmetro médio 7,0 cm.

Os vasos das duas variedades tiveram a mesma seqüência de produção até o início do experimento: Mudanças com 5 cm de comprimento, seis folhas em média e 15 dias de enraizamento, obtidas da empresa Ricaflor-Mudas de Flores, foram transplantadas no dia 22/05/2008, dispondo quatro mudas por vaso e mantidas sobre condições de dias longos. Foram utilizados vasos nº 12 com dimensões de 12 x 9,0 x 9,6 cm (diâmetro da boca, diâmetro da base e altura), 700 mL de volume, preenchidos com substrato comercial Plantmax®. Os vasos foram distribuídos na superfície de um canteiro de 1 m de largura, sobre lajotas de cerâmica, em espaçamento de 0,30 x 0,30 m.

Durante a primeira semana após o transplante procedeu-se somente irrigação, realizada por duas vezes. A partir da 2ª semana a irrigação foi intercalada com fertirrigação, realizada duas vezes por semana, até o final do experimento. Cada vaso foi fertirrigado com 150 mL de solução contendo 1g/L do fertilizante Peter's® Excel com formulação 15-5-15.

Após o período de dias longos, variável para cada experimento, procedeu-se simultaneamente a poda apical à altura do sexto par de folhas e início da indução floral pela exposição das plantas a dias curtos. Para isso, lonas de

polietileno preta foram dispostas sobre as plantas entre 17:00 e 7:00 horas (total de 14 horas de escuro) até o surgimento do botão floral. Na variedade White Mega Time fez-se a poda dos botões apicais de cada haste floral quando estes estavam com cerca de 8,0 mm de diâmetro. Na variedade Indianópolis não foi feita a poda dos botões apicais. Os tratamentos foram aplicados quando as plantas apresentaram brotações de 3 cm após a poda apical. Os retardantes de crescimento daminozide, cloreto de cloromequat (cloromequat) e paclobutrazol tiveram como fontes os produtos comerciais B-nine® 850 SP (85% de daminozide), Tuval® (10 % de cloreto de cloromequat) e Cultar® 250 SC (25% de paclobutrazol), respectivamente.

As variáveis micrometeorológicas temperatura e umidade relativa do ar foram medidas na casa de vegetação. Foram conectados sensores conjugados de temperatura e umidade relativa do ar interno (modelo Humitter 50Y, Vaisala Inc., Woburn, MA) a uma placa de aquisição de dados (modelo CYDAS 1602HR, CyberResearch, Branford, CT), instalada no barramento ISA de um computador (processador IBM 686, 133 MHz, 32 MB de RAM, sistema operacional: Microsoft Windows 98). Os sensores foram instalados em um suporte a 1,50 m de altura do do solo e 0,50 m acima da cultura.

### **3.1. Experimento 1: Efeito da intensidade luminosa e número de dias longos, tipo, concentração e frequência de aplicação do retardante de crescimento sobre o desenvolvimento de crisântemo 'Indianópolis' e 'White Mega time'.**

Neste experimento foram avaliados os fatores variedade Indianópolis (IND) e White Mega Time (WMT); intensidade luminosa no período de dias longos (INT)

de 60 e 150 lux; número de dias longos (DL) de 15 e 20 dias; retardantes (RET) daminozide (DAM) e cloreto de cloromequat (cloromequat) (CLO); concentração do retardante de crescimento(CON) de 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> e frequência de aplicação do retardante de crescimento(FRE) de 9 e 21 dias.

Intensidade luminosa de 60 lux no período de dias longos foi obtida pela disposição de lâmpadas incandescentes de 60 W a 1,12 m de altura da superfície do vaso e espaçadas de 2,0 m em fila única, e a intensidade de 150 lux foi obtida pela disposição de lâmpadas incandescentes de 100 W a 0,8 m de altura da superfície do vaso e espaçadas de 1,0 m em linha única.

O número de dias longos de 15 ou 20 dias foi iniciado no momento de transplante das mudas para os vasos e aplicados entre 22:00 e 2:00 h (totalizando 16 h luz/dia).

As aplicações dos retardantes daminozide e cloromequat foram feitas via pulverização da parte aérea ao final do período vespertino. Foram dirigidas à parte aérea em volume aproximado de 8 mL por vaso durante as duas primeiras semanas e depois em volume aproximado de 11 mL até o início de formação do botão floral, data limite em que se determinou o número total de aplicações para cada tratamento. Para garantir que a aplicação dos produtos fosse feita somente por via aérea da planta, um anteparo de papel absorvente foi colocado na superfície do substrato de cada vaso no momento das aplicações.

Foram avaliadas as características pesos das matérias secas de caule (MSC), folha (MSF), botão floral (MSB) e da parte aérea (MSPA), ciclo de cultivo (CICLO), longevidade das inflorescências (LONG), altura das plantas (ALT), diâmetro das plantas (DIA), densidade de área foliar (DAF), índice SPAD (SPAD), número de hastes florais (NH) e número de botões florais (NB);

Ciclo de cultivo foi definido como o período compreendido entre o início da indução floral até quando 50% dos botões florais apresentavam-se abertos, conforme sugerido por MAINARDI *et al.* (2004).

A longevidade foi definida como o período entre o início do ponto de colheita comercial, quando 50% dos botões se encontravam abertos, até quando 50 % das inflorescências apresentavam a primeira carreira de lígulas murchas em mais da metade da circunferência do botão floral.

A altura das plantas foi definida como a distância entre a borda superior do vaso e a superfície do botão floral mais alto.

O diâmetro foi determinado pela média de dois diâmetros medidos perpendicularmente entre si na parte mais alta da planta.

O índice SPAD, que mede a intensidade da cor verde, foi determinado com auxílio do aparelho SPAD 502 Minolta® em cinco folhas ao redor e no terço médio da planta.

A densidade de área foliar, que mede a quantidade de área foliar por unidade de volume ocupado pela parte aérea da planta (LARCHER, 2000), foi obtida pela razão entre área foliar total e volume aparente ocupado pela parte aérea das plantas no vaso. A área foliar total foi obtida pela razão entre o peso total da matéria fresca de folhas e o peso de um disco foliar de 1 cm<sup>2</sup> (média de 8 discos foliares/vaso) (modificado de FERNANDES & JOHNSTON, 1986). O volume aparente ocupado pela parte aérea foi determinado pelo produto da altura da planta pela área média das circunferências formadas entre a boca do vaso e o topo da planta.

O experimento constou de um delineamento em blocos ao acaso com três repetições em um esquema fatorial 2<sup>6</sup> (2 VAR x 2 INT x 2 DL x 2 RET x 2 CON x 2

FRE). Os dados foram submetidos à análise de variância, cujos efeitos principais e das interações duplas entre os fatores, testados pelo teste F a 5% de probabilidade, foram utilizados para avaliar a explicação sobre os valores das características estudadas. Os dados foram analisados utilizando-se o programa MINITAB® Release 14 Statistical Software.

### **3.2. Experimento 2: Efeito da concentração e frequência de aplicação dos retardantes de crescimento sobre o crescimento e produção de crisântemo de vaso ‘Indianópolis’.**

Foi realizado um experimento testando os retardantes de crescimento daminozide, cloromequat e paclobutrazol e utilizando-se a variedade Indianópolis. Os fatores concentração e frequência de aplicação foram estudados no intervalo de 0 a 4000 mg L<sup>-1</sup> e 9 a 21 dias, respectivamente, para os retardantes de crescimento daminozide e cloromequat. Para o paclobutrazol, a concentração e frequência de aplicação foram estudadas no intervalo de 0 a 80 mg L<sup>-1</sup> e 9 e 21 dias, respectivamente. A combinação dos dois fatores foi estabelecida segundo o delineamento composto central (DCC), com cinco repetições do ponto central (Tabela 1), sendo os pontos axiais determinados por:  $\pm\alpha = \pm\sqrt{2}$ .

**Tabela 1.** Concentrações e freqüências de aplicação de retardantes de crescimento segundo o delineamento composto central.

Níveis codificados		Daminozide e Cloromequat		Paclobutrazol	
CON	FRE	CON (mg L <sup>-1</sup> )	FRE (dias)	CON (mg L <sup>-1</sup> )	FRE (dias)
-1,4142	0	0	15	0	15
-1	-1	585,79	11	11,71	11
-1	1	585,79	19	11,71	19
0	-1,4142	2000	9	40	9
0*	0*	2000*	15*	40*	15*
0	1,4142	2000	21	40	21
1	-1	3414,21	11	68,28	11
1	1	3414,21	19	68,28	19
1,4142	0	4000	15	80	15

CON= concentração; FRE= freqüência de aplicação; \*Ponto central.

As aplicações, feitas via pulverizações da parte aérea, foram realizadas até o momento em que se iniciou a formação do botão floral. Para a concentração 0 mg L<sup>-1</sup> foi utilizado apenas água. Foram avaliadas no ponto de colheita comercial a altura da planta (ALT), diâmetro da planta (DIAM), peso da matéria seca de folhas (MSF), peso da matéria seca do caule (MSC), peso da matéria seca dos botões florais (MSB) e peso da matéria seca da parte aérea (MSPA), número de hastes florais (NH), número de botões florais (NB), área foliar total (AFT), ciclo de cultivo (CICLO); longevidade (LONG) e densidade de área foliar (DAF).

Foram estimados e testados (teste t a 5% de probabilidade) as correlações entre as características avaliadas.

Os dados foram submetidos ao ajuste de uma superfície de resposta para cada tipo de retardante, de acordo com o seguinte modelo considerado completo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \text{CON} + \beta_2 \text{CON}^2 + \beta_3 \text{FRE} + \beta_4 \text{FRE}^2 + \beta_5 \text{CON} * \text{FRE} + \varepsilon, \text{ em que:}$$

CON = concentração do retardante de crescimento, em mg L<sup>-1</sup>;

FRE = freqüência de aplicação, em dias;

Os coeficientes  $\beta$ s foram testados pelo teste t a 5% de probabilidade, cuja superfície ajustada foi composta apenas pelos coeficientes significativos, após a retirada daqueles não significativos, um de cada vez. Para tal análise, foi utilizado o programa MINITAB® Release 14 Statistical Software.

### **3.3. Experimento 3: Efeito e persistência de retardantes de crescimento em cultivo de crisântemo de vaso 'Indianópolis'.**

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Setor de Floricultura da Universidade Federal de Viçosa entre os meses de maio a agosto de 2008. Foi utilizada a variedade de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) Indianópolis. Os vasos foram mantidos por 15 dias sob dias longos, interrompendo-se o período noturno entre as 22:00 e 2:00 h pelo uso de lâmpadas incandescentes a uma intensidade luminosa de 150 lux. Em seguida procedeu-se a poda apical. Quando as plantas apresentaram brotação com 3 cm de comprimento, realizou-se pulverização foliar com cada um dos retardantes de crescimento. A concentração utilizada para daminozide e cloromequat foi 4000 mg L<sup>-1</sup> e para o paclobutrazol foi 80 mg L<sup>-1</sup>. O jato pulverizado foi dirigido à parte aérea até a completa cobertura da superfície do caule e folhas com volume de calda de aproximadamente 8 mL/vaso. Um anteparo de papel de filtro foi interposto entre a superfície do vaso e a parte aérea da planta para impedir o contato da solução com o substrato. Cada um dos retardantes de crescimento foi pulverizado em 30 vasos. A cada 5 dias, a partir da aplicação dos retardantes, 5 vasos de cada tratamento foram retirados até o 30º dia para análise de crescimento e até o 20º dia para análise cromatográfica. Foram determinados os comprimento de raiz (CR)

e caule (CC), e os pesos das matérias secas da raiz (MSR), caule (MSC) e folha (MSF). Em três dos cinco vasos de cada coleta, na altura do terço médio da raiz, do caule ou das folhas, foi retirada amostra de 1 g de massa fresca de cada órgão, utilizadas em análise cromatográfica para determinação da concentração de daminozide, clormequat ou paclobutrazol. Mesmo procedimento de intervalo de coleta para análise de crescimento e concentração de retardantes de crescimento foi feito em outros 30 vasos sem tratamento com os retardantes de crescimento.

#### a) Extração

Cada amostra de matéria fresca de caule, folha ou raiz foi macerada em almofariz com adição de um pitada de areia lavada, solubilizada com 15 mL de álcool metílico absoluto (Merk®) e filtradas em papel de filtro qualitativo 80 G. O resíduo retido no papel foi lavado por quatro vezes com álcool metílico e o volume completado para 25 mL em balão volumétrico. O extrato foi refiltrado em filtro Cameo®, membrana de polipropileno de 0,45 µm e conservados no escuro a 5 °C até análise cromatográfica.

#### b) Análise cromatográfica

Todas as amostras foram submetidas à análise por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em um aparelho Shimadzu modelo LC10A, equipado com detector UV e coluna C18 (4,6 mm x 26 cm x 5 µm ). O comprimento de onda de maior absorvância de cada retardante de crescimento foi previamente determinado em espectrofotômetro Hitachi modelo U-2000 utilizando-se o padrão químico de cada um dos retardantes do laboratório Sigma-Aldrich®. As condições

para análise cromatográfica de cada retardante de crescimento foram as seguintes: para análise das amostras das plantas tratadas com daminozide foram utilizadas fase móvel contendo MeOH:H<sub>2</sub>O:ácido Fosfórico (60:39:1, v/v), fluxo de 0,3 mL min<sup>-1</sup>, "loop" de injeção de 20 µL e detecção em 239 nm. Para as tratadas com paclobutrazol foi utilizada fase móvel contendo MeOH:H<sub>2</sub>O (68:32, v/v), fluxo de 0,7 mL min<sup>-1</sup>, "loop" de injeção de 20 µL e detecção em 227 nm. Para as tratadas com cloreto de cloromequat foi utilizada fase móvel contendo MeOH:H<sub>2</sub>O (50:50, v/v), fluxo de 0,5 mL min<sup>-1</sup>, "loop" de injeção de 20 µL e detecção em 197 nm.

A metodologia de extração e análise cromatográfica foi modificada a partir de LAUTIÉ *et al.* (2000), SHARMA & AWASTHI (2005), SANCHO *et al.* (2003) e VAZ *et al.* (2007).

Os experimentos constaram de um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições para análise de crescimento e três repetições para análise cromatográfica da concentração. Os tratamentos foram constituídos pelas combinações dos fatores tempo e retardante estudados em um fatorial 6x2. Os tempos ensaiados foram de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias para análise de crescimento e de 5, 10, 15 e 20 dias para análise da concentração do retardante de crescimento por cromatografia. A ausência do retardante recebeu valor zero e, a presença, valor um. Desse modo, o modelo de regressão completo foi dado por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 T^2 + \beta_3 R + \beta_4 T \times R + \varepsilon, \text{ em que:}$$

T = tempo após a aplicação, em dias;

R = retardante utilizado.

Os dados foram submetidos à análise de regressão linear múltipla, utilizando-se o programa SAEG, versão 9.1, cujos coeficientes foram testados pelo teste t a 5% de probabilidade.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Efeito da intensidade luminosa e número de dias longos, tipo, concentração e frequência de aplicação do retardante de crescimento sobre o desenvolvimento de crisântemo ‘Indianópolis’ e ‘White Mega time’.**

Os fatores intensidade luminosa durante o período de dias longos e a frequência de aplicação influenciaram pequeno número de características. Período de dias longos, variedade, retardante e concentração do retardante afetaram maior número de características e apresentaram magnitude e modo de ação diferenciados, pela redução ou aumento dos valores das características estudadas. Os mesmos fatores também apresentaram interações entre si sobre muitas características, ora negativa, ora positivamente. Nenhum fator causou efeito em todas as características estudadas (Tabela 2).

Os efeitos das muitas interações duplas demonstraram a complexidade da ação dos fatores sobre as características avaliadas e indicaram que as recomendações devem ser específicas. Uma vez que todas as características não podem ser afetadas de modo ideal por pelo menos um dos fatores estudados, devem-se priorizar características de maior relevância. Neste contexto têm maior valor as características que interferem diretamente na aparência estética final do

produto e na sua longevidade, como altura da planta, diâmetro da planta, número de botões florais e longevidade das inflorescências, uma vez que tais características têm maior impacto sobre a avaliação do consumidor. Aspectos da proporcionalidade entre planta e vaso, preenchimento dado pelos botões florais na parte superior da copa, contraste de cores de folhas e flores e durabilidade do produto adquirido, são mais considerados pelos consumidores do que o peso dos diferentes órgãos da parte aérea e diferenças nas nuances do verde das folhas. Variedades destinadas ao cultivo em vaso também apresentam crescimento vigoroso e demandam manejo para controle da altura final da planta. Deste modo os fatores devem ser manipulados para a obtenção de um ideótipo com menor altura da planta, menor diâmetro da parte aérea, maior número de botões florais e maior longevidade das inflorescências.

Nas figuras 1 e 2 estão demonstrados aspectos morfológicos relacionados à altura da planta, diâmetro, densidade de área foliar em função dos efeitos das diferentes combinações dos fatores. A altura das plantas e a densidade de área foliar de ambas as variedades foram visualmente influenciados pela concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> e frequência de aplicação de 9 e 21 dias para o retardante daminozide. Como a data limite para o término das pulverizações foi o início da formação do botão floral e esta variou em função dos diferentes tratamentos, ocorreu variação no número de aplicações. Nas frequências de aplicação de 9 e 21 dias foram realizadas, respectivamente, três e duas aplicações antes da formação do botão floral.

**Tabela 2.** Efeitos principais e das interações duplas entre os fatores estudados: intensidade luminosa durante período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante (RET), concentração de retardante (CON) e frequência de aplicação (FRE) sobre altura da planta (ALT), diâmetro da planta (DIA), matéria seca (MS) do caule, da folha, do botão floral e da parte aérea, número de botões florais, ciclo de cultivo, número de hastes florais, índice SPAD, longevidade das inflorescências (LONG) e densidade de área foliar (DAF) de crisântemo em vaso. Viçosa, 2008.

Efeito	Característica											
	ALT	DIA	MS do caule	MS da folha	MS do botão floral	Nº de botões florais	Ciclo	Nº de hastes florais	MS da parte aérea	SPAD	LONG	DAF
INT	-0,57	- 0,74*	0,68*	0,15	0,30	1,36	-0,12	-0,36	1,13*	- 0,65	-0,50	0,03*
DL	-0,78*	-0,82*	-1,50*	0,70*	0,16	7,97*	0,22	1,07*	2,37*	2,81*	-0,79*	0,04*
VAR	-1,07*	-1,49*	-0,42*	-0,37*	1,69*	4,20*	-4,76*	3,38*	0,89*	-0,23	3,79*	0,00
RET	3,15*	0,52	0,55*	-0,30	0,02	-3,93*	0,16	-0,16	0,66	-2,44*	0,58*	-0,04*
COM	-5,34*	-1,82*	-0,51*	-0,14	-0,28	0,70	2,45*	-0,23	-0,95*	3,16*	-1,75*	0,05*
FRE	0,40	0,48	0,12	0,14	-0,14	-1,97*	-0,43*	0,05	0,12	1,03*	0,00	-0,01
INTxDL	-2,77*	-1,84*	0,06	0,02	-0,05	-2,89*	-0,08	0,71*	-0,27	-0,66	0,68*	0,03*
INTxVAR	0,18	0,60	0,22	-0,22*	- 0,36	0,08	- 0,04	-0,09	-0,04	0,36	0,31	0,00
INTxRET	0,26	-0,04	-0,07	0,16	-0,40	0,02	0,18	0,11	-0,27	-0,95*	- 0,56	0,00
INTxCON	-0,28	0,17	-0,06	- 0,06	-0,05	-0,86	- 0,02	-0,05	-0,52	-0,40	0,14	0,00
INTxFRE	0,21	0,52	0,12	-0,09	-0,52	-0,80	0,00	-0,01	-0,03	0,18	-0,02	0,00
DLxVAR	1,42*	0,96*	-0,16	-0,16	0,60	5,06*	0,97*	-0,22	0,88*	-0,21	-0,89*	0,00
DLxRET	-0,32	0,26	-0,14	-0,14	0,26	0,78	0,04	0,55*	0,76*	0,74*	-0,81*	0,00
DLxCON	0,42	0,28	-0,07	0,10	0,00	0,60	0,41*	0,51*	0,22	0,38	-0,97*	0,00
DLxFRE	-0,38	-0,05	0,00	0,02	-0,80	0,32	0,06	0,13	-0,07	-0,22	0,42	0,00
VARxRET	-0,72*	0,40	-0,10	-0,04	-0,00	-0,34	-0,20	-0,34	-0,2	0,72*	-0,52	0,00
VARxCON	1,77*	0,87*	0,06	-0,06	0,20	1,82	0,75*	-0,30	-0,12	-1,81*	-0,52	-0,20*
VARxFRE	-0,32	0,62	0,05	0,10	-0,20	1,18	0,10	0,19	0,42	-0,42	-0,06	-0,02
RETxCON	2,62*	0,70	0,51*	0,02	0,02	-3,39*	0,10	0,61*	0,33	-2,29*	-0,02	-0,30*
RETxFRE	-0,64	-0,32	-0,01	-0,10	0,42	0,20	-0,04	0,20	-0,10	0,07	-0,22	0,01
CONxFRE	0,04	-0,17	-0,22	0,08	0,42	0,52	-0,16	0,19	0,48	0,34	0,10	0,00

\* Significativo pelo teste F (P<0,05).



15 dias  
de dias  
longos;  
60 lux



20 dias  
de dias  
longos;  
60 lux



15 dias  
de dias  
longos;  
150 lux



20 dias  
de dias  
longos;  
150 lux

1	2	3	4	5	6	Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) Frequência (Dias)
0	4000	4000	0	4000	4000	
9 e 21	9	21	9 e 21	9	21	
Daminozide			Cloromequat			

**Figura 1.** Plantas de crisântemo 'Indianópolis' cultivadas em vaso sob combinações de tipo, concentração e frequência de aplicação de retardantes de crescimento, intensidade luminosa e períodos de dias longos.



