

MARISTELA PEREIRA CARVALHO

**RETARDANTES DE CRESCIMENTO NA PRODUÇÃO, QUALIDADE E
PLASTICIDADE ANATÔMICA DE ROSEIRAS DE VASO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2010

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

T

C331r
2010

Carvalho, Maristela Pereira, 1983-

Retardantes de crescimento na produção, qualidade e
plasticidade anatômica de roseiras de vaso / Maristela
Pereira Carvalho. – Viçosa, MG, 2010.
ix, 54f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: José Antônio Saraiva Grossi.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Plantas - Reguladores. 2. *Rosa hybrida*. 3. Cultivo em
vaso. 4. Paclobutrazol. 5. Daminozide. 6. Plantas
ornamentais. 7. Fotossíntese. 8. Clorofila. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 631.89

MARISTELA PEREIRA CARVALHO

**RETARDANTES DE CRESCIMENTO NA PRODUÇÃO, QUALIDADE E
PLASTICIDADE ANATÔMICA DE ROSEIRAS DE VASO**

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

APROVADA: 30 de março de 2010.

Prof. José Geraldo Barbosa
(Coorientador)

Prof.^a Marília Contin Ventrella
(Coorientador)

Prof. Valterley Soares Rocha

Prof. Tocio Sedyama

Prof. José Antônio Saraiva Grossi
(Orientador)

Dedico esse sonho aos meus pais Paulo e Elma,
aos meus irmãos Poliana e Paulo Júnior
e ao meu querido esposo Luiz Antônio.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, em particular ao Departamento de Fitotecnia, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo auxílio financeiro concedido ao projeto.

Ao Professor José Antônio Saraiva Grossi, pela orientação, confiança e valiosos ensinamentos.

Aos professores José Geraldo Barbosa, Marília Contin Ventrella e Luiz Alexandre Peternelli pela coorientação, sugestões e amizade.

À minha família pelo incentivo e apoio sempre.

Aos professores Valterley Soares Rocha e Tocio Sedyama pela colaboração na banca.

Às professoras Aristéa Azevedo e Jaqueline Dias pela preciosa colaboração.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia e do Laboratório de Anatomia Vegetal: Tatiana, Antônio, Ernesto, Sebastião, Joaquim, Seu Geraldo e Dona Edite.

Aos estudantes de graduação Jaqueline, João e Mônica pela colaboração na condução dos experimentos e análise estatística.

Aos verdadeiros e sinceros amigos: Ana Maria Mapelli, Goedhi A. Cordeiro, Juliana Soares, Patrícia Ribeiro dos Santos, Sabrina A. Pinto e Vinícius T. de Ávila, pela amizade e entusiasmados encontros:

Ao Senhor Jesus Cristo por ter me iluminado nas minhas escolhas do dia-a-dia e, quando precisei, por ter me carregado.

BIOGRAFIA

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

Em 2001, iniciou o curso superior em agronomia, na Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG. Em setembro de 2006, graduou-se Engenheira Agrônoma, participando durante a graduação, como bolsista, de iniciação científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e bolsista do Consórcio Capim Branco I e II.

De janeiro à julho de 2007 exerceu a profissão como responsável técnica na qualidade de bolsista de pesquisa do projeto intitulado “Avaliação agronômica do microton e o seu uso no controle de doenças nas culturas do arroz e da soja”, no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2007, iniciou o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, sob a orientação do professor José Antônio Saraiva Grossi.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS.....	7
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
4. CAPÍTULO I: Produção e trocas gasosas de cultivares de roseira com aplicação de paclobutrazol no substrato.....	13
RESUMO	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO	14
MATERIAL E MÉTODOS.....	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
FIGURAS.....	31
5. CAPÍTULO II: Plasticidade anatômica foliar de roseiras pulverizadas com paclobutrazol e daminozide.....	34
RESUMO	34
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
FIGURAS.....	50
CONCLUSÃO GERAL.....	54

RESUMO

CARVALHO, Maristela Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2010. **Retardantes de crescimento na produção, qualidade e plasticidade anatômica de roseiras de vaso.** Orientador: José Antônio Saraiva Grossi. Coorientadores: José Geraldo Barbosa, Luiz Alexandre Peternelli e Marília Contin Ventrella.

A aplicação da maioria dos retardantes de crescimento, como paclobutrazol e daminozide, em espécies ornamentais, bloqueia etapas da via de biossíntese das giberelinas. O uso desses retardantes tem se revelado uma metodologia adequada para a manipulação da arquitetura de plantas de maior porte cultivadas em vasos, sem diminuição da produtividade. Objetivou-se com este estudo avaliar a produção, qualidade floral e os efeitos fisiológicos de cultivares de roseira (Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza[®]) cultivadas em vaso em função da aplicação no substrato de doses de paclobutrazol (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mg/vaso); e detectar as alterações anatômicas quantitativas e os teores de clorofila das folhas de cultivares de roseira (Yellow Terrazza[®] e Red White Terrazza[®]) cultivadas em vaso em função da pulverização de doses de paclobutrazol (0, 40, 60, 80 mg L⁻¹) em um experimento, e de doses de daminozide (0, 2000, 4000, 6000, 8000 mg L⁻¹) em outro. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e os tratamentos dispostos em esquema fatorial (cultivares x doses dos retardantes), em delineamento de blocos casualizados. Os dados foram submetidos à análise de variância e ajustadas equações de regressão para o efeito das doses dos retardantes com uso de variáveis indicadoras (Dummy). Nas cultivares Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza[®], com o aumento da dose de paclobutrazol aplicado no substrato, houve redução da produção de matéria seca da parte aérea e de folhas, área foliar, altura das plantas, altura do botão e diâmetro floral, e incremento da fotossíntese, transpiração, condutância estomática, teor de clorofila total e longevidade floral. Com

aplicação foliar de paclobutrazol e daminozide, as cultivares Yellow Terrazza[®] e Red White Terrazza[®] apresentaram plasticidade anatômica da lâmina foliar. As maiores alterações foram observadas no tecido parenquimático. O aumento da dose pulverizada de paclobutrazol e daminozide para ambas cultivares promoveu mudanças na proporção dos tecidos, aumentando a espessura da lâmina foliar, mesofilo e dos parênquimas paliçádico e lacunoso, além dos teores de clorofila. A aplicação via substrato de paclobutrazol foi eficiente em reduzir a altura, conferindo relação harmoniosa entre a planta e o vaso, sem causar sintomas de toxidez. Sugere-se a aplicação no substrato de 2 mg/vaso de paclobutrazol para Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza[®] cultivadas em vasos.