15 dias de dias longos;  
60 lux



20 dias de dias longos;  
60 lux



15 dias de dias longos;  
150 lux



20 dias de dias longos;  
150 lux

1	2	3	4	5	6	Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) Frequência (Dias)
0	4000	4000	0	4000	4000	
9 e 21	9	21	9 e 21	9	21	
Daminozide			Cloromequat			

**Figura 2.** Plantas de crisântemo ‘White Mega Time’ cultivadas em vaso sob combinações de tipo, concentração e frequência de aplicação de retardantes de crescimento, intensidade luminosa e períodos de dias longos.

#### 4.1.1. Altura da planta

Para a adequada proporção entre altura da planta e do vaso é requerida a redução da altura para as variedades Indianópolis e White Mega Time. Assim, o ideal são combinações de níveis dos fatores que permitam a produção de plantas mais baixas.

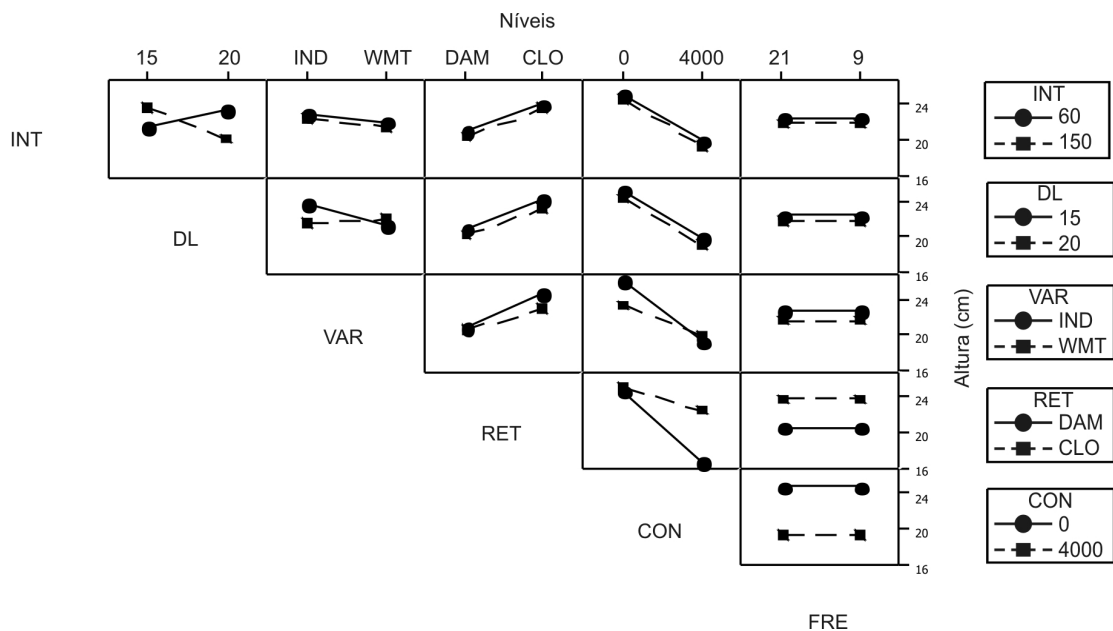
Cinco dos fatores estudados apresentaram interação dupla significativa (Tabela 2) e carecem de estudos conjuntos sobre a altura. Na figura 3 é demonstrada a ação dos fatores, quando combinados dois a dois, sobre a altura da planta.

Menor altura foi obtida por plantas submetidas a 20 dias de DL ou da variedade White Mega Time ou tratadas com daminozide ou CON de 4000 mg L<sup>-1</sup>, independente das combinações com os demais fatores (Figura 3). A interação INT x DL foi significativa para a altura da planta. Plantas mais baixas foram obtidas sob 20 dias de DL à intensidade de 150 lux ou de 15 dias de DL à 60 lux.

Maior período na condição de dia longo (20 dias) implicou em manter a planta por mais tempo em crescimento vegetativo, permitindo possíveis ganhos em área foliar, matéria seca do caule, de raízes e comprimento e densidade de raízes. A intensidade de luminosa de 150 lux extrapola o recomendado para inibir o processo de indução e assegura a manutenção da planta na fase vegetativa. Contudo, a poda apical no 6º par de folhas, realiza da aos 20 dias de DL, deixaram as plantas praticamente com mesma altura das que receberam poda sob o DL de 15 dias. O início do período indutivo do florescimento e poda apical realizaram-se no mesmo dia, mas observou-se que o início da formação do botão floral aconteceu ao mesmo tempo nas duas condições de DL. A formação do botão floral delimita em grande parte o crescimento em altura da planta. Assim, plantas

mantidas sob 15 dias de dia longo tiveram no mínimo 5 dias a mais para ganho de altura em relação às mantidas à 20 dias. Os possíveis ganhos em biomassa por um período vegetativo maior não foram suficientes para permitir ganhos em altura das plantas mantidas sob 20 dias de DL.

A condição de INT de 60 lux e DL de 15 dias contribuiu conjuntamente na redução da altura. A variedade White Mega Time iniciou a formação do botão floral uniformemente ao mesmo tempo nas duas condições de INT, demonstrando-se mais insensível a este fator. A variedade Indianápolis sob 20 dias de DL atrasou em 7 dias o início da formação do botão floral em relação às mantidas sob 15 dias de DL nas duas intensidades utilizadas, demonstrando-se sensível até ao menor nível de INT.

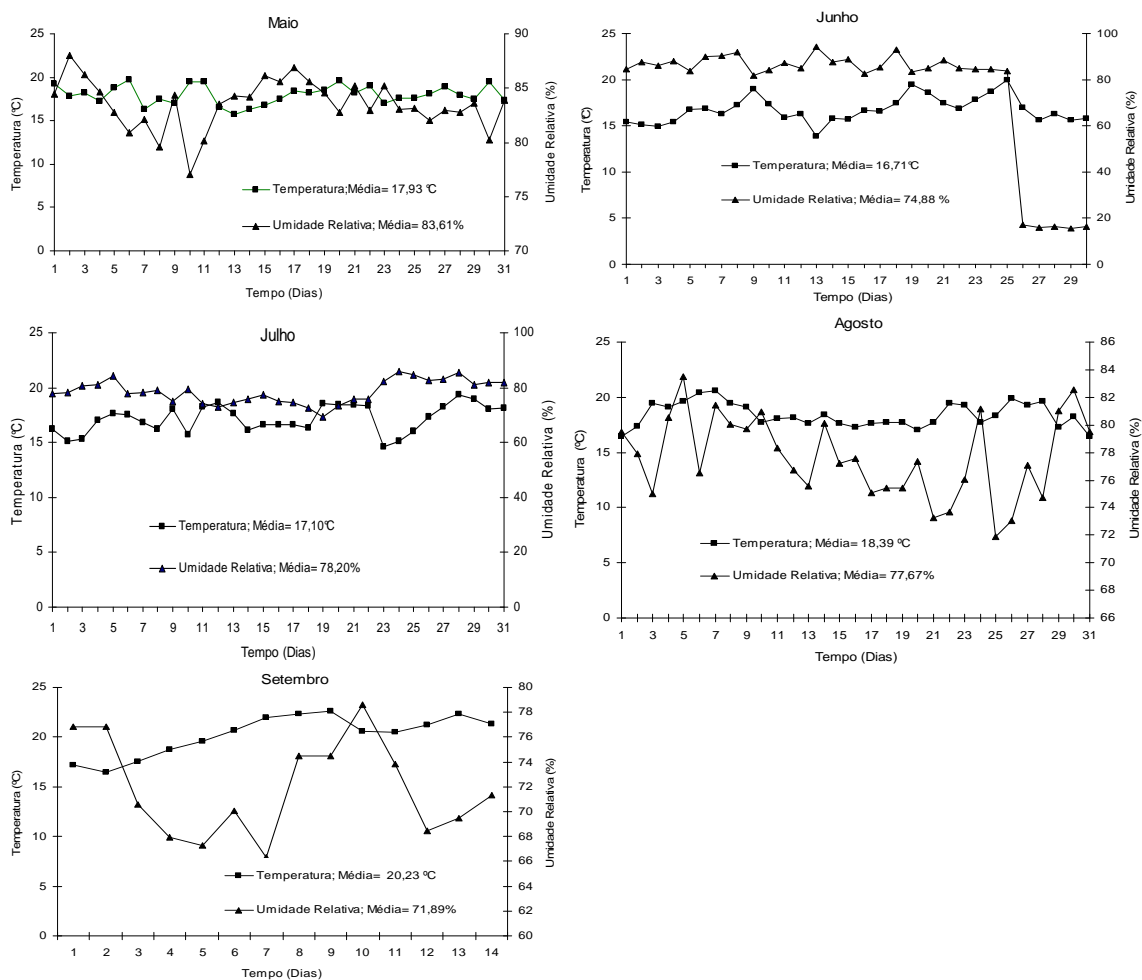


**Figura 3.** Estimativas das alturas das plantas (cm) de crisântemo em função do efeito das interações duplas entre os fatores estudados: intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), número de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianápolis e White Mega time como VAR, daminozide e clormequat como RET, CON de 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> e 21 e 9 dias de FRE.

A variedade White Mega Time apresentou menor altura que a variedade Indianópolis (Figura 3). Ambas as variedades apresentaram menor altura quando pulverizadas com  $4000 \text{ mg L}^{-1}$  de daminozide (Figuras de 1 e 2). O daminozide demonstrou ser mais eficiente que o cloromequat (Figura 3), possivelmente devido à melhor absorção, distribuição e ação na inibição da síntese de giberelinas. RADEMACHER (2000) cita que o daminozide age com diferente intensidade nas quatro reações finais da rota de síntese de giberelinas que darão origem ao  $\text{GA}_1$ , giberelina ativa que age no alongamento. O cloromequat age no plastídio e inibe o ciclo já nos seus primeiros passos e pode trazer como resultado o prejuízo na síntese de outros hormônios dependentes da rota dos terpenóides para sua biossíntese. As plantas de ambas variedades tratadas com cloromequat apresentaram amarelecimento no bordo das folhas mais novas, sintomas característicos de fitotoxidez do cloromequat na parte aérea. Tais sintomas também foram observados por TINOCO (2005) em plantas de gerânio.

A frequência de aplicação não afetou e nem interagiu com os demais fatores sobre a altura média das plantas (Tabela 2, Figuras 1, 2 e 3). A frequência de aplicação de retardantes demonstra ter maior eficiência e importância na condição em que as taxas de crescimento são altas, necessitando-se manter uma concentração interna efetiva do retardante ante o efeito de diluição da nova biomassa que está sendo produzida a maiores taxas. Também é necessário aumentar a frequência quando a via preferencial de absorção apresenta menor superfície de contato com a solução pulverizada, como a área do caule em relação à área foliar. As condições climáticas vigentes durante a condução do experimento (Figura 4) não foram as mais favoráveis ao desempenho de altas taxas de crescimento. A temperatura máxima média durante o período de crescimento do

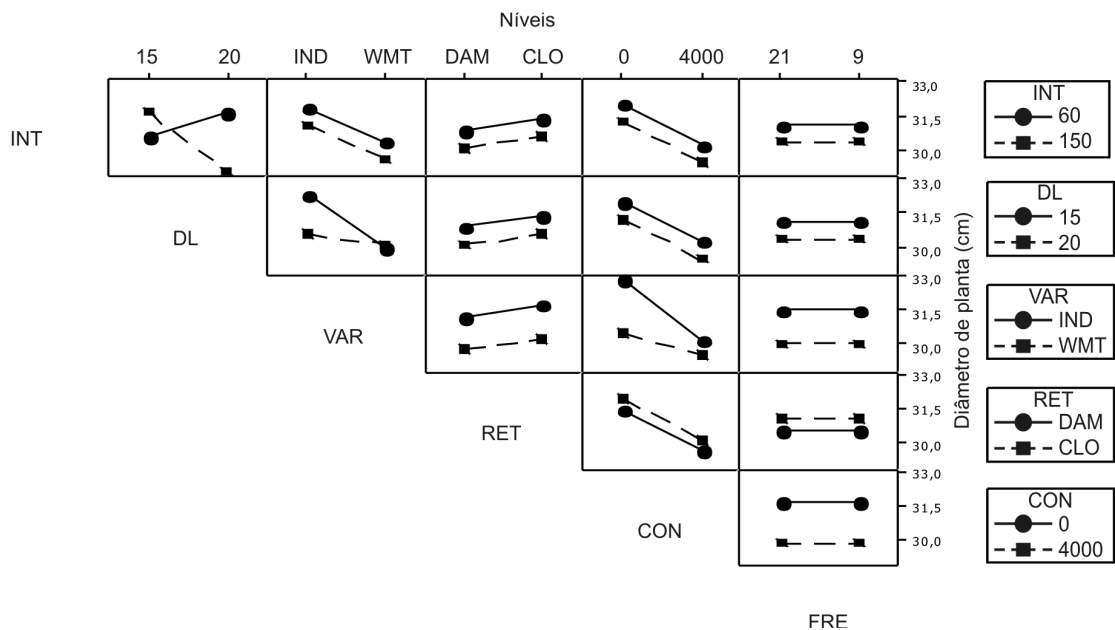
crisântemo, entre os meses de maio e junho, foi de 23,4<sup>o</sup> C e a média das temperaturas mínimas foi de 15°C. BARBOSA (2003) cita que a temperatura ideal diurna e noturna para o cultivo do crisântemo é de 25 °C e 18 °C, respectivamente. ARBOS (1992) menciona que os períodos com baixos valores de temperatura e radiação modificam a taxa de crescimento, tendo como consequência a redução da altura da planta e do tamanho das inflorescências. NISHIJIMA *et al.* (1997) observaram que o efeito da temperatura é maior em cultivares tradicionais de origem japonesa.



**Figura 4.** Médias diárias da temperatura e umidade relativa do mês de maio, junho, julho, agosto e setembro de 2008.

#### 4.1.2. Diâmetro da planta

A tabela 2 demonstra a ação significativa de quatro dos seis fatores principais, sendo que três deles apresentam interações duplas e necessitam de estudos conjuntos. Na Figura 5 é apresentada a variação do diâmetro da planta sob a ação dos fatores em combinação dois a dois. Houve interação de INT apenas com DL. Plantas submetidas a 150 lux de INT e 20 dias de DL apresentaram o menor diâmetro da planta. Houve também interação de VAR com DL e de DL com CON (Tabela 2). A variedade White Mega Time apresentou menor diâmetro em todas as combinações. O retardante daminozide foi mais efetivo na redução do diâmetro da planta em todas as combinações com os demais fatores (Figura 5). Na Figura 1 e 2 são demonstrados o aspecto do diâmetro das plantas nos tratamentos que houve presença de daminozide em relação a dose 0 mg L<sup>-1</sup> e aos tratamentos com clomequat. Tal característica segue similar comportamento em relação à característica altura da planta. EL-SHEIBANY *et al.* (2007) observaram em crisântemo aumento do diâmetro do caule e redução no comprimento do internódio e diâmetro da planta no intervalo de dose de 1250 a 5000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide aplicado em duas vezes via pulverização.



**Figura 5.** Estimativas do diâmetro da planta (cm) de crisântemo em função das interações duplas entre os fatores: intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianápolis e White Mega Time como VAR, daminozide e clormequat como RET, 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de CON e 21 e 9 dias de FRE.

#### 4.1.3. Longevidade das inflorescências

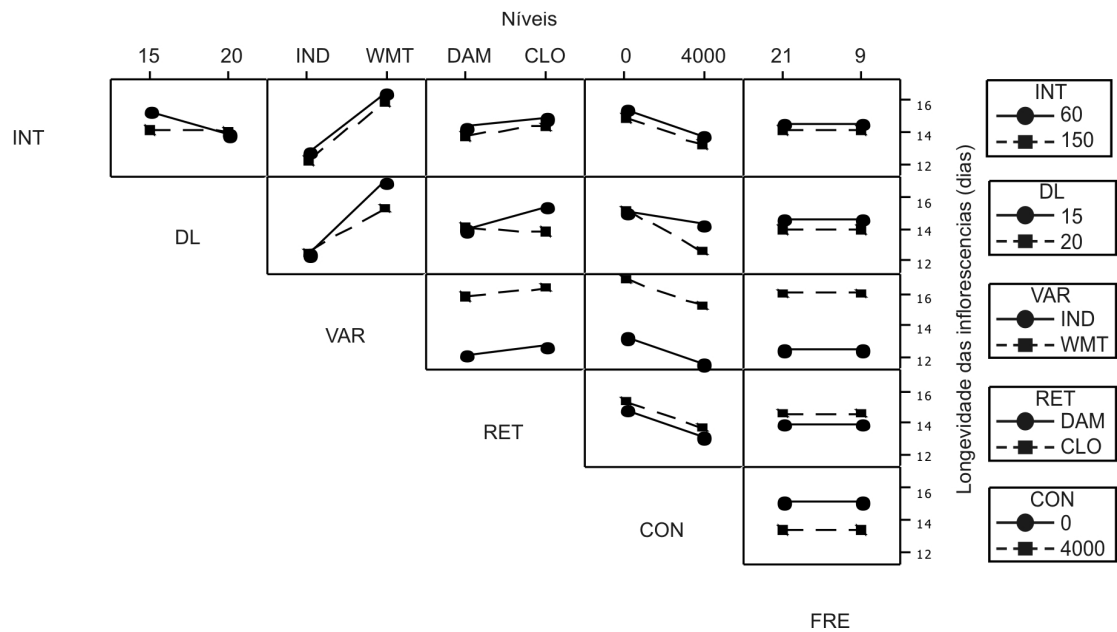
Na tabela 2 são demonstrados os efeitos principais significativos da DL, VAR, RET e CON. DL somente não interage com a FRE, demonstrando a influência deste fator no controle da longevidade das inflorescências. Na Figura 6 é demonstrada a resposta da longevidade sob os diferentes níveis dos fatores testados. Plantas cultivadas sob 60 lux de INT e 15 dias de DL apresentaram maior longevidade média das inflorescências em todas as combinações. Plantas sob 150 lux de INT foram indiferentes aos níveis testados de DL. A variedade White Mega Time apresentou maior longevidade de inflorescências em todas as combinações com os demais fatores. O retardante de crescimento daminozide reduziu a longevidade das inflorescências em todas as combinações. Plantas

submetidas a 15 dias de DL tratadas com cloromequat apresentaram maior longevidade média das inflorescências do que as submetidas à 20 dias.

Os maiores níveis de INT e DL também permitiram a redução no número de botões florais (Figura 7), a produção de plantas com maior peso da matéria seca de folhas (Figura 10) e da parte aérea (Figura 12). Entretanto, este ganho foi menor para os níveis inferiores destes dois últimos fatores e acarretou. Tal comportamento das plantas pode ter aumentado relação fonte/dreno entre estruturas vegetativas e reprodutivas, assegurando maior aporte de nutrientes minerais e orgânicos para a manutenção das inflorescências.

A variedade White Mega Time, sob 15 dias de DL, apresentou maior longevidade das inflorescências. O menor número de botões florais, apresentado pela variedade White Mega Time sob condição de 15 dias de DL (Figura 7) pode ter aumentado a proporção do fornecimento de nutrientes destinado à manutenção dos botões florais em relações às condições em que houve desenvolvimento de maior número de botões florais. A ação mais eficiente do daminozide em relação ao cloromequat nos diferentes órgãos da planta pode ter afetado negativamente a distribuição de carboidratos necessários à manutenção da planta e, conseqüentemente, reduzido a longevidade das inflorescências. A inibição da biossíntese de giberelinas em uma das diferentes etapas ou nas respectivas organelas envolvidas no processo pode ter contribuído na redução do aporte de carboidratos para manutenção das estruturas florais. TAIZ & ZEIGER (2004) citam que as giberelinas estão envolvidas também na translocação de carboidratos dentro da planta. OLSEN & ANDERSEN (1995) citam que, normalmente, os retardantes de crescimento reduzem a longevidade das inflorescências, e que plantas de *Osteospermum ecklonis* submetidas a tratamentos com cloromequat,

daminozide ou uniconazole apresentaram redução média de 1 dia de longevidade das inflorescências.

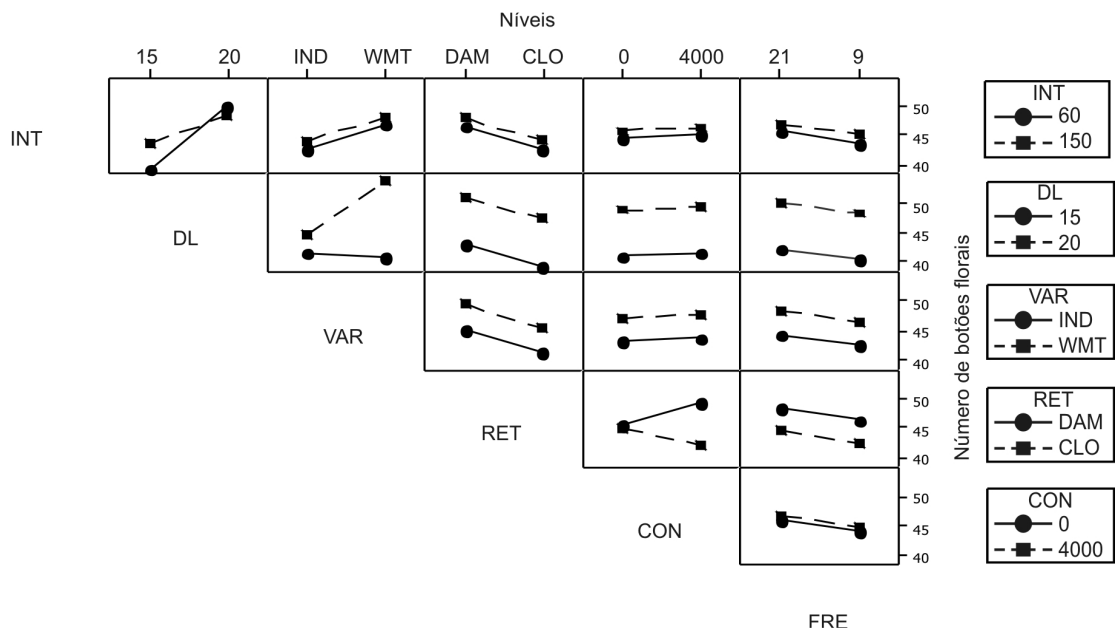


**Figura 6.** Estimativas da longevidade das inflorescências (dias) de crisântemo em função do efeito das interações duplas entre os fatores estudados: intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianápolis e White Mega Time como VAR, daminozide e clorquetat como RET, 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de CON e 21 e 9 dias de FRE.

#### 4.1.4. Número de botões florais

Os efeitos principais de DL, VAR, RET e FRE e das interações entre INT e DL, DL e VAR, e RET e CON foram significativas (Tabela 2). Na figura 7 são demonstrados que plantas cultivadas sob 150 lux de INT ou 20 dias de DL apresentaram maior número de botões florais em quase todas as combinações com os níveis dos demais fatores. Comportamento quase que totalmente antagônico em relação aos efeitos dos níveis dos fatores que reduziram a altura da planta (Figura 3, Tabela 2), ou seja, menor altura da planta implicou em

redução do número de botões florais. Houve interação entre INT e DL. Maior número de botões florais foi obtido nas plantas cultivadas sob 60 lux de INT e 20 dias de DL. A variedade White Mega Time apresentou maior número de botões florais em todas as combinações (Figura 7). O aspecto contínuo das estruturas florais obtido pelo maior número de botões florais da variedade White Meta Time pode ser observado na Figura 2. Houve interação entre VAR e DL. Plantas da variedade White Mega Time submetidas a 20 dias de DL apresentaram maior número de botões florais (Figura 7). A aplicação do retardante de crescimento daminozide induz um aumento no número de botões florais em todas as combinações, enquanto o cloromequat reduz (Figura 7, Tabela 2). Embora não tenha determinado o número de botões florais, HAQUE *et al.* (2007) constataram que o uso de cloromequat pulverizado na concentração de 1000 e 2000 mg L<sup>-1</sup> reduziu o peso unitário e a produção total de flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium*. A fitotoxidez apresentada pelo cloromequat, caracterizado pelo amarelecimento do bordo das folhas mais novas, em ambas as variedades, pode ter afetado esta característica.

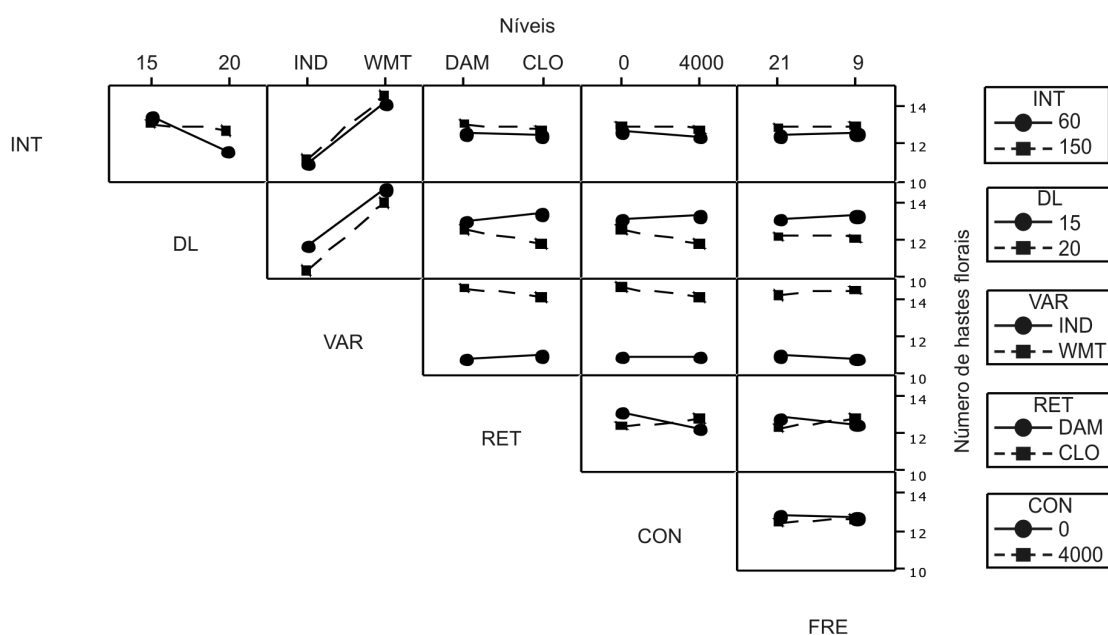


**Figura 7.** Estimativas do número de botões florais de crisântemo em função do efeito das interações duplas entre os fatores estudados: intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianápolis e White Mega Time como VAR, daminozide e cloromequat como RET, 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de CON e 21 e 9 dias de FRE.

#### 4.1.5. Número de hastes florais

Ocorreu interação entre INT e DL, DL e RET, DL e CON e entre RET e CON (Tabela 2). A Figura 8 demonstra que plantas cultivadas sob 150 lux de INT ou 15 dias de DL ou da variedade White Mega Time apresentaram maior número de hastes florais em todas as combinações. Ocorreu interação entre INT e DL, onde plantas submetidas a 60 lux de INT e 20 dias de DL apresentaram menor número de hastes florais. A concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide reduziu o número de hastes florais e a mesma concentração de cloromequat aumentou. Assim foram obtidas plantas com maior número de hastes florais, porém com menor número de botões florais (Figura 7) quando sob ação do cloromequat. KARLOVIÆ *et al.* (2004) não constataram em variedade de crisântemo para corte

‘Revert’ efeito do daminozide, concentração entre 1000 e 3000 mg L<sup>-1</sup>, e cloromequat, concentração entre 2000 e 4000 mg L<sup>-1</sup>, no número de brotos com inflorescências. O menor número de DL foi mais eficiente na produção de hastes florais possivelmente devido ao maior tempo disponível para a formação de brotos após a poda apical, antes que as gemas apicais se diferenciasssem em gemas reprodutivas.

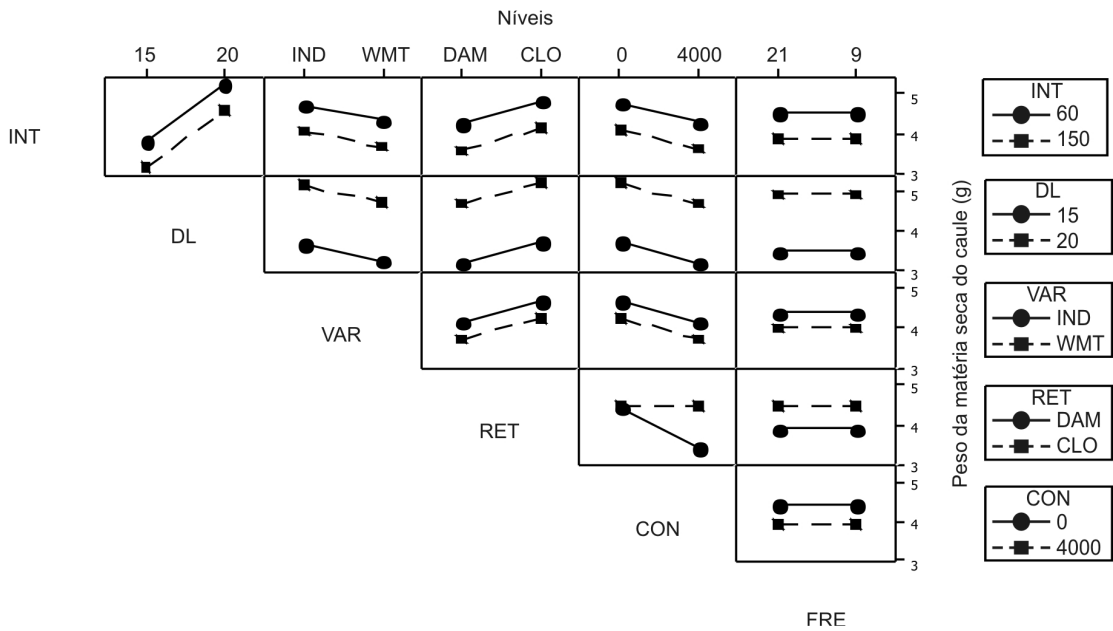


**Figura 8.** Estimativas do número de hastes florais de crisântemo em função das interações duplas entre os fatores: intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianápolis e White Mega Time como VAR, daminozide e cloromequat como RET, 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de CON e 21 e 9 dias de FRE.

#### 4.1.6. Peso da matéria seca do caule

Somente FRE não apresentou efeito sobre esta característica e houve interação somente entre RET e CON (Tabela 2). Plantas cultivadas sob 60 lux de

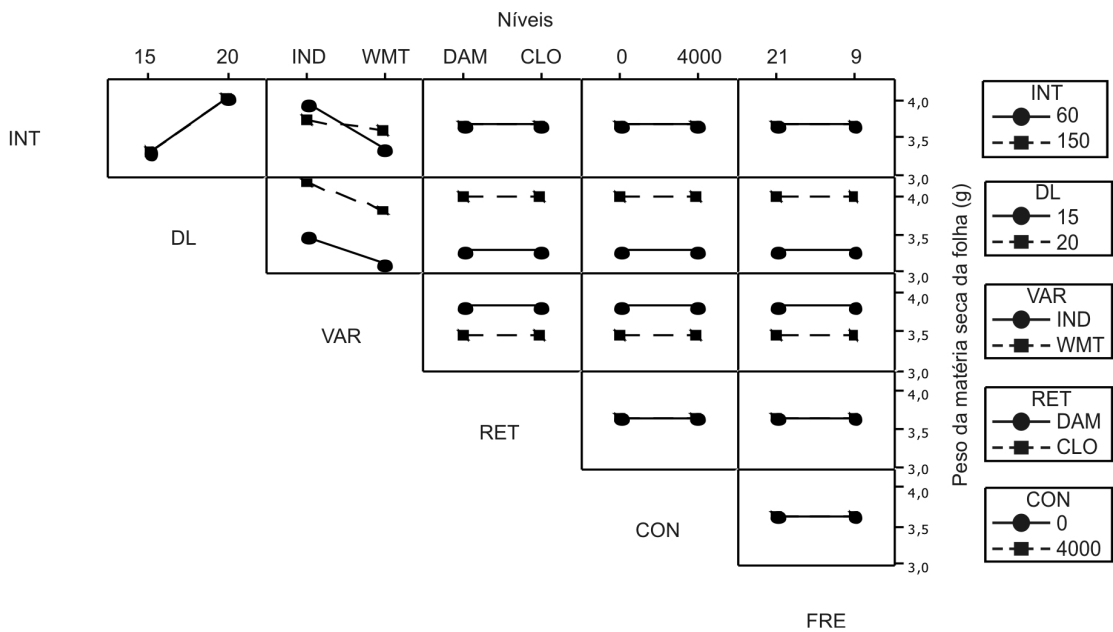
INT ou 20 dias de DL ou da variedade Indianópolis apresentaram maior peso da matéria seca do caule em todas as combinações (Figura 9). O daminozide promoveu redução do peso de matéria seca em todas as combinações. O menor peso de matéria seca decorrente do uso de daminozide pode ser devido à sua maior eficiência em reduzir o porte da planta em relação ao cloromequat (SEAGER, 1969; ZALEWSKA, 1989; KARLOVIÆ *et al.*, 2004). A CON de 4000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide reduziu o peso da matéria seca do caule, enquanto a mesma CON de cloromequat não alterou tal característica (Figura 9).



**Figura 9.** Estimativas do peso da matéria seca do caule de crisântemo em função das interações duplas entre os fatores: intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianópolis e White Mega Time como VAR, daminozide e cloromequat como RET, 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de CON e 21 e 9 dias de FRE.

#### 4.1.7. Peso da matéria seca da folha

Somente os fatores principais DL e VAR influenciaram o peso da matéria seca da folha. A interação dupla ocorreu entre INT e VAR (Tabela 2). Os dois níveis de INT somente apresentaram efeito significativo sobre o peso da matéria seca de folha quando combinado com VAR (Figura 10). Sob 60 lux de INT a variedade Indianápolis apresentou maior peso da matéria seca de folha (Figura 10), enquanto a variedade White Mega Time apresentou menor peso da matéria seca de folhas em todas as combinações com os demais fatores. Os retardantes de crescimento daminozide e cloromequat não causaram diferença significativa para esta característica.



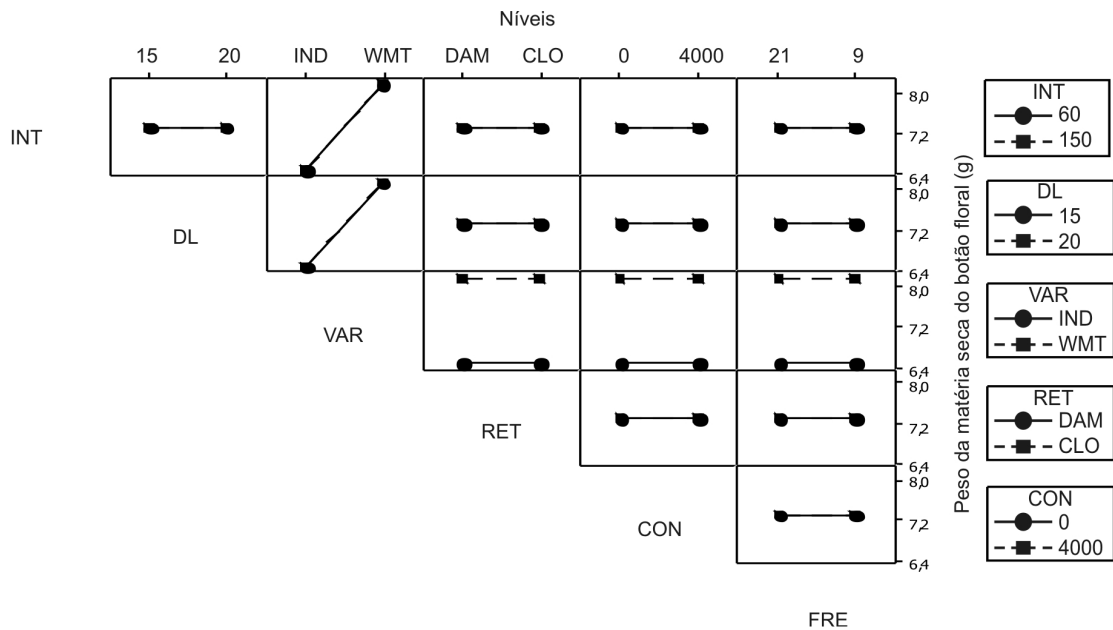
**Figura 10.** Estimativas do peso da matéria seca da folha de crisântemo em função das interações duplas entre os fatores: intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianápolis e White Mega Time como VAR, daminozide e cloromequat como RET, 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de CON e 21 e 9 dias de FRE.

Retardantes de crescimento normalmente causam espessamento foliar e redução da área foliar (BARRET, 1992; YONGKWEON *et al.*,1999) devido a redução do alongamento celular influenciado pela menor biossíntese de giberelina. A redução de área e espessura foliar demonstrou ter sido equilibrada para a concentração e tipos de retardantes de crescimento utilizados, de modo a se manter constante o peso da matéria seca da folha sob as diferentes combinações dos fatores. A influência varietal demonstrou ser mais pronunciada do que os outros fatores.

#### 4.1.8. Peso da matéria seca do botão floral

A ação dos fatores principais e interações entre estes fatores foram significativas somente para o fator VAR (Tabela 2), em que a variedade White Mega Time apresentou maior acúmulo de matéria seca no botão floral em relação à variedade Indianópolis em todas as combinações com os diferentes níveis dos demais fatores (Figura 11). A alteração no número de botões florais (Tabela 2, Figura 7) sem alteração de seu peso total por planta (Figura 11), quando sob ação dos demais fatores além da variedade, indica redução do peso unitário do botão floral. A não variação no peso da matéria seca do botão floral parece estar submetida, ora ao não efeito sobre o diâmetro do botão floral, ora pela redução do diâmetro do botão floral e correspondente aumento no número de botões florais. SABACH (2008) observou que duas ou três aplicações de daminozide na concentração de 4000 e 6000 mL<sup>-1</sup> não alteram o diâmetro do capítulo floral de girassol, característica relacionada ao seu peso. Contudo, a aplicação de cloromequat a partir da concentração de 500 mg L<sup>-1</sup> reduziu o diâmetro dos

capítulos florais. HAQUE *et al.*(2007) observaram que o clormequat aplicado via pulverização na dose de 1000 e 2000 mg L<sup>-1</sup> e paclobutrazol na concentração de 80 e 160 mg L<sup>-1</sup> reduziu o peso unitário do botão floral de *Chrysanthemum cinerariaefolium*.

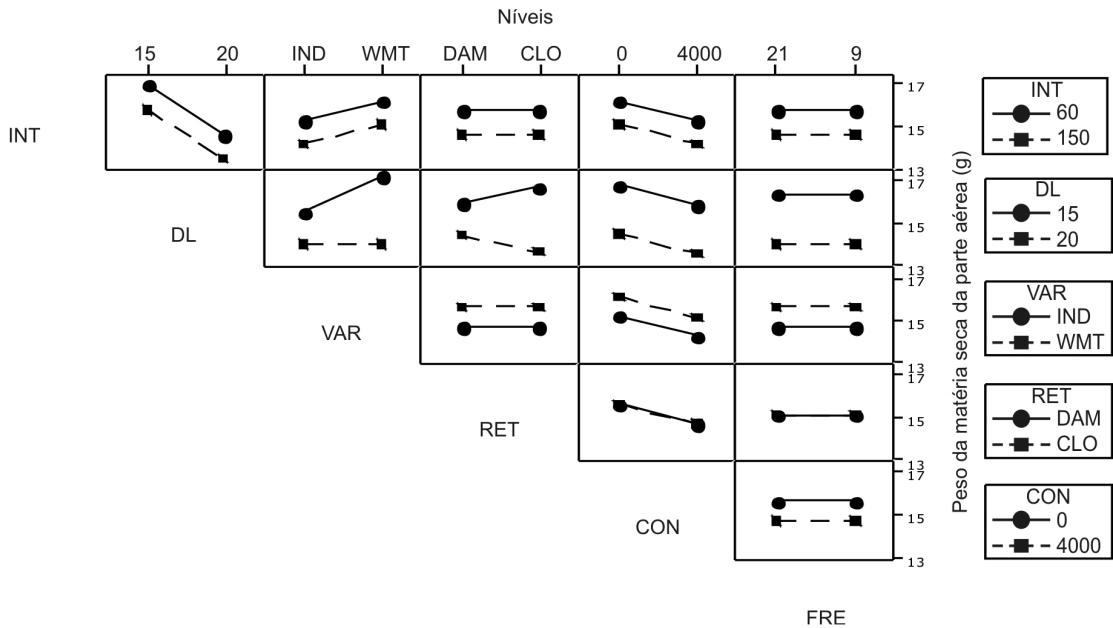


**Figura 11.** Estimativas do peso da matéria seca do botão floral de crisântemo em função das interações duplas entre os fatores: intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianápolis e White Mega Time como VAR, daminozide e clormequat como RET, 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de CON e 21 e 9 dias de FRE.

#### 4.1.9. Matéria seca da parte aérea

Plantas cultivadas sob 60 lux de INT ou 15 dias de DL apresentaram maior peso da matéria seca da parte aérea em todas as combinações com os níveis dos demais fatores (Tabela 2, Figura 12). A variedade White Mega Time apresentou maior peso da matéria seca da parte aérea em todas as combinações, exceto na condição de 20 dias de DL, em que não ocorreu diferença em relação à variedade IND. Houve interação entre VAR e DL (Figura 12). A variedade White Mega Time

na condição de 15 dias de DL apresentou maior peso da matéria seca da parte aérea (Figura 12). O retardante de crescimento somente apresentou efeito quando em interação com DL. Plantas submetidas a 15 dias de DL apresentaram maior peso da matéria seca da parte aérea quando tratadas com cloromequat (Figura 12).

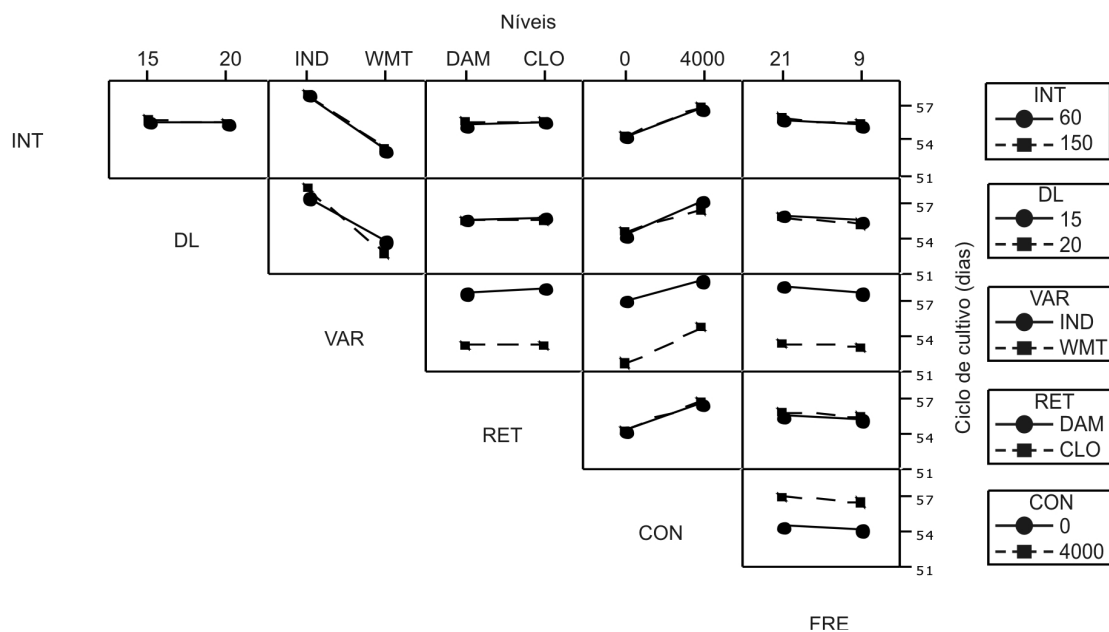


**Figura 12.** Estimativas do peso da matéria seca da parte aérea de crisântemo em função das interações duplas entre os fatores: intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianápolis e White Mega Time como VAR, daminozide e cloromequat como RET, 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de CON e 21 e 9 dias de FRE.