ABSTRACT

CARVALHO, Maristela Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2010.

Growth retardants in the production, quality and leaf plasticity of potted roses. Adviser: José Antônio Saraiva Grossi. Co-Advisers: José Geraldo Barbosa, Luiz Alexandre Peternelli and Marília Contin Ventrella.

The application of most growth retardants such as paclobutrazol and daminozide in ornamental species, blocks steps in the gibberellins biosynthesis. The use of these growth retardants have been shown to be a suitable method for manipulating the architecture of large size plants grown in pots, without reducing productivity. The objective of this study was to evaluate the production, flower quality and physiological effects of rose cultivars (Yellow Terrazza[®] and Shiny Terrazza[®]) grown in pots in function of paclobutrazol doses (0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 mg/pot) applied in drench; and detect quantitative anatomical and the chlorophyll content of leaves of rose cultivars (Yellow Terrazza[®] and Red White Terrazza[®]) grown in pots in function of the spraying of paclobutrazol doses (0, 40, 60, 80 mg L⁻¹) and daminozide doses (0, 2000, 4000, 6000, 8000 mg L⁻¹). The experiments were conducted in a greenhouse and the treatments were arranged in a factorial scheme (genotype x retardant doses) in a randomized block design. Data were subjected to analysis of variance and regression equations were adjusted for the effect of retardant doses with the use of Dummy variables. In the cultivars Yellow Terrazza[®] and Shiny Terrazza[®], the increasing of paclobutrazol doses applied in drench decreased the shoot and leaf dry matter production, leaf area, plant height, height and flower diameter also increased photosynthesis, transpiration, stomatal conductance, chlorophyll content and flower longevity. With foliar application of paclobutrazol and daminozide, cultivars Yellow Terrazza[®] and Red White Terrazza[®] showed leaf anatomical plasticity. The larger alterations were observed in the parenchyma tissue. Increasing the paclobutrazol and

daminozide doses sprayed for both cultivars promoted changes in the proportion of tissues by increasing the leaf, mesophyll, palisade and spongy parenchyma thickness also chlorophyll content. The application of paclobutrazol in drench was effective in reducing the height, giving a harmonious relationship between plant and pot, without phytotoxicity. We suggest the application of 2 mg/pot of paclobutrazol in drench to potted Yellow Terrazza[®] and Shiny Terrazza[®] cultivars.

INTRODUÇÃO GERAL

A floricultura é um dos segmentos da agricultura de maior rentabilidade por unidade de área. A lucratividade do setor é três vezes superior à da fruticultura e dez vezes à produção de grãos, sendo a atividade caracterizada como de rápido retorno dos investimentos aplicados (Castro, 1998; Junqueira & Peetz, 2008).

O setor de flores e plantas ornamentais vem se destacando expressivamente no agronegócio brasileiro. Tal destaque deve-se à melhoria na estrutura de mercado, à diversificação de espécies e cultivares, à difusão de novas tecnologias de produção, à profissionalização dos agentes da cadeia, bem como sua integração (Junqueira & Peetz, 2008).

Apesar da participação brasileira pouco expressiva no segmento mundial, esta vem se expandindo (Tomé, 2004). Essa expansão será mais expressiva se houver maior organização e investimento em tecnologia visando qualidade do produto final. O complexo agroindustrial de flores necessita de tecnologias avançadas, conhecimento técnico do produtor e de um sistema eficiente de distribuição e comercialização para ser competitivo (Pereira et al., 2006).

Dentre os principais estados produtores de flores destacam-se São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Alagoas, Pernambuco, Bahia, Ceará, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Junqueira & Peetz, 2008). Em Minas Gerais, todas as regiões do Estado apresentam produção de plantas ornamentais, porém cada uma com sua especialidade, dependendo do clima e da localização para comercialização. A cidade de Barbacena, na região Central, destaca-se como grande pólo produtor de flores, principalmente rosas (Landgraf & Paiva, 2005).

Em relação aos produtos da floricultura, a rosa é uma das principais culturas, tanto no mercado interno quanto no externo. Em 2007, nos principais distribuidores do estado

de São Paulo, Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), Central de Abastecimento (CEASA) de Campinas e Veiling-Holambra foram comercializadas cerca de 180 milhões de hastes desta espécie (Martins et al., 2009). Historicamente, as rosas têm sido o mais importante produto da floricultura mundial, movimentando anualmente valores da ordem de dez bilhões de dólares nos segmentos de mudas, flores de corte e flores envasadas (Guterman, 2002).

A roseira pertence ao gênero *Rosa*, família Rosaceae. Dentre os grupos comercializados encontra-se o das roseiras de vaso, cujas plantas apresentam crescimento compacto, floração intensa e destacam-se pela grande durabilidade de suas flores (Boettcher, 1991). As cultivares comerciais deste grupo existentes no Brasil são diferenciadas apenas pela coloração das flores e conhecidas por nomes populares, não se sabendo ao certo qual sua origem (Beckmann et al., 2006). Este é um nicho de mercado que precisa ser explorado e que requer estudos relacionados com todas as etapas de produção.