#### 4.1.10. Ciclo de cultivo

A tabela 2 demonstra efeito da VAR, CON e FRE e interação entre os fatores CON, DL e VAR. Os fatores INT, DL e RET apresentaram efeito nulo ou reduzido em todas as combinações (Figura 13). A variedade Indianápolis apresentou maior ciclo de cultivo. Plantas submetidas à concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> apresentaram maior ciclo de cultivo. A variedade White Mega Time tratada com

a concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> aumentou o ciclo de cultivo em maior proporção do que a variedade Indianópolis (Figura 13). Intervalos mais curtos de aplicação demonstraram reduzir levemente o ciclo de cultivo em ação contrária à maior concentração, que aumentou o ciclo de cultivo (Figura 13). A variação do ciclo de cultivo demonstra estar mais ligada à variedade do que ao tipo de retardante de crescimento utilizado. Em *Canna x generalis* a variação foi temporal, pois daminozide pulverizado entre as doses de 2500 e 7500 provocou atraso e aceleração do florescimento em dois anos consecutivos de aplicação (BRUNER *et al.*, 2000).

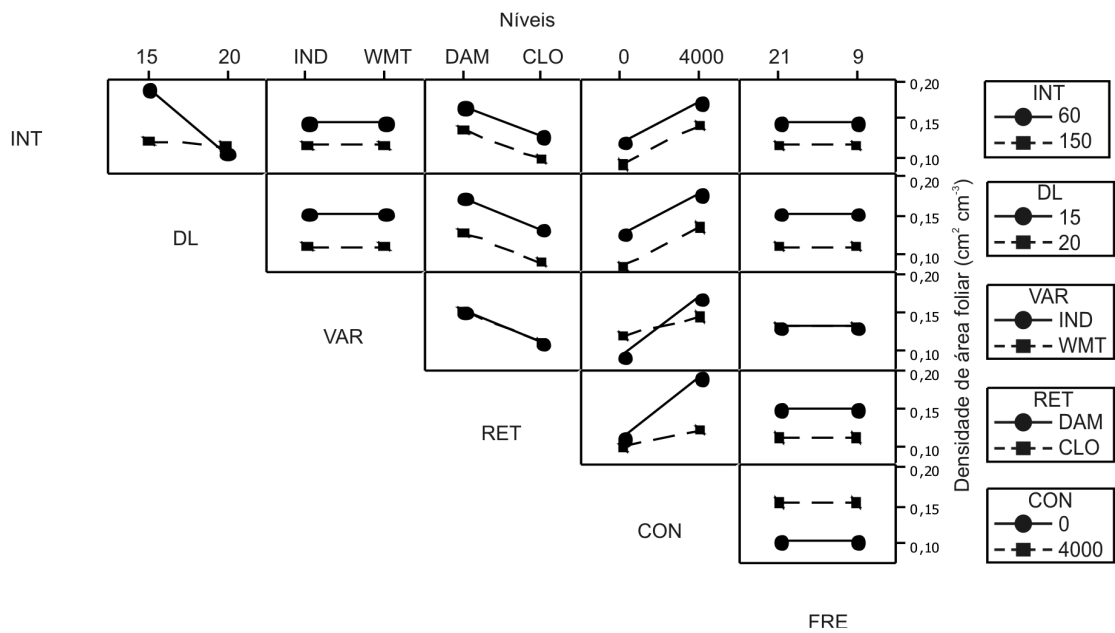


**Figura 13.** Estimativas do ciclo de cultivo (dias) de crisântemo em função das interações duplas entre os fatores: intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianópolis e White Mega Time como VAR, daminozide e cloromequat como RET, 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de CON e 21 e 9 dias de FRE.

#### 4.1.11. Densidade de área foliar

Os fatores principais INT, DL, RET e CON e as interações entre INT e DL, VAR e CON e entre CON e RET foram significativas (Tabela 2). Os fatores CON e RET que influenciaram a altura também influenciaram a densidade de área foliar, pelo seu efeito direto na compactação do espaço ocupado pela parte aérea da planta. MAINARDI *et al.* (2004) constataram redução da área, comprimento e largura da folha em crisântemo tratado com daminozide. CARLUCCI *et al.* (1991) observaram que em plantas de *Ruelia colorata* tratadas com flurprimidol, uniconazole, clomequat ou daminozide ocorreu redução da área foliar. Contudo, a redução da altura da planta e possível manutenção no número total de folhas foi mais que proporcional à redução da área foliar total, o que aumentou a densidade de área foliar.

Plantas submetidas à 60 lux de INT, retardante daminozide ou dose de 4000 mg L<sup>-1</sup> apresentaram maior ou igual densidade de área foliar em todas as combinações com os demais fatores (Figura 14). Ocorreu interação entre INT e DL, em que as plantas submetidas à condição de 60 lux de INT e 15 dias de DL apresentaram maior densidade de área foliar. A variedade foi indiferente a quase todos os níveis dos fatores. A variedade IND apresentou maior densidade de área foliar quando tratada com a CON de 4000 mg L<sup>-1</sup>. O uso de 4000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide proporcionou maior densidade de área foliar (Figura 14).



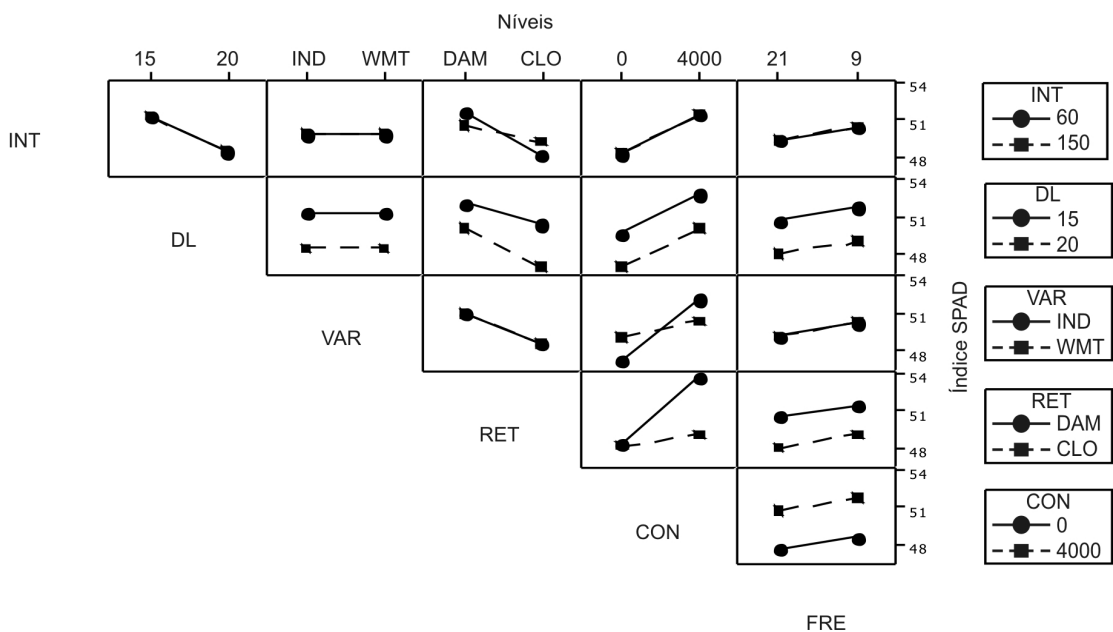
**Figura 14.** Estimativas da densidade de área foliar (DAF) de crisântemo em função das interações duplas entre os fatores intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianápolis e White Mega Time como VAR, daminozide e clormequat como RET, 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de CON e 21 e 9 dias de FRE.

#### 4.1.12. Índice SPAD

A tabela 2 demonstra que o índice SPAD apresentou respostas significativas relacionadas à ação do fator RET. A não ser pela interação observada entre RET e INT, o fator intensidade não afetou a intensidade da coloração verde nas folhas (Figura 15). Plantas tratadas com daminozide apresentaram maior índice SPAD. Plantas submetidas a 60 lux de INT apresentaram maior índice SPAD quando tratadas com daminozide. Plantas submetidas a 15 dias de DL e tratadas com daminozide apresentaram maior índice SPAD. Maior índice SPAD foi apresentado por plantas quando submetidas à CON de 4000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide em relação às tratadas com clormequat e submetidas a mesma CON. As plantas da variedade Indianápolis apresentaram

índice SPAD semelhante ao da variedade White Mega Time quando submetidas à CON de 4000 mg L<sup>-1</sup>, demonstrando propensão varietal no aumento do teor de clorofila ante a ação do retardante de crescimento.

EL-SHEIBANY *et al.* (2008) observaram que a aplicação de daminozide em crisântemo em vaso reduziu a área foliar, a espessura foliar e o número de células do paliçadico e elevou o conteúdo de clorofila. Identificaram também um aumento médio de 11,5 % no conteúdo de clorofila entre o controle e a dose de 5000 ppm aplicada via pulverização. Este efeito é também observado em outras espécies como em plantas de camarão-amarelo tratadas com daminozide (MENEZES, 1982), em hibisco tratado com paclobutrazol e uniconazole (MAUS, 1987), tomate tratado com uniconazole (WANG & GREGG, 1989) em cravo e poinsetia pulverizado com daminozide (READ & HOYSLER, 1971).



**Figura 15.** Estimativas do índice SPAD em crisântemo em função das interações duplas entre os fatores: intensidade luminosa durante o período de dias longos (INT), período de dias longos (DL), variedade (VAR), retardante de crescimento (RET), concentração (CON) e frequência de aplicação do retardante de crescimento (FRE). Os níveis 1 e 2 são, respectivamente, 60 e 150 lux de INT, 15 e 20 dias de DL, Indianápolis e White Mega Time como VAR, daminozide e cloromequat como RET, 0 e 4000 mg L<sup>-1</sup> de CON e 21 e 9 dias de FRE.

#### **4.2. Efeito da concentração e frequência de aplicação dos retardantes de crescimento sobre o crescimento e produção de crisântemo de vaso ‘Indianópolis’**

Considerando que o início da formação do botão floral foi a data limite para o término das pulverizações, ocorreu variação no número de aplicações de retardantes de crescimento em alguns intervalos de aplicação, válido para todos os três experimentos, uma vez que o início da formação do botão floral foi uniforme entre os três experimentos. Assim, na frequência de aplicação de 9 e 11 dias foram realizadas três aplicações. Na frequência de aplicação de 15, 19 e 21 dias foram realizadas duas aplicações. As características número de hastes florais, peso da matéria seca da folha, número de botões florais e área foliar da planta não foram afetadas pelas concentrações e frequências utilizadas (Tabelas 3, 5 e 7). As diferentes combinações de concentração e frequência de aplicação resultaram em um gradiente de dose que, independente do tipo de retardante de crescimento testado, não influenciou nas características acima. Embora seja verificado espessamento foliar em crisântemo tratado com retardante de crescimento (BARRET, 1992; YONGKWEON *et al.*, 1999). Também é comum verificar a redução da área foliar em plantas tratadas com retardantes de crescimento, visto que a ação de giberelina no alongamento celular é reduzida (CARLUCCI *et al.*, 1991; STEFFENS *et al.*, 1985; SIQUEIRA *et al.*, 2008). O método utilizado para determinação da área foliar foi indireto e baseou-se no peso de uma área foliar anteriormente conhecida. Se a redução da área foliar tiver sido acompanhada do aumento do peso das folhas, não ficaria evidenciada a redução de área foliar pela ação do retardante de crescimento.

#### 4.2.1. Daminozide

A frequência de aplicação não acarretou efeito sobre as diferentes características avaliadas no experimento com o retardante de crescimento daminozide (Tabela 3), ou seja, o parcelamento da dose também não afetou as características. O aspecto das plantas sob as diferentes frequências e doses é demonstrado na Figura 16. A planta que recebeu dose 0 mg L<sup>-1</sup> apresentou maior altura, com aspecto contrastante em relação as que receberam o daminozide nas diferentes frequências (Figura 16). Os baixos coeficientes de determinação (Tabela 3) expressam a pouca eficiência da concentração em explicar as variações nas características. A correlação positiva apresentada entre atributos de crescimento vegetativo tais como peso da matéria seca da folha e área foliar total, peso da matéria seca da folha e número de botões, peso da matéria seca do caule e número de hastes florais, demonstraram um crescimento equilibrado da planta quando sob ação do retardante de crescimento (Tabela 4).

As correlações negativas apresentadas entre altura da planta e densidade de área foliar, altura da planta e ciclo de cultivo, e ciclo de cultivo e longevidade das inflorescências (Tabela 4), demonstram o efeitos indiretos do retardante de crescimento na redução da altura da planta. O peso da matéria seca da parte aérea foi reduzido em função do aumento da concentração de daminozide (Tabela 3). Entretanto este efeito não foi verificado em cada um dos órgãos componentes da parte aérea.

O aumento do ciclo de cultivo constitui uma resposta peculiar quando do uso de retardantes de crescimento, fato observado em outros experimentos (McDANIEL, 1986; MENHENETT, 1984). TAIZ & ZAIGER (2004) descreveram

uma relação entre a síntese de giberelinas e o ácido indol acético, em que este último promoveu a síntese e inibiu a degradação de GA<sub>1</sub>. O aumento do ciclo de cultivo foi relacionado à redução da longevidade das inflorescências (Tabela 3). O aumento da concentração resultou em menor altura e aumento da densidade de área foliar. A redução da altura em função da concentração implicou em aumento da densidade de área foliar (Tabela 4). O vaso pulverizado com concentração 0 mg L<sup>-1</sup> de daminozide apresentado na Figura 16 demonstra o aspecto de plantas altas com menor densidade de área foliar em relação às pulverizadas com daminozide. A menor altura da planta estimada é obtida com a concentração de 2065 mg L<sup>-1</sup> de daminozide. Esta concentração proporcionou a obtenção de plantas com 17,7 cm de altura, equivalente a 1,84 vezes a altura do vaso, reduzindo em 21% o peso da matéria seca da parte aérea, aumentando em 49,07% a densidade de área foliar e em 2,5 dias o ciclo de cultivo. Embora não se obteve a altura comercial segundo o padrão comercial estabelecido pelo IBRAFLOR (2000), que pressupõe altura de planta para vaso nº 12 em torno de 14,4 cm, os valores estão bem próximos a este e a redução da matéria seca da parte aérea e o ciclo de cultivo não foram tão afetados. A não influência da frequência de aplicação implica em aplicação única com a concentração supra-estabelecida, o que concorre para redução dos custos de produção para cultivo nos meses mais frios do ano.



**Figura 16.** Plantas tratadas com daminozide em diferentes combinações de concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e frequência de aplicação (dias); 1. 585,79  $\text{mg L}^{-1}$  e 11 dias; 2. 3414,21  $\text{mg L}^{-1}$  e 11 dias; 3. 585,79  $\text{mg L}^{-1}$  e 19 dias; 4. 3414,21  $\text{mg L}^{-1}$  e 19 dias; 5. 0  $\text{mg L}^{-1}$  e 15 dias; 6. 4000  $\text{mg L}^{-1}$  e 15 dias; 7. 2000  $\text{mg L}^{-1}$  e 9 dias; 8. 2000  $\text{mg L}^{-1}$  e 21 dias; 9. 2000  $\text{mg L}^{-1}$  e 15 dias.

**Tabela 3.** Equações de regressão ajustadas para as características avaliadas em crisântemo em vaso 'Indianápolis' submetido a diferentes combinações de concentração (CON) e frequência (FRE) de aplicação do retardante de crescimento daminozide.

Característica	Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)	CV (%)
Altura da planta (cm)	$\hat{Y} = 21,6 - 0,00413*CON + 0,000001*CON^2$	71,6	6,05
Diâmetro da planta(cm)	$\bar{Y} = 24,58$	--	12,26
Matéria seca do caule(g)	$\bar{Y} = 4,25$	--	18,37
Matéria seca da folha (g)	$\bar{Y} = 3,76$	--	12,62
Matéria seca do botão floral(g)	$\bar{Y} = 8,58$	--	19,94
Número de botões florais	$\bar{Y} = 49,85$	--	8,63
Área foliar total (cm <sup>2</sup> )	$\bar{Y} = 749,8$	--	21,78
Densidade de área foliar (cm <sup>2</sup> cm <sup>-3</sup> )	$\hat{Y} = 0,108 + 0,000026*CON$	40,1	17,38
Matéria seca da parte aérea(g)	$\hat{Y} = 16,2 - 0,00167*CON$	37,1	17,28
Ciclo de cultivo(dias)	$\hat{Y} = 54,0 + 0,00124*CON$	42,8	0,79
Longevidade (dias)	$\bar{Y} = 14,85$	--	13,13
Número de hastes florais	$\bar{Y} = 11,0$	--	6,43

\*Significativo pelo teste t (P<0,05).

**Tabela 4.** Correlações entre características altura da planta (ALT), diâmetro da planta (DIAM), pesos de matérias secas de caule (MSC), folha (MSF), botão floral (MSB), parte aérea (MSPA), número de botões forais (NB), área foliar total (AFT), densidade de área foliar (DAF), longevidade das inflorescências (LONG) e ciclo de cultivo (CICLO) avaliadas em crisântemo de vaso 'Indianápolis' submetido a concentrações e frequências de aplicação com retardante de crescimento daminozide.

	ALT	DIAM	MSC	MSF	MSB	NB	AFT	DAF	MSPA	CICLO	LONG
DIAM	0,54										
MSC	0,41	0,65*									
MSF	-0,05	0,36	0,64*								
MSB	0,09	0,15	0,12	0,35							
NB	-0,06	0,35	0,33	0,69*	0,30						
AFT	-0,18	0,56*	0,58*	0,70*	-0,07	0,51					
DAF	-0,84*	-0,39	-0,02	0,44	-0,08	0,26	0,51				
MSPA	0,62*	0,34	0,37	0,01	0,22	-0,12	-0,12	-0,47			
CICLO	-0,58*	-0,26	0,12	0,53	0,30	0,14	0,35	0,77*	-0,13		
LONG	0,18	0,39	0,06	-0,28	-0,35	-0,03	0,19	-0,28	-0,01	-0,69*	
NH	-0,21	-0,01	0,63*	0,64*	0,27	0,34	0,44	0,55*	0,07	0,65*	-0,37

\*Significativo pelo teste t (P<0,05)

#### 4.2.2. Cloromequat

Somente as características relacionadas à produção de biomassa da planta foram afetadas pela concentração e/ou frequência de aplicação de cloromequat (Tabela 5). A altura das plantas que receberam dose contendo retardante de crescimento apresentou pouca diferença em relação à que não recebeu retardante (Figura 17). O aumento da concentração implicou em redução do peso da matéria seca de caule, de botão floral e da parte aérea. Tais perdas, sem redução proporcional na altura da planta, indicam a produção de plantas com caules mais finos e frágeis. Na Figura 17 é demonstrada aspecto da baixa densidade de área foliar apresentada pelas plantas sob diferentes concentrações e frequências de aplicação. Correlação negativa foi observada entre número de hastes florais e longevidade das inflorescências, altura da planta e densidade de área foliar e entre diâmetro da planta e densidade de área foliar (Tabela 6). O ciclo de cultivo não apresentou nenhuma correlação com as demais características. Contudo a relação entre longevidade das inflorescências e o número de hastes florais demonstra que a capacidade de manutenção das estruturas florais pode ser dependente da quantidade de material vegetativo formado. NUCCI *et al.* (1991) demonstraram que o cloromequat pulverizado por uma ou duas vezes na concentração de 2000 ppm em gerânio não foi eficiente na redução do porte da planta e no comprimento da haste da inflorescência.



**Figura 17.** Plantas tratadas com cloromequat em diferentes combinações de concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e frequência de aplicação (dias). 1.  $585,79 \text{ mg L}^{-1}$  e 11 dias; 2.  $3414,21 \text{ mg L}^{-1}$  e 11 dias; 3.  $585,79 \text{ mg L}^{-1}$  e 19 dias; 4.  $3414,21 \text{ mg L}^{-1}$  e 19 dias; 5.  $0 \text{ mg L}^{-1}$  e 15 dias; 6.  $4000 \text{ mg L}^{-1}$  e 15 dias; 7.  $2000 \text{ mg L}^{-1}$  e 9 dias; 8.  $2000 \text{ mg L}^{-1}$  e 21 dias; 9.  $2000 \text{ mg L}^{-1}$  e 15 dias.

**Tabela 5.** Equações de regressão ajustadas para as características avaliadas em crisântemo em vaso “Indianápolis” submetido a diferentes combinações de concentração (CON) e frequência de aplicação (FRE) do retardante de crescimento cloromequat.

Característica	Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)	CV (%)
Altura (cm)	$\bar{Y} = 24,34$	--	20,79
Diâmetro (cm)	$\bar{Y} = 25,81$	--	3,73
Matéria seca do caule(g)	$\hat{Y} = -0,81 - 0,00036*CON + 0,9426*FRE - 0,03740*FRE^2$	70,9	13,57
Matéria seca da folha (g)	$\bar{Y} = 3,53$	--	14,23
Matéria seca do botão floral(g)	$\hat{Y} = 10,0156 - 0,00209*CON + 0,0000004*CON^2$	38,0	15,94
Número de botões florais	$\bar{Y} = 44,46$	--	17,61
Área foliar total (cm <sup>2</sup> )	$\bar{Y} = 630,5$	--	19,96
Densidade de área foliar (cm <sup>2</sup> cm <sup>-3</sup> )	$\bar{Y} = 0,0843$	--	44,75
Matéria seca da parte aérea(g)	$\hat{Y} = 3,74 - 0,0026*COM + 0,000001*CON^2 + 2,21*FRE - 0,080*FRE^2$	73,1	8,97
Ciclo de cultivo (dias)	$\bar{Y} = 55,92$	--	3,49
Longevidade das inflorescências (dias)	$\bar{Y} = 13,46$	--	12,87
Número de hastes florais	$\bar{Y} = 11,76$	--	7,11

\*Significativo pelo teste t (P<0,05).

**Tabela 6.** Correlação entre características altura da planta (ALT), diâmetro da planta (DIAM), pesos de matérias secas do caule (MSC), folhas (MSF), botão floral (MSB), parte aérea (MSPA), número de botões forais (NB), área foliar total (AFT), densidade de área foliar (DAF), longevidade das inflorescências (LONG) e ciclo de cultivo (CICLO) avaliadas em crisântemo de vaso 'Indianápolis' submetido a concentrações e frequência de aplicação com retardante de crescimento cloromequat.

	ALT	DIAM	MSC	MSF	MSB	NB	AFT	DAF	MSPA	CICLO	LONG
DIAM	0,25										
MSC	0,42	0,13									
MSF	-0,03	-0,35	0,01								
MSB	0,49	0,70*	0,30	0,06							
NB	-0,09	0,03	-0,22	0,15	-0,21						
AFT	0,11	-0,59*	0,26	0,59*	-0,10	0,11					
DAF	-0,56*	-0,77*	-0,10	0,47	-0,49	0,10	0,72*				
MSPA	0,52	0,40	0,72*	0,35	0,81*	-0,20	0,26	-0,22			
CICLO	-0,35	0,21	-0,16	0,01	-0,08	0,42	-0,05	0,07	-0,13		
LONG	-0,12	0,07	0,21	-0,35	0,04	-0,22	-0,07	-0,01	0,03	-0,46	
NH	0,10	0,02	0,23	0,49	0,29	-0,03	0,41	0,20	0,46	0,45	-0,64*

\* Significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ )

#### 4.2.3. Paclobutrazol

A pulverização com paclobutrazol acarretou efeito em sete das doze características avaliadas (Tabela 7), sendo a altura afetada somente pela concentração do retardante de crescimento. Os efeitos da concentração ou da frequência de aplicação não ocorreram ao mesmo tempo para uma mesma característica (Tabela 7). Para obtenção de uma planta com altura de 1,5 vezes a altura do vaso (14,4 cm) foi necessária uma concentração de 42,85 mg L<sup>-1</sup>, que causou a redução da longevidade das inflorescências em 5 dias, aumentou do ciclo da cultivo em 4 dias e reduziu a produção de matéria seca do caule em 35,62%. Devido a melhor absorção pelas raízes o paclobutrazol é normalmente aplicado no substrato. Na parte aérea o caule responde por grande parte da absorção. A redução eficiente da altura da planta quando aplicado via pulverização permite reduzir custos produção, observado a facilidade de aplicação do produto.

Na Figura 18 é demonstrada a diferença entre o porte da planta não tratada e as tratadas nas diferentes combinações de concentração e frequência de aplicação de paclobutrazol. A altura das plantas que receberam paclobutrazol foi visualmente afetada em relação a que recebeu dose zero, com cerca da metade da altura das plantas não tratadas, apresentando uniformidade entre suas alturas.

A redução da altura da planta ou do diâmetro apresenta correlação negativa com densidade de área foliar e ciclo de cultivo, assim como ciclo de cultivo e longevidade das inflorescências (Tabela 8), o que indica o efeito do paclobutrazol em atrasar o ciclo de cultivo e que um aumento do ciclo de cultivo relaciona-se com perdas de longevidade das inflorescências. RANNEY *et al.* (1994) observaram em

rododendron certo equilíbrio entre a redução do diâmetro e aumento no número de botões florais quando o paclobutrazol foi aplicado via embebição do substrato, comportamento que pode ter mantido constante o peso da matéria seca daquele órgão. Maior longevidade das inflorescências também foi obtida por esta via de aplicação em relação à pulverização da parte aérea. NUCCI *et al.* (1991) demonstraram maior eficiência do paclobutrazol pulverizado na parte aérea em única dose em relação ao daminozide e cloromequat na redução da altura da planta e comprimento do ráquis floral de gerânio.

A redução da matéria seca pela ação do paclobutrazol foi acompanhada também pela redução da altura da planta, o que não resultou em plantas com estrutura de caule fisicamente fragilizada. Para as características em que somente a frequência de aplicação interferiu (Tabela 7), o uso da concentração média do retardante e a menor frequência de aplicação testada se associam aos valores desejáveis para tais características.



**Figura 18.** Plantas tratadas com paclobutrazol sob diferentes combinações de concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e frequência de aplicação (dias). 1.  $11,71 \text{ mg L}^{-1}$  e 11 dias; 2.  $68,28 \text{ mg L}^{-1}$  e 11 dias; 3.  $11,71 \text{ mg L}^{-1}$  e 19 dias; 4.  $68,28 \text{ mg L}^{-1}$  e 19 dias; 5.  $0 \text{ mg L}^{-1}$  e 15 dias; 6.  $80 \text{ mg L}^{-1}$  e 15 dias; 7.  $40 \text{ mg L}^{-1}$  e 9 dias; 8.  $40 \text{ mg L}^{-1}$  e 21 dias; 9.  $40 \text{ mg L}^{-1}$  e 15 dias.

**Tabela 7.** Relação das equações ajustadas para as características avaliadas em crisântemo em vaso “Indianópolis” submetidos a diferentes combinações de concentrações e frequências de aplicação do retardante de crescimento paclobutrazol.

Característica	Equação de regressão	R <sup>2</sup> (%)	CV (%)
Altura (cm)	$\hat{Y} = 20,7 - 0,147*CON$	42,9	6,05
Diâmetro (cm)	$\hat{Y} = -12,5 + 4,57*FRE - 0,144*FRE^2$	39,9	12,26
Matéria seca do caule (g)	$\hat{Y} = 3,50 - 0,0291*CON$	38,9	18,37
Matéria seca da folha (g)	$\bar{Y} = 3,658$	--	12,62
Matéria seca do botão floral (g)	$\bar{Y} = 6,812$	--	19,94
Número de botões florais	$\hat{Y} = -24,5+9,17*FRE - 0,314*FRE^2$	56,8	8,63
Área foliar total (cm <sup>2</sup> )	$\bar{Y} = 69,6$	--	21,78
Densidade de área foliar (cm <sup>2</sup> cm <sup>-3</sup> )	$\hat{Y} = 1,68-0,195*FRE - 0,00622*FRE^2$	74,6	17,38
Matéria seca da parte aérea (g)	$\bar{Y} = 15,435$	--	17,28
Ciclo de cultivo(dias)	$\hat{Y} = 55,8 + 0,0942*CON$	73,5	0,79
Longevidade (dias)	$\hat{Y} = 15,8 - 0,119*CON$	69,1	13,13
Número hastes florais	$\bar{Y} = 10,615$	--	6,43

\*Significativo pelo teste t (P<0,05).

**Tabela 8.** Correlação entre características altura da planta (ALT), diâmetro da planta (DIAM), pesos das matérias secas do caule (MSC), folhas (MSF), botão floral (MSB), parte aérea (MSPA), número de botões forais (NB), área foliar total (AFT), densidade de área foliar (DAF), longevidade das inflorescências (LONG) e ciclo de cultivo (CICLO) avaliadas em crisântemo de vaso “Indianópolis” submetido a concentrações e frequência de aplicação com retardante de crescimento paclobutrazol.

	ALT	DIAM	MSC	MSF	MSB	NB	AFT	DAF	MSPA	CICLO	LONG
DIAM	0,74*										
MSC	0,79*	0,80*									
MSF	0,31	0,16	-0,05								
MSB	0,69*	0,82*	0,86*	-0,07							
NB	0,22	0,49	0,48	-0,23	0,43						
AFT	0,01	-0,03	-0,07	0,64*	-0,19	-0,52					
DAF	-0,64*	-0,72*	-0,57*	0,16	-0,63*	-0,68*	0,62*				
MST	0,27	0,29	0,35	-0,26	0,41	0,37	-0,65*	-0,53*			
CICLO	-0,74*	-0,60*	-0,70*	-0,03	-0,66*	-0,27	0,10	0,52	-0,43		
LONG	0,37	0,34	0,49	-0,03	0,46	0,39	-0,02	-0,28	0,20	-0,81*	
NH	0,30	0,47	0,50	0,23	0,33	0,10	0,34	-0,01	0,20	-0,40	0,18

\* Significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ )

### **4.3. Efeito e persistência de retardantes de crescimento em cultivo de crisântemo de vaso 'Indianópolis'.**

#### 4.3.1- Daminozide

Plantas que receberam ou não retardante de crescimento apresentaram respostas diferentes e demonstraram respostas lineares ao longo do tempo sobre o crescimento do caule (Figura 19). A presença do retardante de crescimento provocou a redução do comprimento do caule em 23,36% aos 30 dias após a aplicação. Tal redução foi acompanhada de uma diminuição de 25% na matéria seca do caule no 30º dia após a aplicação (Figura 20).

O efeito sobre o comprimento das raízes ocorreu mais atrasado e menos pronunciado em relação ao do caule, entre o 10º e 15º dia. As plantas tratadas apresentaram resposta linear à ação do retardante e uma redução de 11,4% no comprimento das raízes (Figura 21). A menor taxa de resposta na redução do comprimento da raiz pode ser devido às dificuldades de transporte do composto até o local de síntese de giberelinas nas raízes ou à menor sensibilidade do ápice radicular a esse retardante. DOMIR (1980) e DOMIR & BROWN (1978), utilizando a técnica de marcação com  $^{14}\text{C}$ , demonstraram que o daminozide tem ampla distribuição nos órgãos da planta. GIANFAGNA (1987) cita que os retardantes de crescimento inibem a divisão celular no meristema subapical, mas têm pouco efeito na iniciação de primórdios foliares e no crescimento de raízes.

A Figura 22 demonstra que inicialmente as raízes apresentam acúmulo de matéria seca superior aos das plantas que não foram tratadas e que o reflexo do daminozide acumulado naquele órgão é uma leve redução de matéria seca até o 20º dia e voltam a retomar o acúmulo de matéria, porém

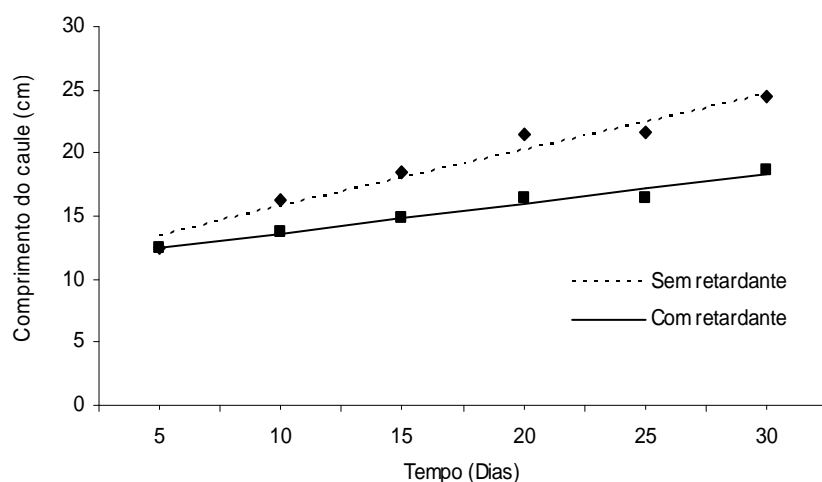
inferior ao das plantas não tratadas. No 30º dia, as raízes das plantas que receberam retardante mostraram redução de 16,6% de matéria seca de raízes em relação às sem retardante.

As plantas tratadas com daminozide apresentaram produção 22,6% maior de matéria seca de folhas em relação às não tratadas (Figura 23). MAINARDI *et al.* (2004) demonstraram que plantas de crisântemo pulverizadas com daminozide na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> reduziram a área foliar sem, contudo, mencionar as perdas de matéria seca.

$$\hat{Y} = 11,2587 + 0,084R + 0,4466 * T - 0,2109 * RT, R^2 = 96,92\%$$

$$\hat{Y} = 11,3427 + 0,2357T \text{ (com retardante)}$$

$$\hat{Y} = 11,2587 + 0,4466T \text{ (sem retardante)}$$

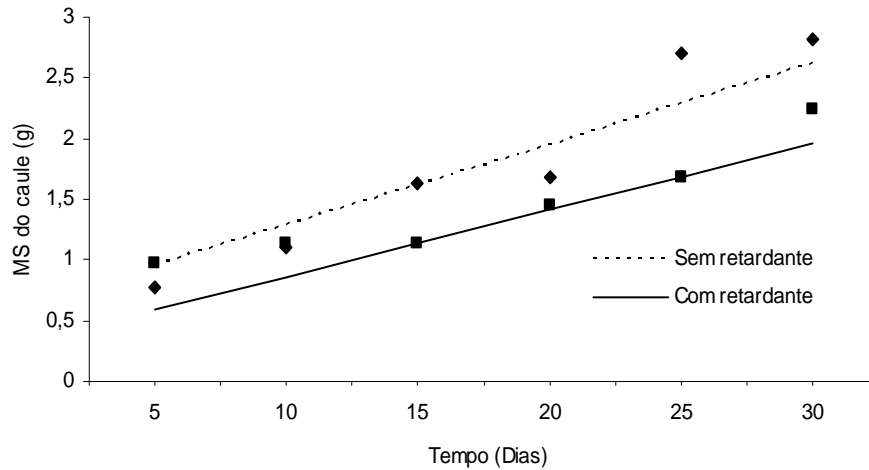


**Figura 19.** Estimativas do comprimento do caule (CC) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide. \*Significativo pelo teste t (P<0,05).

$$\hat{Y} = 0,6226 - 0,3506 \cdot R + 0,0665 \cdot T, R^2 = 86,94\%$$

$$\hat{Y} = 0,272 + 0,0665T \text{ (com retardante)}$$

$$\hat{Y} = 0,6226 + 0,0665T \text{ (sem retardante)}$$

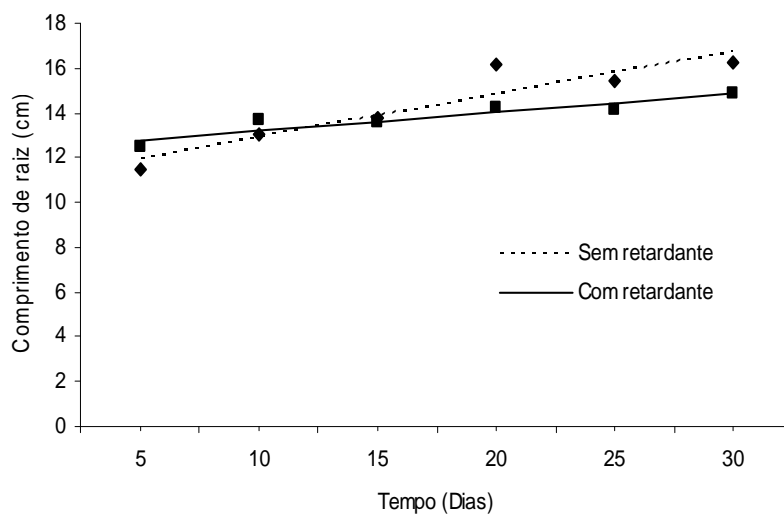


**Figura 20.** Estimativas do peso da matéria seca do caule (MSC) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide. \*Significativo pelo teste t (P<0,05).

$$\hat{Y} = 10,98 + 1,4013 \cdot R + 0,1916 \cdot T - 0,1091 \cdot RT, R^2 = 88,05\%$$

$$\hat{Y} = 12,3813 + 0,0825T \text{ (com retardante)}$$

$$\hat{Y} = 10,98 + 0,1916T \text{ (sem retardante)}$$

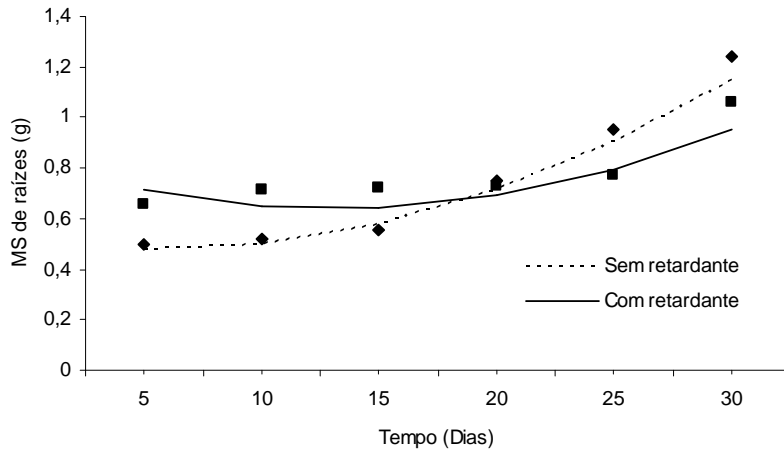


**Figura 21.** Estimativas do comprimento das raízes (CR) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide. \*Significativo pelo teste t (P<0,05).

$$\hat{Y} = 0,5076 + 0,3246R - 0,0117T + 0,011T^2 - 0,01725RT, R^2 = 96,48\%$$

$$\hat{Y} = 0,8322 - 0,02895T + 0,011T^2 \text{ (com retardante)}$$

$$\hat{Y} = 0,5076 - 0,0117T + 0,011T^2 \text{ (sem retardante)}$$

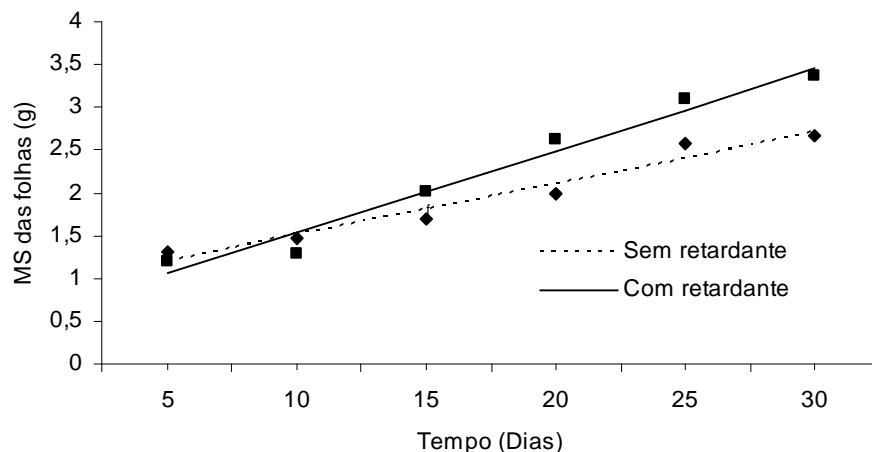


**Figura 22.** Estimativas do peso da matéria seca das raízes (MSR) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide. \*Significativo pelo teste t (P<0,05).

$$\hat{Y} = 0,9036 - 0,3322R + 0,06T + 0,0367RT, R^2 = 90,36\%$$

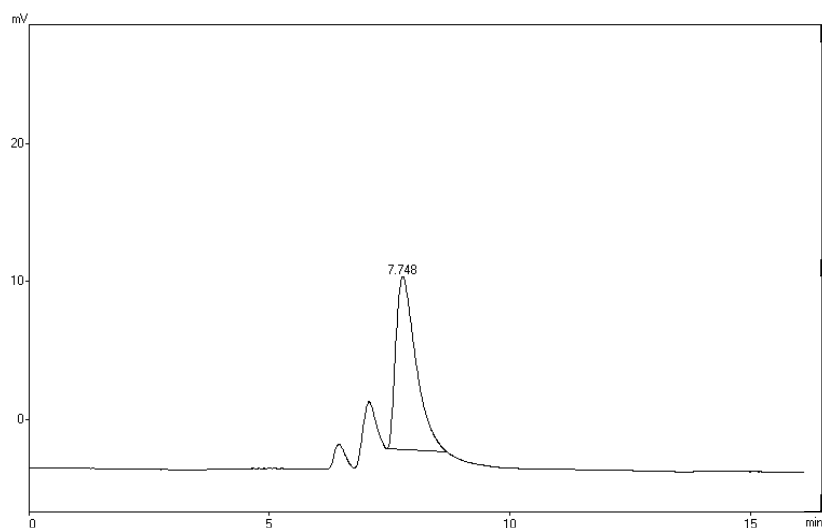
$$\hat{Y} = 0,5714 + 0,0967T \text{ (com retardante)}$$

$$\hat{Y} = 0,9036 + 0,06T \text{ (sem retardante)}$$

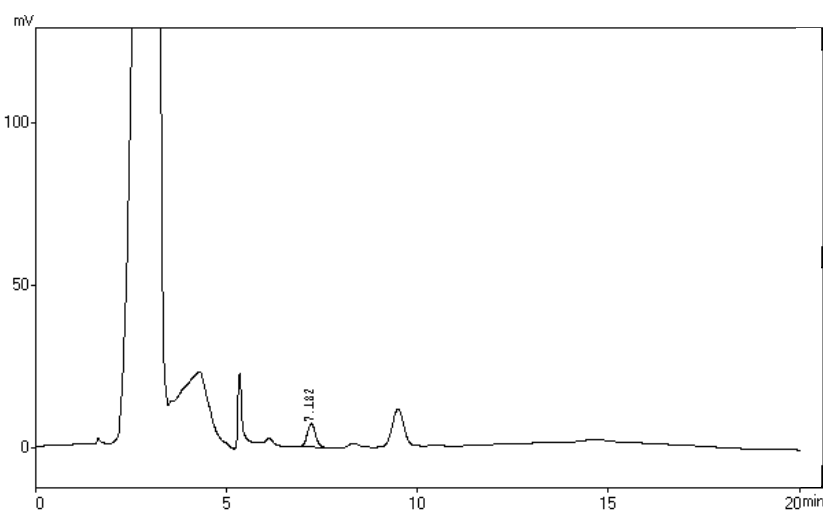


**Figura 23.** Estimativas do peso da matéria seca das folhas (MSF) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide. \*Significativo pelo teste t (P<0,05).