A produção mundial de rosas em vaso é de aproximadamente 100 milhões de unidades por ano. No mercado europeu as rosas em vaso apresentam grande aceitação, sendo um dos principais produtos desta atividade. Na última década sua popularidade também aumentou no mercado norte americano. Os maiores centros de produção de rosas em vaso incluem a Dinamarca (responsável por 50 % da produção mundial), Holanda, Estados Unidos, Canadá, Japão, França, Alemanha e Itália (Pemberton et al., 2003; Buanong et al., 2005). No Brasil não há estatísticas sobre esta categoria de produção. Sabe-se que as principais espécies produzidas em vaso no país são crisântemos, orquídeas, azaléias e rosas (Aki & Perosa, 2002).

O aumento da exigência dos consumidores acompanha o crescimento do mercado. Assim, cada vez mais é necessária a produção de plantas com características

apropriadas, e, apesar do tamanho reduzido, as cultivares de roseiras comercializadas em vaso ainda precisam de ajuste quanto ao tamanho e arquitetura para atender às exigências do mercado.

Na produção de plantas ornamentais, as plantas de vaso muitas vezes apresentam altura maior que a desejada; por razões de padrão de produção e qualidade, geralmente, é necessária a redução do seu porte. Em condições naturais, a morfogênese da planta depende de fatores endógenos e exógenos (Grossmann et al., 1987). Assim, pode-se controlar o seu crescimento com podas apicais, manejo da temperatura e restrição da disponibilidade de nutrientes e água (Whipker et al., 2001). Além disso, para tal fim podem ser aplicadas substâncias químicas denominadas reguladores de crescimento vegetal (Grossmann, 1992; Rademacher, 2000; Taiz & Zeiger, 2004).

Os reguladores vegetais, neste caso, retardantes de crescimento, termo mais apropriado, são compostos sintéticos utilizados para reduzir o crescimento longitudinal excessivo da parte aérea das plantas, sem diminuição da produtividade (Basra, 2000).

A giberelina é um hormônio que entre outras ações, promove alongamento e expansão celular (Davies, 1995; Taiz & Zeiger, 2004). A maioria dos retardantes de crescimento bloqueia etapas da via de síntese das giberelinas nos vegetais superiores, em diferentes locais. Isso provoca inibição no alongamento do caule e da expansão da área foliar e conseqüentemente ocorre redução do crescimento da planta (Grossmann, 1990; 1992; Arteca, 1995; Lamas, 2001). Esse bloqueio ocorre principalmente em regiões meristemáticas e em diferenciação (Arteca, 1995). Por isso, o tratamento com retardantes é feito durante a fase de rápido crescimento vegetativo ou mesmo logo após o início do florescimento (Hertwig, 1977; Hartmann et al., 1988).

O comércio de plantas ornamentais envasadas tem aumentado mais que o de flores de corte. A adequação do porte das plantas para atender a esse tipo de mercado exige

alterações nas técnicas de cultivo tradicionais. Nesse sentido, o uso de retardantes de crescimento pode se fazer necessário, para induzir a redução no comprimento dos entrenós, sem afetar o número dos mesmos e manter uma relação harmoniosa entre altura da planta e altura do vaso (Barret, 1992; Basra, 2000). Muitas espécies arbustivas tais como azaléia (Whealy et al, 1988), hibisco (Maus, 1987) e poinsetia (McDaniel, 1986), além de espécies herbáceas como crisântemo (Haque et al., 2007), gerânio (Nucci et al, 1991), kalanchoê (Hwang et al., 2008), entre outras, têm sido comercializadas em vaso devido ao emprego dessas substâncias químicas.

As substâncias químicas que comumente são utilizadas como inibidores da síntese de giberelinas são ancimidol (a-ciclopropil-a-(*p*-metoxifenil)-5-pirimidina-metanol)], cloreto de cloromequat [(2-cloroetil) trimetilamônio cloridrício)], daminozide [ácido mono butanodióico (2,2-dimetilidrazida)], flurprimidol [(α -(1-metiletil)- α -(4-(triflrometoxi)fenil)-5-pirimidina-mentanol), paclobutrazol [($((+)-(R^*,R^*)-\beta$ -(4-clorofenil)metil]- α -(1,1-dimetiletil)-1*H*-1,2,4-triazol-1-etanol] e uniconazol [(*E*)-(+)-(S)-1(4-clorofenil)4,4-dimetil-2(1,2,4-triazol-1-il)pent-1-ene-3-ol)] (Barret, 1992; Grossmann, 1992; Basra, 2000; Rademacher, 2000).

A eficiência dos retardantes de crescimento depende da concentração e método de aplicação, condições ambientais de cultivo, estágio de desenvolvimento da planta no momento da aplicação, frequência e número de aplicações e práticas culturais, como a composição do substrato de cultivo, entre outras (Barret & Bartuska, 1982; Grossmann, 1992; Basra, 2000; Rademacher, 2000; Taiz & Zaiger, 2004).

O principal modo de aplicação dos retardantes é via pulverização foliar ou molhamento do substrato (Lee & Rho, 2000). A pulverização foliar é um método amplamente usado para controlar o crescimento da planta com baixo volume de solução, entretanto, é menos precisa e pode requerer maior número de aplicações para

garantir resultados consistentes (Tija, 1976), devido ao menor efeito residual. A aplicação no substrato promove maior uniformidade de altura das plantas, com menor uso de ingrediente ativo e concentração (Nell et al., 1980), mas o resíduo do princípio ativo no substrato pode causar excessiva supressão de crescimento (Hwang et al., 2008), além de ser atividade laboriosa com elevados custos de mão-de-obra relacionados com a aplicação em grandes áreas de produção (Latimer et al., 2001).

O paclobutrazol é mais eficiente quando aplicado no substrato comparado à aplicação foliar, pois é translocado quase que exclusivamente pelo xilema e pouco no floema (Barret & Bartuska, 1982). Em pulverizações foliares somente o que é absorvido pelas hastes e pecíolos é efetivamente translocado para regiões de crescimento (Barrett & Bartuska, 1982; Styer, 2003). Este retardante possui maior atividade residual no substrato, sendo o melhor efeito observado quando aplicado em baixas concentrações em aplicação única, comparado ao daminozide (Barret & Bartuska, 1982).