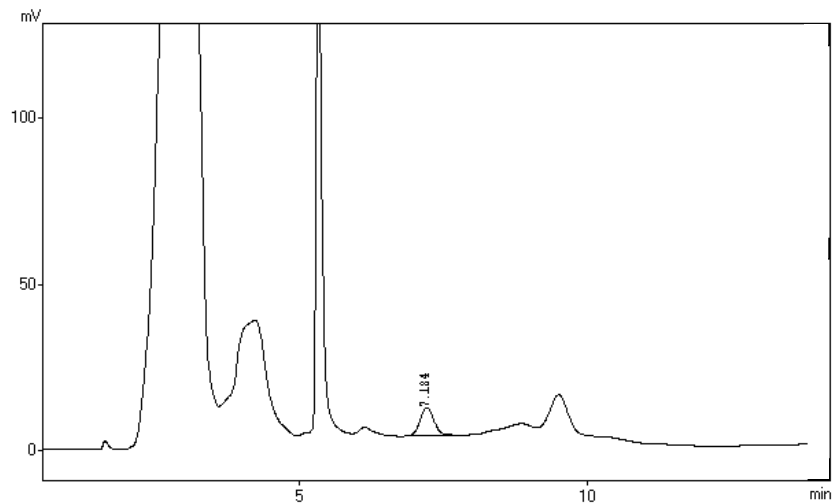
O cromatograma descrito na figura 24 demonstra o tempo de retenção do padrão químico de daminozide. As figuras 25, 26 e 27 apresentam o pico característico da presença do daminozide nos extratos de raiz, caule e folhas, respectivamente, no 10º dia após sua aplicação nas plantas.



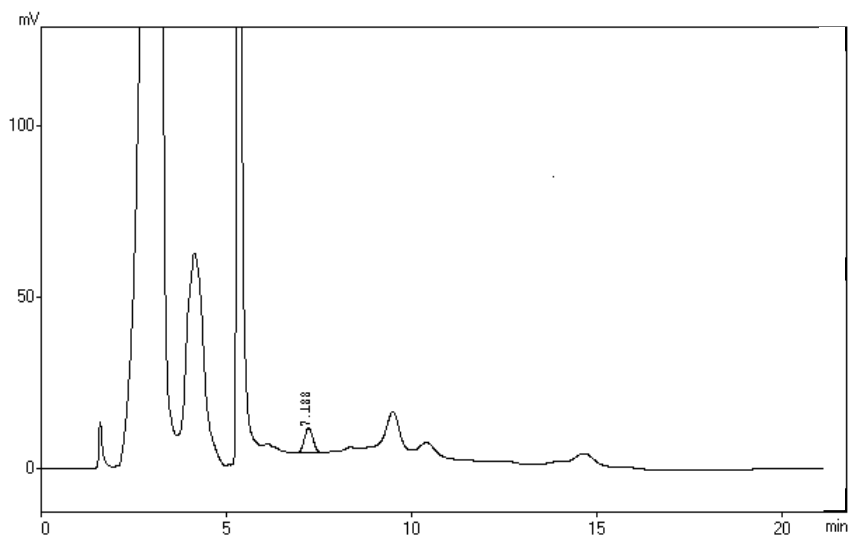
**Figura 24.** Cromatograma do padrão químico de daminozide. Pico característico do retardante com tempo de retenção de 7,7 minutos e área considerada para determinação da concentração.



**Figura 25.** Cromatograma do extrato de raízes de plantas de crisântemo 10 dias após a pulverização com daminozide. Pico característico do retardante com tempo de retenção de 7,18 minutos e área considerada para determinação da concentração.



**Figura 26.** Cromatograma de extrato do caule de plantas de crisântemo 10 dias após a pulverização com daminozide. Pico característico do retardante com tempo de retenção de 7,18 minutos e área considerada para determinação da concentração.



**Figura 27.** Cromatograma do extrato de folhas de plantas de crisântemo 10 dias após a pulverização com daminozide. Pico característico do retardante com tempo de retenção de 7,18 minutos e área considerada para determinação da concentração.

A maior concentração de daminozide foi verificada no tecido da folha seguido de caule e raízes (Figura 28). Tal ordem decrescente de concentração entre os órgãos não se alterou no período de estudo. A folha, caule e raiz

apresentaram entre o 5° e 20° dia após a aplicação, redução na concentração no tecido de 41,7 %, 30% e 48,4%, respectivamente. Possivelmente, a redução na concentração de daminozide não foi devida à decomposição química obtida neste intervalo de tempo. O efeito de diluição provocado pelo aumento da matéria seca dos órgãos vegetativos, mesmo que em menores taxas devido à ação do retardante, poderia reduzir as concentrações em níveis que permitissem às células das regiões sub-meristemáticas se alongarem e acumularem biomassa normalmente.

TAYAMA & CARVER (1992) citam que o alongamento do caule de crisântemo retornou à taxa de crescimento do caule do tratamento controle 15 dias após a aplicação de uniconazole ou de daminozide. FISHER *et al.* (1996) identificaram um padrão linear no decréscimo das taxas de crescimento das plantas tratadas com daminozide e afirmaram que o efeito no retardo do crescimento é dependente das concentrações aplicadas inicialmente. DICKS & CHARLES EDWARDS (1973) citam que o daminozide parece não ser metabolizado em crisântemo e que o decréscimo da concentração do regulador de crescimento parece estar relacionado primariamente à redução provocada pela nova biomassa. Este processo é mais rápido em plantas herbáceas do que em lenhosas devido à maior taxa de crescimento das herbáceas. A absorção inicial e o efeito residual do daminozide parece ser maior do que do cloromequat.

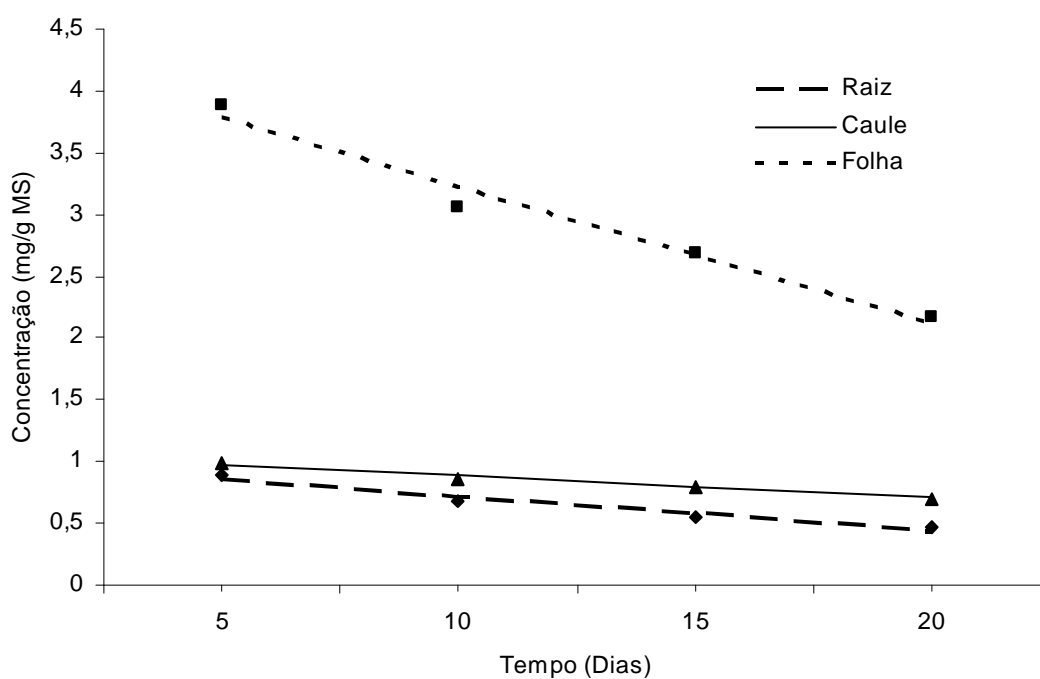
LARSEN & LIETH (1993) reportaram que daminozide apresenta um forte efeito inibitório do crescimento logo após aplicação e que a persistência do efeito na redução do alongamento do caule permaneceu por 34 dias. KARLOVIC *et al.* (2004) determinaram pela aplicação de concentrações

crecentes de daminozide que seus efeitos residuais permaneceram por pelo menos 42 dias. Considerando que as taxas de crescimento vegetativo se reduzem após o início da formação do botão floral e a possível translocação do retardante para o botão floral em crescimento, a concentração do retardante de crescimento nos órgãos vegetativos pode ser reduzida.

Raiz:  $\hat{Y} = 1,002 - 0,0284 * T$ ,  $R^2 = 96,12\%$

Caule:  $\hat{Y} = 1,0685 - 0,0187 * T$ ,  $R^2 = 99,05\%$

Folha:  $\hat{Y} = 4,3352 - 0,1108 * T$ ,  $R^2 = 97,20\%$



**Figura 28.** Estimativas da concentração do retardante de crescimento daminozide ao longo do tempo (T) na raiz, caule e folhas da variedade de crisântemo Indianópolis pulverizadas com 4000 mg L<sup>-1</sup> de daminozide.

#### 4.3.2. Paclobutrazol

As plantas tratadas com paclobutrazol apresentaram redução de 32% do comprimento do caule em relação às não tratadas (Figura 29) e redução no peso da matéria seca do caule de 42,8% (Figura 30), aos 30 dias. Paclobutrazol não apresentou efeito sobre o comprimento da raiz (Figura 31).

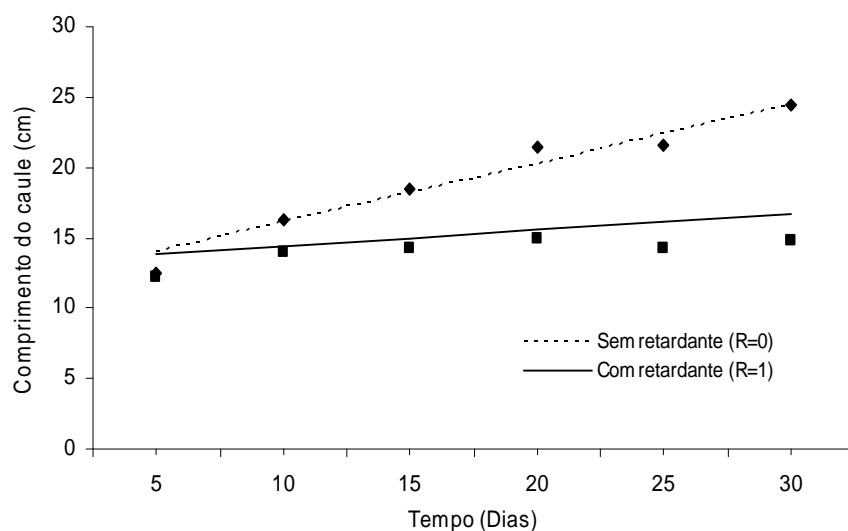
O peso da matéria seca das raízes de plantas com retardante de crescimento mostrou redução de 11,6 % em relação às sem retardante aos 30 dias após a aplicação (Figura 32).

Não houve efeito do paclobutrazol sobre o peso da matéria seca de folha (Figura 33). Normalmente nos trabalhos em que são testados retardantes de crescimento é avaliado o efeito sobre a área foliar, observando o aspecto indesejável da planta quando a área foliar é excessivamente reduzida pela ação do retardante. Entretanto, MAHGOUB *et al.* (2006) observaram aumento na matéria seca de folhas e raízes em *Calendula officinalis* tratadas com paclobutrazol. Em frutíferas tal efeito também é verificado nas folhas (STEFFENS *et al.*, 1985; SIQUEIRA *et al.*, 2008). HAMID & WILLIAMS (1997) verificaram translocação acrópeta preferencial (via xilema) do paclobutrazol aplicado no caule de *Swainsona formosa*. FAHL *et al.* (1985) citam que o tecido floemático da folha não é hábil condutor de paclobutrazol e que a absorção da parte aérea ocorre via caule. DOLE & WILKINS (1999) citam que a pulverização da parte aérea com triazóis deve ser dirigida ao caule devido à reduzida translocação a partir das folhas. GILBERTZ (1992) cita que a aplicação de paclobutrazol no momento em que o caule está pouco coberto pela folhagem apresenta maior eficiência.

$$\hat{Y} = 11,936 + 1,3540R + 0,4173 \cdot T - 0,3039 \cdot RT, R^2 = 96,22\%$$

$$\hat{Y} = 13,29 + 0,1134T \text{ (com retardante)}$$

$$\hat{Y} = 11,936 + 0,4173T \text{ (sem retardante)}$$

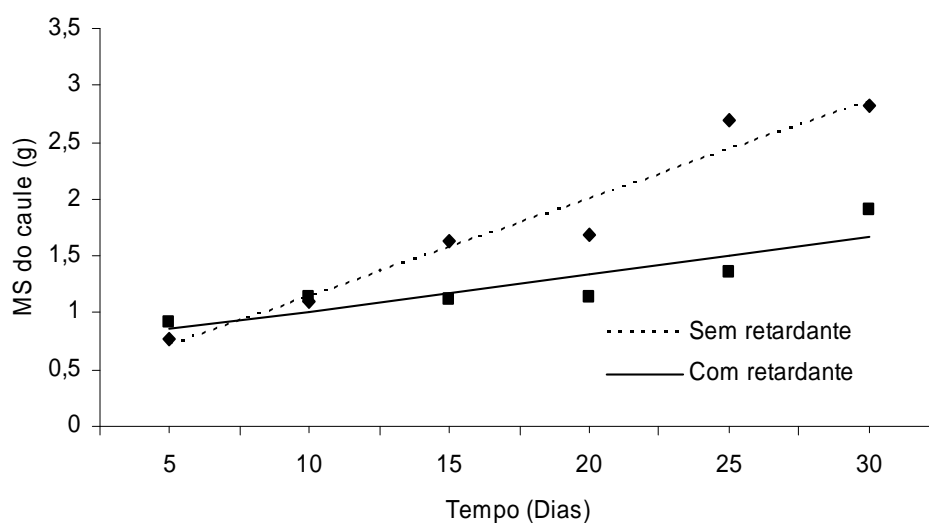


**Figura 29.** Estimativas do comprimento do caule (CC) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de  $80 \text{ mg L}^{-1}$  de paclobutrazol. \*Significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ ).

$$\hat{Y} = 0,283 + 0,04125R - 0,0859 \cdot T - 0,0537 \cdot RT, R^2 = 93,40\%$$

$$\hat{Y} = 0,3242 - 0,1396T \text{ (com retardante)}$$

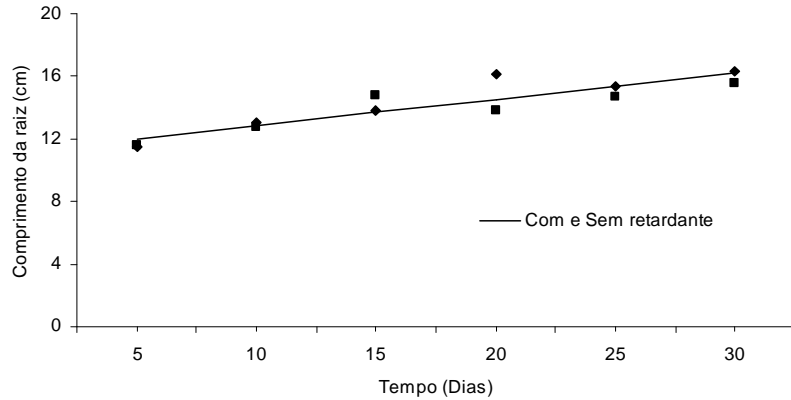
$$\hat{Y} = 0,283 - 0,0859T \text{ (sem retardante)}$$



**Figura 30.** Estimativas do peso da matéria seca do caule (MSC) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de  $80 \text{ mg L}^{-1}$  de paclobutrazol. \*Significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ ).

$$\hat{Y} = 11,1827 + 0,16 * T, R^2 = 81,70\%$$

$$\hat{Y} = 11,1827 + 0,16 * T \text{ (com e sem retardante)}$$

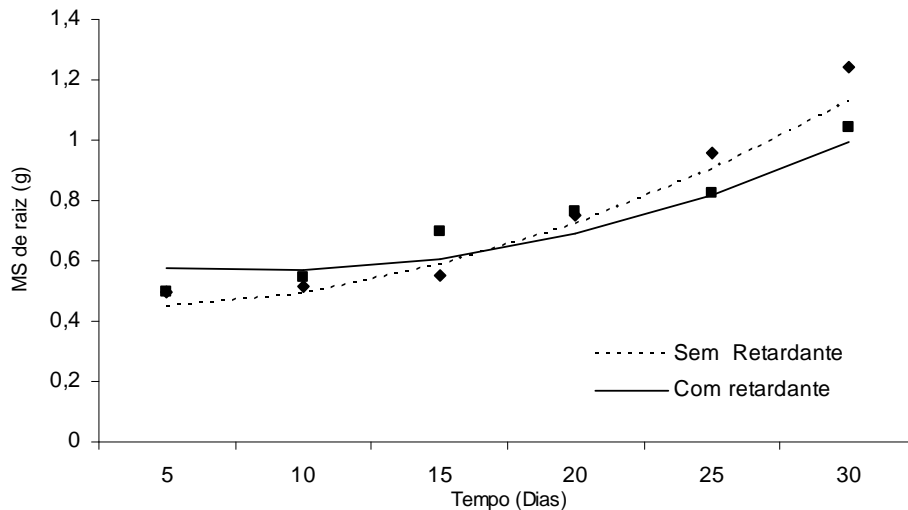


**Figura 31.** Estimativas do comprimento das raízes (CR) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 80 mg L<sup>-1</sup> de paclobutrazol. \*Significativo pelo teste t (P<0,05).

$$\hat{Y} = 0,4276 + 0,1662 * R - 0,0042T + 0,0009 * T^2 - 0,0105 * RT, R^2 = 97,08\%$$

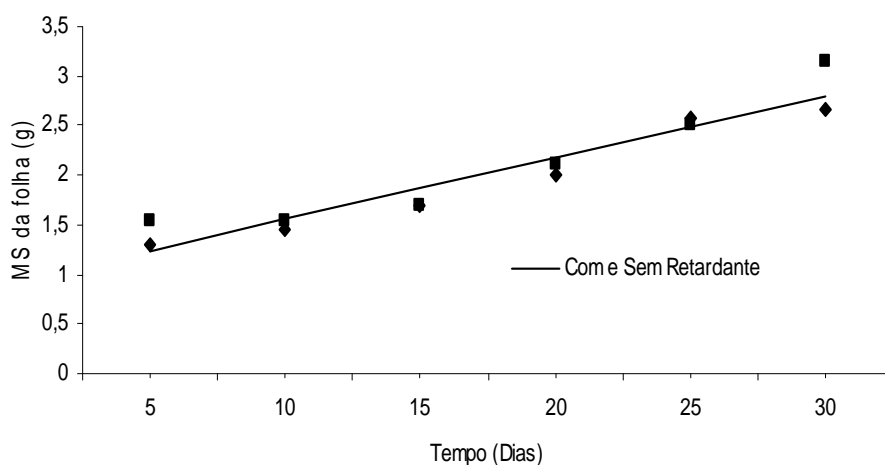
$$\hat{Y} = 0,5938 - 0,0147T + 0,0009T^2 \text{ (com retardante)}$$

$$\hat{Y} = 0,4276 + 0,0042T + 0,0009T^2 \text{ (sem retardante)}$$



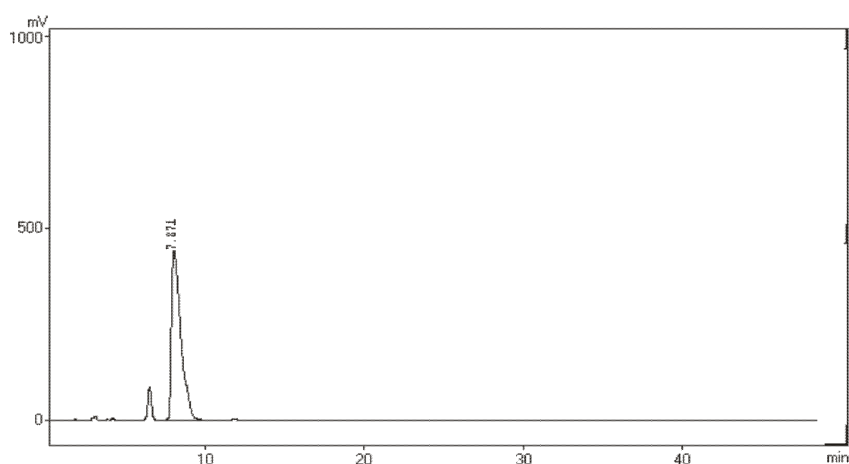
**Figura 32.** Estimativas do peso da matéria seca das raízes (MSR) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 80 mg L<sup>-1</sup> de paclobutrazol. \*significativo pelo teste t (P<0,05).

$$\hat{Y} = 0,9320 + 0,0622 * T, R^2 = 90,87\%$$

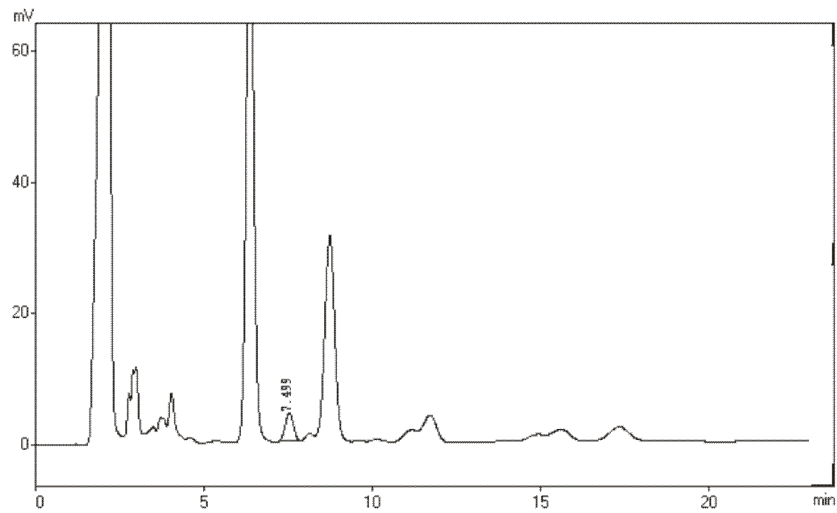


**Figura 33.** Estimativas do peso da matéria seca das folhas (MSF) da variedade de crisântemo Indianópolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de  $80 \text{ mg L}^{-1}$  de paclobutrazol. \*significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ ).