O daminozide é mais eficiente quando aplicado via pulverização foliar, pois é translocado via floema. Essa forma de aplicação é a mais utilizada na produção comercial de flores. Entretanto, requer, geralmente, mais de uma aplicação para o controle efetivo do crescimento, além de menor atividade residual se comparado ao chlormequat e paclobutrazol (Davis et al., 1988; Davis & Andersen, 1989; Bailey & Whipker, 2001).

Novos detalhes têm sido revelados sobre os mecanismos fisiológicos envolvidos nos efeitos de vários tipos de retardantes de crescimento. Kasele et al. (1995) afirmam que alterações produzidas por estas substâncias na anatomia de folhas também provocam mudanças nas características fotossintéticas e de transpiração das plantas. Entretanto, há pouca ênfase nas alterações morfológicas e anatômicas nos vários órgãos da planta nos estudos com retardantes de crescimento (Burrows et al., 1992).

Nesta vertente de pesquisa encontram-se poucos trabalhos que avaliaram as modificações anatômicas e morfológicas ocorridas em função da aplicação de retardantes de crescimento em plantas de interesse econômico. Gao et al. (1987) relataram várias alterações anatômicas em folhas de trigo com a aplicação de triazóis, incluindo a redução da área foliar e aumento de espessura da lâmina foliar e da camada de cera epicuticular. Na cultura do crisântemo cv. Lillian, a utilização do paclobutrazol, resultou em folhas mais espessas devido à indução de camadas adicionais de parênquima paliçádico, com redução do comprimento e diâmetro das células e aumento da compacidade destas, pois houve redução dos espaços intercelulares e ainda, caules com diâmetro reduzido e raízes com maior diâmetro (Burrows et al., 1992). Já para a cultura do tomateiro, Berova & Zlatev (2000) constataram redução da altura e aumento da espessura do caule das plantas após a aplicação do paclobutrazol. Tekalign (2005) verificou aumento no comprimento e largura das células do parênquima paliçádico do mesofilo foliar de 32,6 e 41,6%, respectivamente, também com a aplicação do paclobutrazol em plantas de batata.

O uso de retardantes de crescimento representa importante alternativa para a manipulação do porte e arquitetura de plantas para se alcançar características comerciais adequadas. No Brasil, ao contrário dos EUA e Europa, existem poucas pesquisas envolvendo a aplicação dos retardantes em plantas ornamentais. Essa tecnologia deve se adequar às atuais cultivares de roseiras e para a realidade climática e de produção do país, que exercem grande influência na ação dessas substâncias. Muitos floricultores brasileiros já utilizam essas substâncias com a finalidade de melhorar a qualidade de seus produtos, adequando-os aos padrões de qualidade do mercado. Todavia, não existem recomendações oficiais para muitas culturas, entre elas, as roseiras.

OBJETIVOS

Objetivou-se com este trabalho:

1. Avaliar a produção e a qualidade de cultivares de roseiras Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza[®], cultivadas em vaso em função da aplicação de paclobutrazol no substrato;
2. Avaliar os efeitos fisiológicos e possíveis alterações nas trocas gasosas de cultivares de roseiras Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza[®] em função da aplicação de paclobutrazol no substrato;
3. Determinar a dose apropriada de paclobutrazol aplicada no substrato para as cultivares Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza;
4. Verificar as variações anatômicas foliares e determinar os teores de clorofila de roseiras das cultivares Yellow Terrazza[®] e Red White Terrazza[®] submetidas a doses de paclobutrazol e daminozide aplicadas via pulverização foliar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKI, A.; PEROSA, J.M.Y. Aspectos da produção e consumo de flores e plantas ornamentais no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.8, p.13-23, 2002.
- ARTECA, R. N. **Plant growth substances**: principles and applications. New York: Chapman & Hall, 1995. 332p.
- BAILEY, D.A.; WHIPKER, B.E. **Height control of commercial greenhouse flowers**. Horticulture Information Leaflets. North Caroline State University, 2001.17p.
- BARRET, J.E.; BARTUSKA, C.A. PP333 effects dependent on site of application. **HortScience**, v.17, p.737-738, 1982.

- BARRET, J.E. **Mecanismos of action**. In: BARRET, J.E. Tips on the use of chemical growth regulators on floricultural crops. Columbus: Ohio Florists Association, p.12-18. 1992.
- BASRA, A.S. **Plant growth regulators in agriculture and horticulture**: their role and commercial uses. 1.ed. New York: Food Products Press, 2000. 262p.
- BECKMANN, M.Z.; LUZ, F.J.F.; PIVETTA, K.F.L. Marcador fAFLP na identificação da diversidade genética de mini-roseiras. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, p.139-144, 2006.
- BEROVA, M.; ZLATEV, Z. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plant (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Plant Growth Regulator**, v.30, p.117-123, 2000.
- BOETTCHER, A. **Sítios e jardins: rosas**. São Paulo: Editora Europa, 1991. 87p.
- BUANONG, M.; MIBUS, H.; SISLER, E.C.; SEREK, M. Efficacy of new inhibitors of ethylene perception in improvement of display quality of miniature potted roses (*Rosa hybrida* L.). **Plant Growth Regulation**, v. 47, p. 29-38, 2005.
- BURROWS, G. E.; BOAG, T. S.; STEWART, W. P. Changes in leaf, stem, and root anatomy of *Chrysanthemum* cv. Lillian Hoek following paclobutrazol application. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.11, p.189-194, 1992.
- CASTRO, C.E.F. Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. Campinas, v.4, n.1/2, p.1-46, 1998.
- DAVIES, P. J. **Plant hormones**: physiology, biochemistry, and molecular biology. 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 1995. 833p.
- DAVIS, T.D.; STEFFENS, G.L.; SANKHLA, N. Triazole plant growth regulators. **Horticultural Reviews**, v.7, p.69-108, 1988.

- DAVIS, T.D.; ANDERSEN, A.S. Growth retardants as aid in adapting new floricultural crops to pot culture. **Acta Horticulturae**, n.252, p.77-85, 1989.
- GAO, J.; HOFSTRA, G.; FLETCHER, R. A. Anatomical changes induced by triazoles in wheat seedlings. **Canadian Journal of Botany**, v.66, p.1178-1185, 1987.
- GROSSMANN, K.; KWIATKOWSKI, J.; SIEBECKER, H.; JUNG, J. Regulation of plant morphology by growth retardants. **Physiologia Plantarum**, v.84, p.1018-1021, 1987.
- GROSSMANN, K. Plant growth retardants as tools in physiological research. **Physiologia Plantarum**, v.78, p.640-648, 1990.
- GROSSMANN, K. Plant growth retardants: their mode of action and benefit for physiological research. In: KARSSSEN, C. M., van LOON, L.C., VREUGDENHIL, D. (Eds.). **Progress in plant growth regulation**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.788-797. 1992.
- GUTERMAN, I. Rose scent - genomic approaches to discovering novel floral fragrance - related genes. **Plant and Cell**, v.14, p.2325-2338, 2002.
- HAQUE, S; FAROOQI, A.H.A.; GUPTA, M.M.; SANGWAN, R.A.; KHAN, A. Effect of ethrel, chlormequat chloride and paclobutrazol on growth on pyrethrins accumulation in *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. **Plant Growth Regulation**, v.51, p.263-269, 2007.
- HARTMANN, H.T.; KOFRANEK, A.M.; RUBATZKY, V.E.; FLOCKER, W.J. **Plant science: growth, development and utilization of cultivated plants**. 2.ed. New Jersey: Regents/Prentice Hall, 1988. 674p.
- HERTWIG, K.V. **Manual de herbicidas desfolhantes, dessecantes e fitorreguladores**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1977. 480p.

- HWANG, S.J.; LEE, M.Y.; PARK, Y.H.; SIVANESAN, I.; JEONG, B.R. Suppression of stem growth in pot kalanchoe ‘Gold Strike’ by recycled subirrigational supply of plant growth retardants. **African Journal of Biotechnology**, v.7, p.1487-1493, 2008.
- JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.14, p.37-52, 2008.
- KASELE, I. N.; SHANAHAN, J. F.; NIELSEN, D. C. Impact of growth retardants on corn leaf morphology and gas exchange traits. **Crop Science**, v.35, p.190-194, 1995.
- LAMAS, F.M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.265-272, 2001.
- LANDGRAF, P.R.C.; PAIVA, P.D.O. Produção e comercialização de flores em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.26, p.7-11, 2005.
- LATIMER, J.G.; SCOGGINS H.L.; BANKO T.J. **Using plant growth regulators on containerized herbaceous perennials**. Virginia: Virginia Cooperative Extension. p.20, 2001.
- LEE, S.W.; RHO, K.H. Growth control in ‘New Guinea’ impatiens (*Impatiens hawkeri hybrida*) by treatments of plant growth retardants and triazole fungicides. **Kor. J. Hort. Sci. Technol.**, v.18, p.827-833, 2000.
- MARTINS, M.V.M.; ANDRIGUETO, J.R.; VAZ, A.P.A.; MOSCA, J.L. Produção integrada de flores no Brasil. **Informe Agropecuário**, v.30, p.64-66, 2009.
- MAUS, W.L. Effect of paclobutrazol and uniconazole-P on *Hibiscus rosa sinensis*. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, v. 100, p.373-375, 1987.

- McDANIEL, G.L. Comparison of paclobutrazol, flurprimidol, and tetracyclisis for controlling poinsettia height. **HostScience**, v. 21, p.1161-1163, 1986.
- NELL, T.A.; WILFRET, G.J.; HARBAUCH, B.K. Evaluation of application methods of ancymidol and daminozide of height control on chrysanthemum. **HostScience**, v.15, p. 810-811, 1980.
- 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, p. 39-44, 1991.
- PEMBERTON, H.B.; KELLY, J.W.; FERARE, J. Pot rose production, introduction and world market. In: REBERTS, A.V.; SERGE GUDIN, T.D. (Eds.), **Encyclopedia of rose science**. Elsevier Academic Press. p.587-593, 2003.
- PEREIRA, C.M.M.A.; MELO, M.R.; DIAS, P.B. Cadeia de produção de rosas na região de Barbacena, Estado de Minas Gerais - **Informações Econômicas**, SP, v.36, 2006.
- RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.51, p.501-531, 2000.
- STYER, R.C. Maximizing chemical growth retardants. **Greenhouse Product News**, v.13, 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- TEKALIGN, T. **Response of potato to paclobutrazol and manipulation of reproductive growth under tropical conditions**. PhD thesis, University of Pretoria. 2005.
- TIJA, B. Comparison of soil applied growth regulators on height control of poinsettia. **HortScience**, v. 11, p.373-734, 1976.

TOMÉ, L.M. **Avaliação do desempenho logístico-operacional de empresas no setor da floricultura:** um estudo de caso no Ceará. 2004. 163p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

WHEALY, C.A.; NELL, T.A.; BARRETT, J.E. Plant growth regulator reduction of bypass shoot development in azalea. **HortScience**, v. 23, p.166-167, 1988.

WHIPKER, B.E.; GIBSON, J.L.; CAVINS, T.J. **Diagnosing problems due to plant growth regulators**, Commercial Floriculture Research and Extension, North Carolina State University, v.1, p.1-5, 2001.