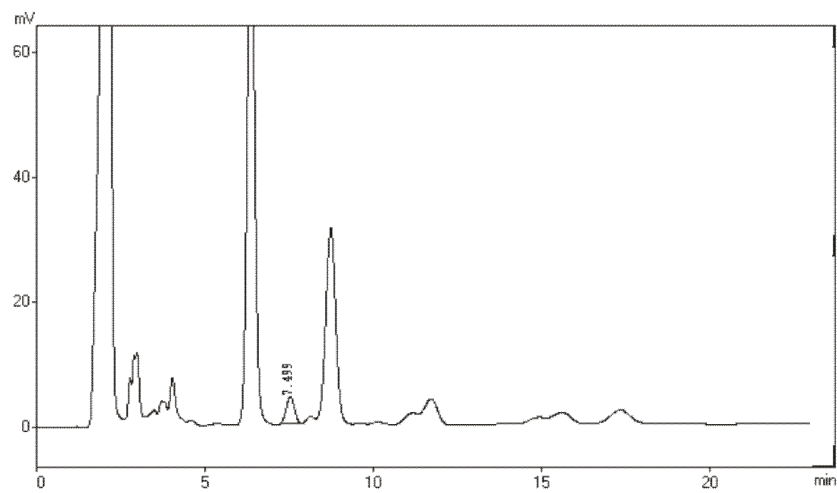
O cromatograma apresentado na Figura 34 demonstra o pico e o tempo de retenção do padrão químico do paclobutrazol. As figuras 35, 36 e 37 demonstram o pico característico da presença do paclobutrazol em extratos de raiz, caule e folha, respectivamente, 10 dias após a aplicação do retardante.



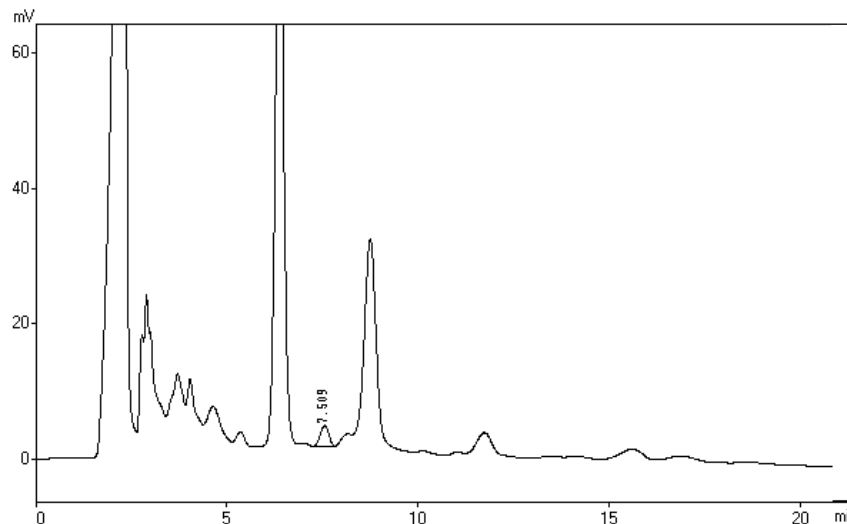
**Figura 34.** Cromatograma do padrão químico de paclobutrazol. Pico característico do retardante, com tempo de retenção de 7,8 minutos e área considerada para determinação da concentração.



**Figura 35.** Cromatograma do extrato de raízes de plantas de crisântemo 10 dias após a pulverização com paclobutrazol. Pico característico do retardante com tempo de retenção de 7,49 minutos.



**Figura 36.** Cromatograma do extrato de caule de plantas de crisântemo 10 dias após a pulverização com paclobutrazol. Pico característico do retardante com tempo de retenção de 7,49 minutos.



**Figura 37.** Cromatograma do extrato de folhas de plantas de crisântemo 10 dias após a pulverização com paclobutrazol. Pico característico do retardante com tempo de retenção de 7,5 minutos.

A folha apresenta a maior concentração de paclobutrazol entre o 5° e 20° dia de amostragem, seguida por caule e raízes (Figura 38). As concentrações estimadas no caule e raiz são bem semelhantes, contudo, os efeitos observados em cada um dos órgãos são diferentes. Tanto sobre o comprimento como sobre o acúmulo de matéria seca (Figuras 29 a 32). O suprimento de giberelinas a partir de outras partes da planta para as raízes ou a baixa capacidade do paclobutrazol em bloquear a síntese de giberelinas nas raízes das plantas, podem ter mantido a mesma capacidade de crescimento das raízes quando sob influência do paclobutrazol. TAIZ e ZEIGER (2004) citam que a giberelina é principalmente sintetizada no ápice caulinar e folhas jovens e transportada para outras partes da planta, mas a detecção de giberelinas no exsudato de raízes sugere a síntese neste órgão e possível transporte via xilema para a parte aérea. PINTO *et al.* (2006), em trabalho com

açafrão-da-conchicina, também identificou efeito do paclobutrazol na redução no peso da matéria seca das raízes.

Não houve efeito do paclobutrazol sobre o peso da matéria seca de folha (Figura 33), embora as folhas tenham apresentado a maior concentração de paclobutrazol (Figura 38).

Folha, caule e raízes apresentaram, entre o 5° e 20° dia após a aplicação, redução na concentração de 23,5%, 27% e 45,5%, respectivamente.

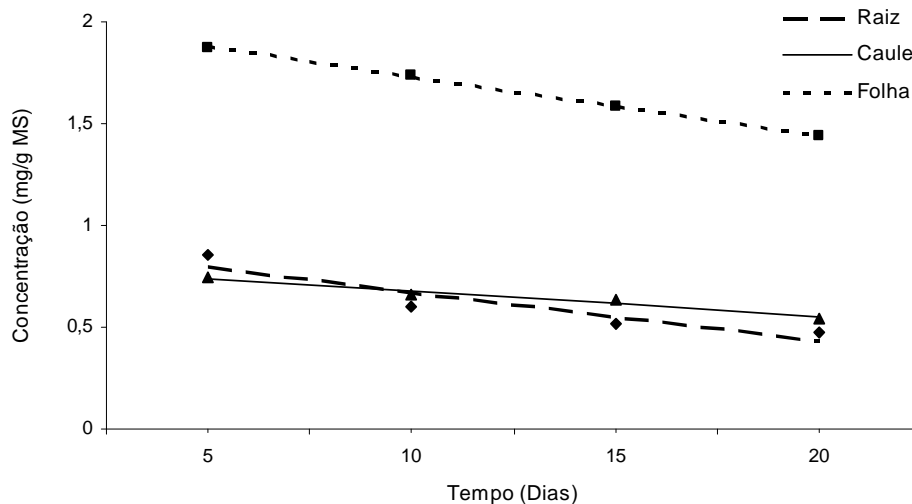
Considerando o ingresso da planta nas fases subseqüentes de desenvolvimento após o 30° dia da poda apical, em que estruturas reprodutivas serão produzidas, a concentração em cada um dos órgãos vegetativos pode ser reduzida pelo efeito de diluição da nova biomassa que irá se acumular.

O paclobutrazol possui maior atividade em relação ao cloromequat e ao daminozide (GOULSTON e SHEARING, 1985; DAVIS *et al.*, 1988; STYER e KORANSKI, 1997; BAILEY e WHIPKER, 2001). Assim, STERRETT (1985) constatou que 27 dias após a aplicação de <sup>14</sup>C paclobutrazol em *Malus*, 85% dos extratos da planta eram iguais aos extratos analisados no momento da aplicação, indicando a lenta metabolização de reguladores de crescimento do tipo triazóis no tecido vegetal. JACSON *et al.* (1996) observaram que em meio estéril, à temperatura de 25°C, a redução da concentração de paclobutrazol marcado com <sup>14</sup>C, em relação à concentração inicial, foi de 2% em 80 dias, mesmo não determinando os produtos da degradação do paclobutrazol.

Raiz:  $\hat{Y} = 0,9137 - 0,0241 \cdot T$ ,  $R^2 = 85,42 \%$

Caule:  $\hat{Y} = 0,8042 - 0,0126 \cdot T$ ,  $R^2 = 95,36 \%$

Folha:  $\hat{Y} = 2,026 - 0,0293 \cdot T$ ,  $R^2 = 99,90 \%$



**Figura 38.** Concentração do retardante de crescimento paclobutrazol ao longo do tempo na raiz, caule e folhas na variedade de crisântemo Indianópolis.

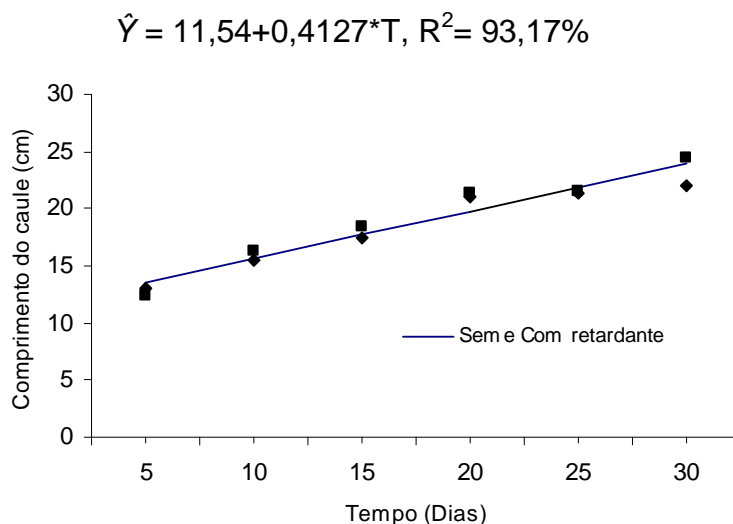
#### 4.3.3. Clormequat

Não houve efeito do clormequat no comprimento do caule (Figura 39) e peso da matéria seca do caule (Figura 40).

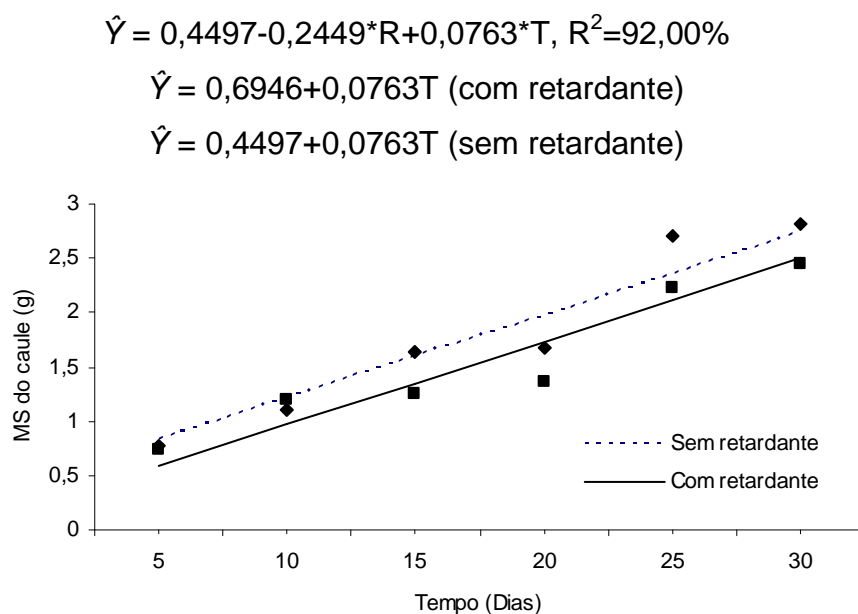
Clormequat proporcionou a redução do comprimento da raiz (Figura 41) em 14,28 % e do peso da matéria seca da raiz (Figura 42) em 10,9% aos 30 dias.

Não houve efeito do clormequat sobre o peso da matéria seca da folha (Figura 43). É comum observar um aumento do peso foliar pela ação do retardante de crescimento no aumento da espessura da lâmina foliar (WILLIAMSON *et al.*, 1986; SIQUEIRA *et al.*, 2008). A concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> foi suficiente para provocar amarelecimento no bordo das folhas mais jovens, sintoma característico de fitotoxidez, o qual permaneceu nestas folhas

até o final do experimento. Pulverizações foliares de clomequat podem resultar em clorose marginal nas folhas devido ao acúmulo e alterações nos cloroplastos nesta região da folha (BARRET & HOLCOMB, 1993). Manchas cloróticas podem ocorrer de três a cinco dias após a aplicação do clomequat e permanecer até o final do ciclo da planta (SABBAGH, 2008).



**Figura 39.** Estimativas do comprimento do caule (CC) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de clomequat. \*significativo pelo teste t (P<0,05).

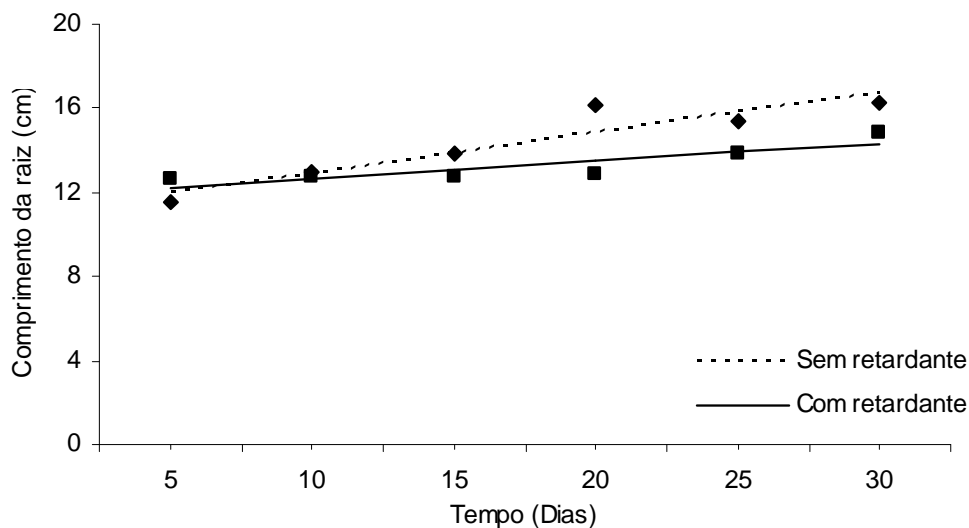


**Figura 40.** Estimativas do peso da matéria seca do caule (MSC) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de clomequat. \*significativo pelo teste t (P<0,05).

$$\hat{Y} = 10,99 + 0,808R + 0,1916 * T - 0,1066 * RT, R^2 = 87,88\%$$

$$\hat{Y} = 0,11798 + 0,085T \text{ (com retardante)}$$

$$\hat{Y} = 10,99 + 0,1916T \text{ (sem retardante)}$$

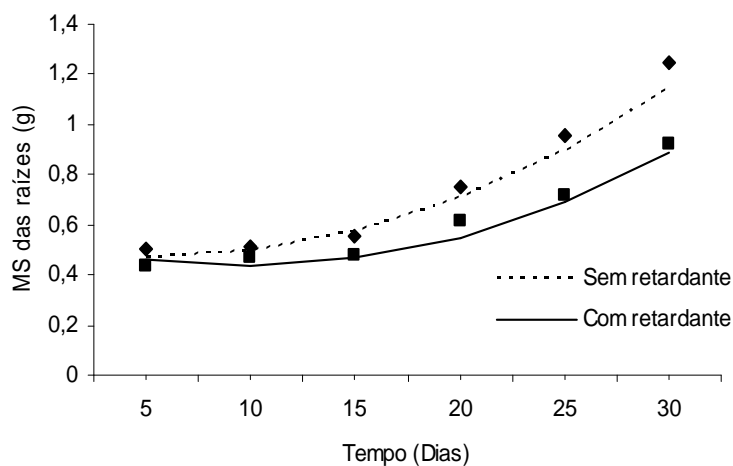


**Figura 41.** Estimativas do comprimento das raízes da variedade (CR) de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de clomequat. \*significativo pelo teste t (P<0,05).

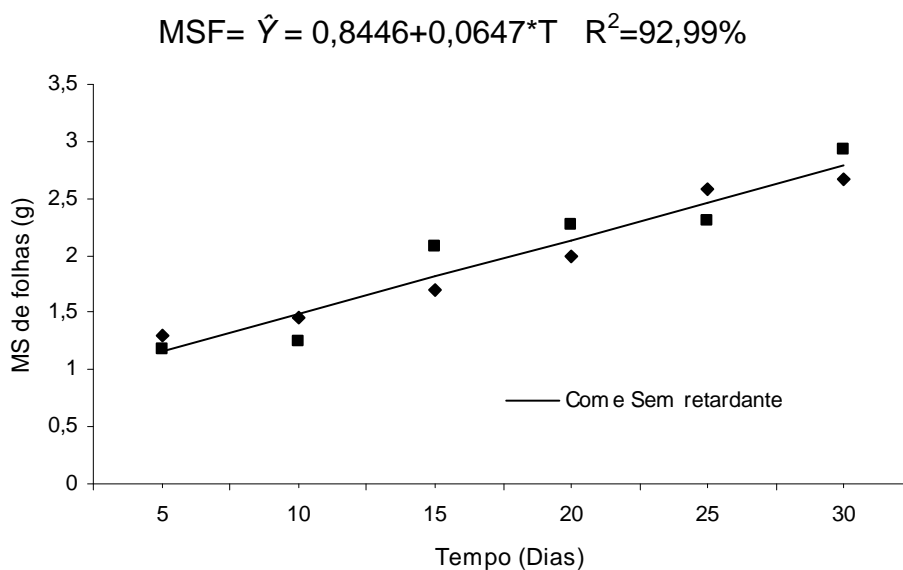
$$\hat{Y} = 0,5008 + 0,042R - 0,0106 * T + 0,0011 * T^2 - 0,0109 * RT, R^2 = 98,95\%$$

$$\hat{Y} = 0,5428 - 0,0215T + 0,0011T^2 \text{ (com retardante)}$$

$$\hat{Y} = 0,5008 - 0,0106T + 0,0011T^2 \text{ (sem retardante)}$$



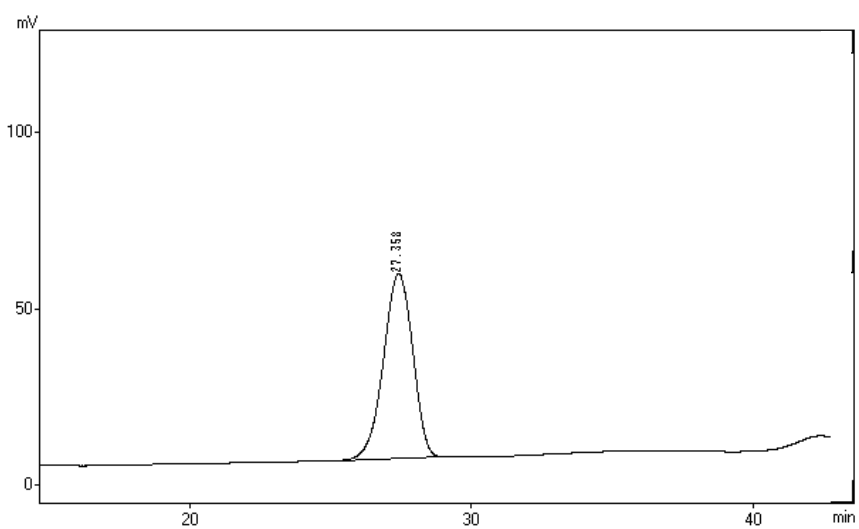
**Figura 42.** Estimativas do peso da matéria seca das raízes (MSR) da variedade de crisântemo Indianápolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de clomequat. \*significativo pelo teste t (P<0,05).



**Figura 43.** Estimativas do peso da matéria seca das folhas (MSF) da variedade de crisântemo Indianópolis em função do tempo (T), com (R=1) ou sem retardante (R=0), na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup> de cloromequat. \*significativo pelo teste t (P<0,05).

Embora se tenha detectado o padrão químico de cloromequat (Figura 44), os cromatogramas não revelaram a presença do cloromequat nos extratos da raiz, caule e folha durante todo o período de amostragem. DAVIS & CURRY (1991) citam que o cloromequat é um composto altamente móvel nas plantas. Fato comprovado por LORD & WHEELER (1981), que observaram que o cloromequat marcado com <sup>14</sup>C, aplicado na parte aérea, translocou entre folhas velhas e brotos novos em plantas de cevada e trigo. A não obtenção de plantas de menor altura pode ser decorrente da insensibilidade da variedade utilizada ou dos efeitos fitotóxicos que acabaram por prevalecer em relação à redução das taxas de crescimento do caule que deveria ter sido provocada pelo retardante de crescimento. Contudo, o cloromequat pode ter sido translocado até as raízes, onde provocou a redução de seu comprimento (Figura 41) e matéria seca (Figura 42). A metabolização do cloromequat antes de sua extração e/ou as dificuldades da técnica em determinar pequenas quantidades

de cloromequat podem ter contribuído para a sua não detecção por cromatografia líquida de alta eficiência. DEKHUIJZEN & VONK (1974) demonstraram que o cloromequat aplicado no substrato com plântulas de trigo translocou para parte aérea e que 50% foi metabolizado em 7,5 dias, sendo parte liberado na forma de CO<sub>2</sub> ou metabolizado para glicina e depois incorporado à fração protéica da planta.



**Figura 44.** Cromatograma do padrão químico de cloromequat. Pico característico do retardante, com tempo de retenção de 7,8 minutos, área considerada para determinação da concentração.