CAPÍTULO I¹

Produção e trocas gasosas de cultivares de roseira com aplicação de paclobutrazol no substrato

Resumo

A aplicação de retardantes de crescimento, como o paclobutrazol, reduz a altura das plantas e tem possibilitado a comercialização de algumas espécies ornamentais de maior porte em vasos. Objetivou-se com este estudo avaliar as trocas gasosas, produção e qualidade de duas cultivares de roseira cultivadas em vaso em função da aplicação de doses de paclobutrazol no substrato. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2x5, com duas cultivares de roseira (Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza[®]) e cinco doses de paclobutrazol (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mg/vaso). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. As características avaliadas foram altura, ciclo, área foliar, produção, altura da planta, qualidade da flor, teor de clorofila e trocas gasosas. Os dados foram submetidos à análise de variância e foram ajustadas equações de regressão para o efeito das doses do retardante com uso de variáveis indicadoras Dummy. Com o aumento da dose de aplicação no substrato as cultivares reduziram a produção de matéria seca da parte aérea e de folhas, área foliar, altura das plantas, altura do botão e diâmetro floral, e incremento da fotossíntese, transpiração, condutância estomática, teor de clorofila total e longevidade floral. O paclobutrazol foi eficiente em reduzir a altura, conferindo uma relação harmoniosa entre a planta e o vaso, sem causar sintomas de toxidez. Sugere-se a aplicação no substrato de 2 mg/vaso de paclobutrazol para Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza[®] cultivadas em vasos.

Palavras-chave: *Rosa hybrida* L., retardante de crescimento, fotossíntese.

¹ Capítulo escrito conforme as normas de submissão para a revista Ciência Rural

Production and gas exchange of potted rose cultivars with application of paclobutrazol in drench

Abstract

The application of growth retardants such as paclobutrazol, reduced plant height and has enabled the commercialization in pots of some ornamentals that presents larger size. The aim of this work was to evaluate gaseous exchange, yield and quality of two potted rose cultivars in function of the paclobutrazol doses application in drench. Treatments were arranged in a 2x5 factorial scheme, with two rose cultivars (Yellow Terrazza[®] and Shiny Terrazza[®]) and five paclobutrazol doses (0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 mg/pot). The experiment was conducted in a greenhouse in a randomized block design with four replications. The characteristics evaluated were height, cycle, leaf area, yield, plant height, flower quality, chlorophyll content and gas exchange. Data were subjected to analysis of variance and regression equations were adjusted for the retardant doses effect with the use of Dummy variables. The increasing application dose cultivars reduced the shoot and leaf dry matter production, leaf area, plant height, height and flower diameter, also increased photosynthesis, transpiration, stomatal conductance, content chlorophyll and flower longevity. Paclobutrazol was effective in reducing the height, giving a harmonious relationship between plant and pot, without phytotoxicity. We suggest the application of the 2 mg/pot of paclobutrazol in drench to potted Yellow Terrazza[®] and Shiny Terrazza[®] cultivars.

Key-words: *Rosa hybrida* L., growth retardant, photosynthesis.

Introdução

A roseira é uma planta ornamental que para ser comercializada em vasos deve ter seu porte reduzido. Existem miniroseiras, que possuem naturalmente porte reduzido e

que são bem aceitas no mercado. Contudo, a redução da altura de roseiras de maior porte com retardantes de crescimento é uma alternativa para esta cultura, sendo necessário verificar se ocorrem alterações morfológicas que inviabilizem esta prática e se o porte alcançado é adequado para a comercialização destas plantas em vasos.

Existem variadas respostas fisiológicas e morfológicas em plantas tratadas com retardantes de crescimento, como redução da altura, estímulo ao crescimento de raízes, aumento da síntese de citocinina, diminuição do alongamento internodal, aumento dos teores de clorofila, alterações na anatomia foliar, aumento do ciclo, redução da área foliar, maior potencial antioxidante, aumento na produção de alcalóides e alterações nas trocas gasosas (BARRET, 1992; BAÑON et al., 2002; JALEEL et al., 2007; MILANDRI et al., 2008). Dependendo da dose, do retardante e da espécie podem ocorrer fitotoxicidade, clorose e o aparecimento de folhas e flores deformadas (GENT, 1995).

Os retardantes de crescimento, como o paclobutrazol, são importante ferramenta na floricultura e representam uma possibilidade de obtenção de plantas de porte reduzido e de conformação estética adequada para comercialização de plantas ornamentais em vasos. Estas substâncias químicas atuam no metabolismo da planta inibindo a produção natural de giberelinas, que são responsáveis pelo alongamento celular resultando no controle do crescimento em altura das plantas (BARRET, 1992; BASRA, 2000).

O paclobutrazol é um composto do grupo dos triazóis com elevada atividade química em quase todas as espécies de plantas ornamentais e registrado nos países da Europa e da América do Norte (GROSSI et al., 2009). Plantas compactas e de altura adequada para a comercialização em vasos são obtidas após a aplicação deste retardante em espécies como azaléia, cravo, zínia, gladiolo, íris, lírio e girassol (GENT, 1995;

BAÑON et al., 2002; PINTO et al., 2005; AL-KHASSAWNEH et al., 2006; FRANCESCANGELI et al., 2007; MILANDRI et al., 2008; BARBOSA et al., 2009).

Os métodos mais comuns de aplicação de retardantes de crescimento são pulverizações foliares e diretamente no substrato. O paclobutrazol tem apresentado bons resultados em ambos modos de aplicação (BARRET, 1992). A aplicação diretamente no substrato apresenta período maior de atividade e controle mais uniforme da altura das plantas, com menores doses (BARRET et al, 1994).

A eficácia do retardante de crescimento depende da espécie, da cultivar e da dose de aplicação, dentre outros fatores (BASRA, 2000; FRANCESCANGELI & ZAGABRIA, 2008). Portanto, é importante avaliar a aplicação do paclobutrazol nas diferentes espécies e até mesmo cultivares, além de diferentes formas de aplicação. Desse modo, o objetivo deste estudo é avaliar o porte, produção, qualidade e possíveis alterações nas trocas gasosas de duas cultivares de roseiras cultivadas em vaso em função da aplicação de paclobutrazol no substrato.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. O período de condução foi de outubro a dezembro de 2008, com temperaturas médias diárias mínima e máxima de 17,3 e 33,9 °C, respectivamente, e umidade relativa do ar com variações médias diárias, diurnas e noturnas, de 65,6 e 85,5 %, respectivamente. As plantas foram mantidas sob fotoperíodo natural e receberam a mesma quantidade de água e fertilizantes.

Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 2×5, com duas cultivares de roseira (*Rosa hybrida* L.), Yellow Terrazza[®] (YT) e Shiny Terrazza[®] (ST) e cinco

doses do retardante de crescimento paclobutrazol aplicadas no substrato (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mg/vaso), em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela experimental constituiu-se de uma planta. O ingrediente ativo paclobutrazol foi obtido a partir do produto comercial Cultar[®] (25 % paclobutrazol).

As doses foram aplicadas no substrato, divididas em duas vezes, a primeira quando as brotações atingiram entre 1 e 2 cm de altura e outra com 3 a 5 cm.

A cultivar Yellow Terrazza[®] possui em média 45 cm de altura, podendo apresentar até três ou mais flores por haste, com coloração variando de amarelo creme a branco, com até 8 cm de diâmetro. A cultivar Shiny Terrazza[®] apresenta altura média que varia de 40 a 45 cm, com flores de coloração amarela e diâmetro médio de 8 cm. As duas possuem folíolo verde brilhante com comprimento médio de 3,5 cm.

As mudas com duas hastes florais foram individualmente transplantadas para vasos plásticos nº 12 (10 cm de altura e 800 cm³ de volume), contendo 0,6 kg de substrato comercial Plantmax[®], dispostos em bancadas com espaçamento entre si de 25 x 25 cm. Após o transplantio e aclimação das mudas, procedeu-se à poda drástica das plantas permanecendo duas hastes por planta.

O regime de irrigação foi diário e a adubação realizada via fertirrigação, duas vezes por semana, aplicando-se 100 mL em cada vaso de uma solução de 1,4 g L⁻¹ da formulação Peters[®] 15-05-15 + Ca + Mg + micronutrientes, fornecendo, em mg L⁻¹: 200 de N; 29,4 de P; 166 de K, 66,6 de Ca; 26,6 de Mg; 0,2 de B; 0,094 de Cu; 1,0 de Fe; 0,494 de Mn; 0,094 de Mo e 0,532 de Zn.

Na avaliação utilizou-se a escala de estágio de abertura floral proposta por CUSHMAN et al. (1994) conforme descrito como: 1, botão floral fechado; 2, pétalas fechadas e sépalas abertas; 3, início de abertura das pétalas (tradicional estágio de botão

floral); 4, diversas pétalas abertas; 5, botão floral completamente aberto e 6, fim da vida de vaso (murcha e/ou escurecimento de mais de uma pétala).

As trocas gasosas foram determinadas no folíolo terminal de uma folha completamente expandida do terço médio da haste floral, no estágio 1 de abertura floral. Determinou-se a taxa fotossintética líquida, a taxa de transpiração e a condutância estomática, com o auxílio de um analisador de gás no infravermelho (IRGA), portátil, modelo LC Pro+, com câmara foliar do tipo Parkinson (Analytical Development Company, Hoddesdon, UK) e fluxo de ar de 200 mL min^{-1} . Ao IRGA foi acoplada uma fonte artificial de luz para incidir sobre a superfície da folha irradiância de $1044 \mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Foram tomadas cinco medições para cada unidade experimental, obtendo-se a média para cada planta amostrada. As avaliações foram realizadas em dias com ausência de nebulosidade.

No estágio 2 de abertura floral foram avaliados a altura da planta, medida a partir da borda superior do vaso até a extremidade do botão floral, diâmetro da haste, número de folhas e flores da planta e altura do botão. O diâmetro floral, comprimento das pétalas e comprimento e diâmetro do pedúnculo foram avaliados no estágio 5.

O ciclo foi determinado pelo número de dias entre a poda e o estágio 2 e a longevidade floral pelo número de dias entre o estágio 2 e o estágio 6 de abertura floral. Após o término da longevidade floral avaliou-se a área foliar utilizando-se o medidor MK2 (AT Delta-T Devices).

A determinação de clorofila total foi realizada a partir do método colorimétrico descrito por PORRA et al. (1989). Foram utilizados discos foliares de hastes do terço médio de plantas com flores em senescência, correspondendo ao estágio 6 de abertura floral proposto por CUSHMAN et al. (1994). Os discos ($1,414 \text{ cm}^2$) coletados entre as nervuras secundárias excluindo-se a nervura principal, foram imersos em 25 mL de

acetona 80 % e colocados no escuro por quatro dias, à temperatura média de 3 °C. Os extratos foram lidos em espectrofotômetro, determinando-se as absorbâncias nos comprimentos de onda de 645 e 663 nm para a leitura de clorofila. O cálculo utilizado para a quantificação do pigmento foi:

$$\text{Clorofila } a + b = 17,76.A^{645} + 7,34.A^{663}$$

Em que: A^{663} = absorbância a 663 nm; A^{645} = absorbância a 645 nm.

As hastes, folhas, flores e raízes foram destacadas da planta, lavadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C, até atingirem massa constante para determinação da produção de matéria seca destas partes da planta.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software R (PETERNELLI & MELLO, 2007). As equações de regressão foram ajustadas para o efeito das doses dos retardantes com uso de variáveis indicadoras Dummy para especificar os parâmetros do modelo (NETER & WASSERMAN, 1974; LITTELL et al., 1991).