## 5. CONCLUSÕES

- ✓ A intensidade luminosa e a frequência de aplicação afetaram menor número das características avaliadas;
- ✓ Número de dias longos, variedade, retardante de crescimento e concentração do retardante de crescimento afetam maior número de características tanto isoladamente como em combinação dupla com os outros fatores;
- ✓ A intensidade luminosa durante o período de dias longos tem efeito na redução da altura das plantas, diâmetro da planta e número de botões florais e no aumento de número de haste florais, longevidade das inflorescências e aumento da densidade de área foliar quando combinado o fator número de dias longos;
- ✓ Menor intensidade luminosa, número de dias longos ou plantas da variedade White Mega Time apresentaram maior longevidade das inflorescências em todas as combinações duplas com os demais fatores;
- ✓ Número de hastes florais, peso da matéria seca de folha, número de botões florais e área foliar total não foram afetados pela concentração e frequência de aplicação de daminozide, paclobutrazol e cloromequat;
- ✓ Daminozide somente apresentou efeito de concentração sobre as características avaliadas;
- ✓ Cloromequat não afetou a altura da planta e apresentou sintomas de fitotoxidez;
- ✓ Paclobutrazol aplicado via pulverização reduziu a altura da planta com efeito somente da concentração;

- ✓ Plantas com altura comercialmente desejada da variedade Indianópolis são obtidas com a aplicação da concentração de 42,85 mg L<sup>-1</sup> de paclobutrazol aplicada somente uma vez durante o ciclo de cultivo.
- ✓ A menor altura da planta da variedade Indianópolis (17,7cm), equivalente a 1,84 vezes a altura do vaso, é obtida com a concentração de 2065 mg L<sup>-1</sup> de daminozide aplicado uma vez durante o ciclo de cultivo.
- ✓ Daminozide e paclobutrazol foram detectados por cromatografia líquida de alta eficiência em tecidos de folha, caule e raiz;
- ✓ O cloromequat não foi detectado no tecido da planta por cromatografia líquida de alta eficiência.
- ✓ O daminozide e paclobutrazol apresentaram maior concentração na folha seguida de caule e depois raiz;
- ✓ O daminozide apresentou taxa de redução da concentração maior na folha seguida de caule e depois raiz;
- ✓ O paclobutrazol apresentou taxa de redução da concentração maior na folha seguida de raiz e depois caule.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI, G. H. & ASCARI-RABURI, N. Enhancement of IBA, urea-phosphate, paclobutrazol and their combinations on rooting of royal poinciana (*Delonix regia*) stem cuttings. **American-Eurasian Journal & Environmental Science**, v. 6, n. 2, p. 132-136, 2009.

AL-KHASSAWNEH, N. M.; KARAM, N. S.; SHIBLI, R. A. Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators. **Scientia Horticulturae**, v.10, n. 2, p.187-193, 2006.

ANDERSEN, A. S.; ANDERSEN, L. Growth regulation as a necessary prerequisite for introduction of new plants. **Acta Horticulturae**. v. 541, p.183-193, 2000.

ARBOS, A.M. **El crisântemo: cultivo, multiplicación y enfermedades**. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. 170p.

BARBOSA, J. G. **Crisântemos- Produção de Mudas; cultivo para corte de flor; cultivo em vaso e cultivo hidropônico**. Aprenda fácil, Viçosa/MG, 220p, 2003.

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

BARRET, J. E.; BARTUSKA, C. A.; NELL, T. A. Comparison of paclobutrazol drench and spike applications for height control of potted floriculture crops. **HortScience**, v. 29, n.3, p.180-182, 1994a.

BARRET, J. E.; BARTUSKA, C. A.; NELL, T. A. Application techniques alter uniconazole efficacy on chrysanthemums. **HortScience**, v. 29, n. 8, p.893-895, 1994b.

BARRET, J. E.; HOLCOMB, E. J. Growth regulating chemicals. In: WHITE, J. (ed) **Geraniums IV**. West Chicago: BallPublishing, 1993. cap. 7, p. 65-74.

BAILEY, D.A.; WHIPKER, B.E. Height control of commercial greenhouse flowers. **Horticulture Information Leaflets**. North Caroline State University, 2001. 17p.

BEARCE, B. C.; SINGHA, S. Response of poinsettia to preplant root-zone soaks in uniconazole. **HortScience**, v. 27, n.11, p. 1227-1228, 1992.

BICCHI, C.; CORDERO, C.; RUBIOLO, P.; OCCELI, A. Determination of daminozide residues in apple pulp using HPLC- DAD-UV. **Journal of Agricultural Food Chemical**, v. 49, n.8, p. 3548-3552, 2001.

BRUM, B.; SANTOS, U. J.; RODRIGUES, M. A. ; BELLÉ, R. A.; LOPES, S. J.; Crescimento, duração do ciclo e produção de inflorescências de crisântemo multiflora sob diferentes números de despontes e tamanhos de vaso. **Ciência Rural**, v. 37, n.3 p. 682-689, 2007.

BRUNER, L.; KEEVER, G.J.; GILLIAM, C.H.; KESSLER, J.R. Growth Regulation of *Canna x generalis* 'Florence Vaughan'. **Journal of Environmental Horticulturae**. v.18, n.3, p.171-174, 2000.

CARLUCCI, M. V.; FAHL, J. I.; MATTHES, L. A. F. Efeito de retardantes de crescimento em *Ruellia Colorata*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.3, n. 2, p.103-106, 1991.

CASTRO, C. E. F. Cadeia produtiva de flores e plantas e ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 4, n. 1/2, p. 1-46, 1998.

CLARO, D. P.; SANTOS, A. C. & CASTRO, P. B. O. Um diagnóstico agregado da produção de flores no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 7, n. 1, p. 9-15, 2001.

COELHO, Y. S.; OLIVEIRA, A.A.R.; CALDAS, R.C. Efeitos do ácido giberélico (GA3) no crescimento de porta-enxertos para citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.11, p.1229-1232, 1983.

CRATER, G. D. Potted chrysanthemum. In: LARSON, R. A. **Introduction to floriculture**. California: Academic Press, p. 251-287, 1992.

CRUZ, M. C. M.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P.R. Influência do paclobutrazol e da temperatura ambiente sobre o florescimento e frutificação da limeira ácida 'Tahiti'. **Ciência e Agrotecnologia**. v.32, n.4, p.1148-1153, 2008.

DAVIS, T. D.; CURRY, E. A. Chemical regulation of vegetative growth. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 10, n.2, p. 151-188, 1991.

DAVIS, T.D.; STEFFENS, G.L.; SANKHLA, N.; Triazole plant growth regulators. **Horticultural Reviews**, v.7, p.69-108, 1988.

DEKHUIJZEN, H. M.; VONK, C. R. The distribution and degradation of chlormequat in wheat plants. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. v. 4, p. 346-355, 1974.

DICKS, J. W.; CHARLES EDWARDS, D. A. A quantitative description of inhibition of stem growth in vegetative lateral shoots of *Chrysanthemum morifolium* by *N*-dimethylaminosuccinamic acid (Daminozide). **Planta**, v.112, p.71-82, 1973.

DOLE, J. M.; WILKINS, **Floriculture - principles and species**. Prentice Hall, New Jersey, 1999, 613p.

DOMIR, S. C. & BROWN, G. K. Distribution and metabolic fate of (<sup>14</sup>C) [carbon isotopes]-daminozide [chemical growth regulators] injected into silver maple [Acer saccharinum] and American sycamore [Platanus occidentalis] seedlings. **Pesticide Science**, v. 9, n. 1, p. 27-32, 1978.

DOMIR, S.C. Fate of [<sup>14</sup>C] daminozide and [<sup>14</sup>C] maleic hydrazide in American elm (*Ulmus americana* L.). **Pesticide Science**, v.11, n.4, p.418–422, 1980.

EINERT, A. E. Slow-release ancymidol for poinsettia by impregnation of clay pots. **HortScience**, v. 11, p. 374-375, 1976.

EL-SHEIBANY, O. M.; EL-MALKI N.A.; BARRAS-ALI A. Effect of application of growth retardant ALAR on some foliage characters of local cultivar of chrysanthemum. **Journal of Science and Its Applications**, vol. 1, n. 2, p.15-20, 2007.

EL-SHEIBANY, O.M.; EL-MALKI, N.A.; BARRAS-ALI, A. Effect of growth retardant alar on some anatomical and chemical changes in local cultivar of *Chrysanthemum morifolium*. **Journal of Science and Its Applications**, v. 2, n. 1, p. 1-5, 2008.

FAHL, J. I.; CATTANEO S. L. F.; SOARES, J. E. Efeitos do paclobutrazol no crescimento e na floração de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*, Ramat). **Planta Daninha**, v. 9, n. 1/2, 1985.

FERNANDES, G.; JOHNSTON, M. **Fisiologia experimental**. São José: Instituto Americano de cooperacion para la agricultura, 1986, 427p.

FISHER, P. R.; HEINS, R. D.; LIETH, J. H. Modeling the stem elongation response of poinsettia to chlormequat. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.121, n.5, p.861-868, 1996.

GENT, M. P. N. Persistence of Triazole Growth Retardants on Stem Elongation of *Rhododendron* and *Kalmia*. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.16, p.197-203, 1997.

GIANFAGNA, T.J. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. In: DAVIES, P.J. ed. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Boston: Martinus Nijhoff, 1987. p. 615-655.

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

GOULSTON, G. H.; SHEARING, S.J. Review of the effects of paclobutrazol on ornamental pot plants. **Acta Horticulturae**, n.167, p.339-348, 1985.

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

HAMID, M. M.; WILLIAMS, R. R. Translocation of paclobutrazol and gibberellic acid in sturt's desert pea (*Swainsona formosa*). **Plant Growth Regulation**, v. 23, p.167-171, 1997.

HAQUE, S., FAROOQI, A. H. A., GUPTA, M. M., SANGWAN R. S. KHAN, A. Effect of ethrel, chlormequat chloride and paclobutrazol on growth and pyrethrins accumulation in *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. **Plant Growth Regulator**, v.51, p.263-269, 2007.

HAYASHI, T., HEINS, R.D., CAMERON A.C.; CARLSON, W.H. Ethephon influences flowering, height, and branching of several herbaceous perennials. **Scientia Horticulturae**, v. 91, n. 3-4, p. 305-324, 2001.

HOLCOMB, E. J.; WHITE, J. W. A technique for soil application of growth retardant. **HortScience**, v. 5, p. 16-17, 1970.

HUANG, H.; CAO, S.Y.; QIAO, X.S.; LU, R. The effect of paclobutrazol on growth of some Asian pears. **Scientia Horticulturae** v.38, n. 1-2, p.43-47,1989.

Instituto Brasileiro de Floricultura. **Padrão Ibraflor de Qualidade**. São Paulo: IBRAFLOR, 2006. 87p.

JACKSON, M. J.; LINE, M. A. & HASAN, O. Microbial degradation of a recalcitrant plant growth retardant-paclobutrazol (PP333). **Soil Biology & Biochemistry**. v. 28, n. 9, p. 1265-1267, 1996.

KAMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária. 2000. 254p.

KARLOVIC, K.; VRŠEK, I.; ŠINDRAK, Z.; ŽIDOVEC, V.; Influence of growth regulators on the height and number of inflorescence shoots in the chrysanthemum cultivar 'Revert'. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 69, n.2/3, p.63-66, 2004.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima,2004. 531p.

LARSEN, R. U.; LIETH, J. H. Shoot elongation retardation owing to daminozide in chrysanthemum: I. Modeling single applications. **Scientia Horticulturae**, v.53, n.1/2, p.109-125, 1993.

LARSON, R.A. **Introduction to floriculture**. San Diego: Academic Press, 1997. 636p.

LAUTIÉ, J. P.; STANKOVIC, V.; SINOQUET, G. Determination of chlormequat in pears by high-performance thin layer chromatography and high-performance liquid chromatography with conductimetric detection. **Analisis**, v. 28, p. 155-158, 2000.

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

LORD, K. A.; WHEELER, A. W. Uptake and movement of <sup>14</sup>C.chlormequat chloride applied to leaves of barley and wheat. **Journal of Experimental Botany**, v. 32, n. 3, p. 599-603, 1981.

LOZOYA-SALDAÑA, H. L. Inibidores de crescimento para margarita (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) en maceta. I: alar y cycocel. **Revista Chapingo**, n. 78, p.19-24, 1992.

MAHGOUB, M. H., AZIZ, N. G. A. E., YOUSSEF, A. A. Influence of foliar spray with paclobutrazol or glutathione on growth, flowering and chemical composition of *Calendula officinalis* L. plant. **Journal of Applied Sciences Research**. v.2, n.11, p.879-883, 2006.

MAINARDI, J. C.C.T., BELLE, R. A., MAINARDI, L. Produção de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) 'Snodon' em vaso II: ciclo da cultivar, comprimento, largura e área da folha. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1709-1714, 2004.

MAUS, W.L. Effect of paclobutrazol and uniconazole-P on *Hibiscus rosa sinensis* **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.100, p.373-375, 1987.

McDANIEL, G. L. Comparison of paclobutrazol, flurprimidol and tetcyclasis for controlling poinsettia height. **HortScience**, v. 21, n.5, p.1161-1163, 1986.

McMAHON, M. J.; KELLY, J. W. CuSO<sub>4</sub> influence flowering of *Chrysanthemum* cv. Spears. **Scientia Horticulturae**. v.79, p.207-215,1999.

MEJIAS, R. J.; RUANO, M. C. **El Cultivo industrial de plantas em maceta**. Reus: Ediciones de Horticultura, S. L. 1990. 664p.

MENEZES, I.T. de. **Efeito do Alar. (Ácido-succínico-2,2 dimetilhidrazina) no crescimento e desenvolvimento de *Pachytachys lutea* Nees.** 1982, 56 p. Dissertação ( mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG).

MENHENETTE, R. Effects of Growth Retardants, Gibberellic Acid and Indol-3-ylacetic Acid on Stem Extension and Flower Development in the Pot Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). **Annals of Botany**, v.43, p. 305-318, 1979.

MENHENETT, R. Comparison of a new triazole retardant paclobutrazol (PP 333) with ancymidol, chlorphonium chloride, daminozide and piproctanyl bromide, on stem extension and inflorescence development in *Chrysanthemum morifolium* Ramat, , **Scientia Horticulturae**, v. 24, n.3-4, p.349-358, 1984.

MURRAY, G. E.; SANDERSON, K. C.; WILLIAMS, J. C. Application methods and rates of ancymidol on plant height and seed germination of bedding plants. **HortScience**, v. 21, n.1, p. 120-122, 1986.

NISHIJIMA, T.; NONAKA, M.; KOSHIOKA, M.; IKEDA, H.; DOUZONO, M.; YAMAZAKI, H.; MANDER, L. N. Role of gibberellins in the thermoperiodic regulation of stem elongation in *Dendranthema grandiflorum* Tzvelev. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v.61, n.8, p.1362-1366, 1997.

NOTHNAGL, M.; LARSEN, R. U.; The relationship between chrysanthemum flower diameter and light condition in the greenhouse - A modeling approach. **Acta Horticulture**, v.593, p.179-184, 2002.

NUCCI, T. A.; FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C.; MATTHES, L. A. F. Efeitos de fitorreguladores no crescimento e na floração de plantas de gerânio. **Bragantia**, v. 50, n. 1, p.39-44, 1991.

OLSEN, W. W., ANDERSEN, A. S. The influence of five growth retardants on growth and postproduction qualities of *Osteospermum ecklonis* cv. "Calypso". **Scientia Horticulturae**, v.62, n.4, p.263-270, 1995.

PEETERS, M. C.; DEFLOOR, I.; COSEMANS, J.; DELCOUR, J. A.; OOMS, L.; DELIVIER, R.; VOS, D. D. Simple ion chromatographic method for the determination of chlormequat residues in pears. **Journal of Chromatography**, v.920, n.1/2, p.255-259, 2001.

PINTO, A. C. R.; GRAZIANO T. T.; BARBOSA J. C.; LASMAR, F. B. Retardadores de crescimento na produção de plantas floridas envasadas de açafraão-da-cochinchina. **Bragantia**, v.65, n.3, p. 369-380, 2006.

POBUDKIEWICZ, A.; TREDER, J. Effects of flurprimidol and daminozide on growth and flowering of oriental lily 'Mona Lisa'. **Scientia Horticulturae**, v. 110, n. 4, p. 328-333, 2006.

RADEMACHER, W. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Reviews in Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 501-531, 2000.

RANNEY, T. G.; BIR, R. E.; CONNER, J. L.; WHITMAN, E. P. Use of paclobutrazol to regulate shoot growth and flower development of 'Roseum elegans' rhododendron. **Environmental Horticulture**, v.12, n.3, p.174-178, 1994.

READ, P.E. ;HOYSLER, V. Improving rooting of carnation and poinsettia cutting with succinic acid -2, 2- Dimethylhydrazide. **Hortscience**, v.6, p.350, 1971.

REDDY, V. K.; RAJAPAKSE, N. C.; YOUNG, R. E. The influence of spectral composition growth and development of chrysanthemum plants. **Acta Horticulture**, v.440, p. 292-297, 1996.

SABBAGH, M. C. **Redução de porte de girassol ornamental pela aplicação de reguladores vegetais**. 2008. 77p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR).

SACHS, R. M. & KOFRANEC, A. M. Radiant energy required of the night break inhibition of floral initiation as a function of daytime light input in *chrysanthemum x morifolium* Ramat. **HortScience**, v.25, n. 5, p.609-610, 1979.

SACHS, R. M.; HACKETT, W. P. Chemical inhibition of plant height. **HortScience**, v. 7, n. 5, p. 440-447, 1972.

SANCHO, J. V.; POZO, O. J.; ZAMORA, T.; GRIMALT, S.; HERNÁNDEZ, F. Direct determination of paclobutrazol residues in pear samples by liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry. **Journal of Agricultural Food Chemical**, v. 51, n.15, p. 4002-4206, 2003.

SANDERSON, K. C.; MARTIN Jr, W. C.; McGUIRE. Comparison of paclobutrazol tablets, drenches, gels, capsules, and sprays on chrysanthemum growth. **HortScience**, v. 23, n.6, p. 1008-1009, 1988.

SEAGER, J.C.R. Effect of growth regulators on pot-chrysanthemum development in loam and loamless composts. **Acta Horticulturae**, v. 14, p. 209-220, 1969.

SHARMA, D.; AWASTHI, M. D. Uptake of soil applied paclobutrazol in mango (*Mangifera indica* L.) and its persistence in fruit and soil. **Chemosphere**, v. 60, n.2, p. 164-169, 2005.

SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; SALOMÃO, L. C. C. Desenvolvimento do limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Pasq.) submetido a doses de paclobutrazol e ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.3, p. 764-768, 2008.

STEFFENS, G.L.; BYUN, J.K.; WANG, S.Y. Controlling plant growth via the gibberellin biosynthesis I. Growth parameter alterations in apple seedlings. **Physiologia Plantarum**, v.63, n.2, p.163-168, 1985.

STERRETT, J. P. Paclobutrazol: A promising growth inhibitor for injection into woody plants. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.110, p.4-8, 1985.

STYER, R.C.; KORANSKI, D.S. **Plug and transplant production**. Batavia: Ball Publishing, 1997. 374p.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3º ed. Porto Alegre: Artmed. 2004, 719p.

TAYAMA, H. K.; CARVER, S. A. Residual efficacy of uniconazole and daminozide on potted 'Bright Golden Anne' Chrysanthemum. **HortScience**, v. 27, n. 2, p.124–125, 1992.

TAYAMA, H. K.; CARVER, S. A. Zonal geranium growth and flowering responses to six growth regulators . **HortScience**, v. 25, n. 1, p. 82-83, 1990.

TINOCO, S. A. Doses e formas de aplicação dos retardantes de crescimento cloromequat, daminozide e paclobutrazol no cultivo do gerânio (*Pelargonium x hortorum* L.H. Bailey). **Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa**. 2005.

TOLOTTI, J. C. C.; BELLÉ, R. A.; MAINARDI, L. Produção de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) .Snowdon. em vaso I: doses e frequências de aplicação de daminozide. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, 2003.

VAHL, M.; GRAVEN, A.; JUHLER, R. K. Analysis of chlormequat residues in grain using liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS/MS). **Fresenius Journal of Anal Chem**. v. 361, n.8, p. 817-820, 1998.

VAZ F. L.; MILFONT, M. L. B.; SOUTO-MAIOR, A. M.; GOUVEIA, E. R.; Determinação da concentração de paclobutrazol por cromatografia líquida de alta eficiência e espectroscopia. **Química Nova**, vol. 30, n. 2, p. 281-283, 2007.

WANG, S. Y.; SUN, T.; FAUST, M. Translocation of paclobutrazol, a gibberellin biosynthesis inhibitor, in apple seedlings. **Plant Physiology**, v. 82, n.1, p.11-14, 1986.

WANG, Y.T. & GREGG, L.L Uniconazole controls growth and yield of greenhouse tomato. **Scientia Horticulturae**, v.43, n. 1/ 2, p.55-62, 1989.

WILFRET, G. J.; HARBAUGH, B. K.; NELL, T. A. Height control of pixie poinsettia with a granular formulation of ancymidol. **HortScience**, v. 13, p. 701-702, 1978.

WILLIAMSON, J.G.; COSTON, D.C.; GRIMES, L.W. Growth response of peach roots and shoots to soil and foliar-applied paclobutrazol. **HortScience**, v.21, p.1001-1003, 1986.

WITCHARD, M. A simplified technique for detection of paclobutrazol in plant sap extracts, using HPLC. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 16, n.4, p. 213-214, 1997a.

WITCHARD, M. Paclobutrazol is phloem mobile in castor oil plant (*Ricinus communis* L.). **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 16, n.4, p. 215-217, 1997b.

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).

ZALEWSKA, M. Growth regulators in pot culture of chrysanthemum cultivars 'Paloma', 'Poranek' and 'Promyk'. **Acta Horticulturae**, v. 251, p.335-340, 1989.

ZHOU, W.; XI, H. Effects of mixtalol and paclobutrazol on photosynthesis and yield of rape (*Brassica napus*). **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 12, n. 3, p.157-161, 1993.