Variáveis Dummy, também chamadas de variáveis indicadoras, são variáveis que recebem valores de 0 ou 1 indicando a presença ou não de um determinado atributo, que no presente trabalho foi a presença ou não de uma cultivar. O fator qualitativo com t níveis é representado por t-1 variáveis Dummy (MONTGOMERY & RUNGER, 2003). Logo no presente estudo foi representado por uma variável Dummy, Z_1 (Equação 1). O modelo final ajustado foi de regressão polinomial de segundo grau para todos os parâmetros avaliados para as duas cultivares:

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \beta_3Z_1 + \beta_4Z_1x + \beta_5Z_1x^2 + \varepsilon \quad (\text{Equação 1})$$

Após esse ajuste, obtém-se os modelos reduzidos de cada cultivar atribuindo valores 0 ou 1 correspondente à variável Dummy. Considerando a cultivar Yellow

Terrazza[®], a variável Dummy assume valor $Z_1 = 0$ (Equação 2), obtendo o seguinte modelo reduzido:

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \varepsilon \quad (\text{Equação 2})$$

Entretanto, para a cultivar Shiny Terrazza[®], a variável Dummy assume valor $Z_1 = 1$ (Equação 3), resultanto no seguinte modelo reduzido:

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \beta_3(1) + \beta_4(1)x + \beta_5(1)x^2 + \varepsilon \quad (\text{Equação 3})$$

Resultados e Discussão

A aplicação de paclobutrazol (PBZ) proporcionou redução da altura tanto para Yellow Terrazza[®] (YT) quanto para Shiny Terrazza[®] (ST). A redução da altura das cultivares de roseira em função da aplicação das doses de PBZ no substrato ajustou-se ao modelo linear, com efeito mais acentuado para a cultivar ST, denotando maior sensibilidade desta cultivar ao PBZ (Figura 1-A). Com a aplicação da dose de 0,5 mg/vaso do retardante houve redução de 2,96 % e 8,53 % na altura das plantas em comparação à dose zero para YT e ST, respectivamente. Na dose de 2 mg/vaso esta redução foi maior, 11,83 % para YT e 34,1 % para ST. A ação do retardante de crescimento em reduzir o porte das cultivares ocorre devido à inibição da síntese de giberelinas, são responsáveis pela expansão e alongação de células do meristema que irá formar o entrenó (BARRET, 1992; TAIZ & ZEIGER, 2004).

Assim como verificado no presente trabalho, GENT (1995), FRANCESCANGELI et al. (2007) e WANDERLEY et al. (2007), também verificaram diferenças genotípicas na redução da altura das plantas em relação a aplicação de doses de PBZ em azaléia, lírio e girassol, respectivamente.

Segundo SACHS & HACKETT (1976), a altura das plantas cultivadas em vasos, para haver harmonia, deve ser 1,5 a 2 vezes a altura do mesmo, ou seja, entre 15 e 20

cm para plantas cultivadas em vasos de 10 cm, como no presente trabalho. Esta altura ideal foi obtida com a dose de 2,0 mg/vaso para ambas cultivares estudadas.

A redução da altura das plantas ornamentais perenes e anuais com aplicação de PBZ foi observada por alguns autores com a aplicação de até 20 mg/vaso deste retardante em espécies lenhosas, como azaléia (GENT, 1995). Porém, na maioria dos estudos com espécies herbáceas, as doses variaram de 0,025 a 2 mg/vaso, com resultados satisfatórios (BAÑON et al., 2002; PINTO et al., 2005; AL-KHASSAWNEH et al., 2006; HWANG et al., 2008 e MILANDRI et al., 2008).

O efeito das doses de PBZ foi significativo para o diâmetro da haste, com resposta distinta entre as cultivares (Figura 1-B). ST apresentou redução e YT um ligeiro incremento desta característica com o aumento da dose de PBZ, sendo evidente o efeito genético na resposta ao retardante de crescimento. NAVARRO et al. (2007) também verificaram redução no diâmetro da haste de plântulas de *Arbustus unedo* com a aplicação de doses de PBZ no substrato.

Houve efeito significativo das doses e da cultivar na área foliar das plantas (Figura 1-C), sendo que ST apresentou maior área foliar que YT. Quanto ao efeito das doses, verificou-se redução na área foliar com aumento da dose de PBZ aplicada no substrato, ajustando-se ao modelo quadrático, com pouca diferença entre as doses avaliadas, a partir de 0,5 mg/vaso de PBZ, em ambas as cultivares. Assim como observado na altura das plantas, a redução na área foliar pela aplicação do PBZ foi maior na cultivar ST. A redução na área foliar e altura das plantas após a aplicação do PBZ é resultado comum nos trabalhos que avaliam retardantes de crescimento, provavelmente em função do bloqueio da síntese de giberelinas, como observado por BAÑON et al. (2002) em *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan, NAVARRO et al. (2007) em *Arbustus unedo* e HWANG et al. (2008) em *Kalanchoe blosfeldiana* cv. Gold Strike.

Não foi verificado efeito, tanto do PBZ quanto da cultivar no número de folhas da planta, com média de 9,85 folhas por haste (Figura 1-D). PINTO et al. (2005) e AL-KHASSAWNED et al. (2006) também não verificaram efeito do PBZ aplicado no substrato no número de folhas em zínia e íris, respectivamente. Entretanto a resposta ao PBZ parece depender da espécie e da dose avaliada, pois foi observado aumento no número de folhas de kalanchoê (HWANG et al., 2008) e girassol (BARBOSA et al., 2009) e redução em *Arbutus unedo* (NAVARRO et al., 2007), com a aplicação de PBZ no substrato.

Para ambas cultivares, verificou-se redução na produção de matéria seca da parte aérea com o aumento das doses de PBZ, com os dados ajustando-se ao modelo quadrático, com mesma tendência para as duas cultivares (Figura 1-E). Tal fato deve-se à redução da altura das plantas e área foliar, assim a cultivar YT apresentou menor produção de matéria seca em comparação com a cultivar ST. A redução da produção de matéria seca da parte aérea com a aplicação do PBZ no substrato também foi constatado por BAÑÓN et al. (2002), PINTO et al. (2005, 2006) em cravo, zínia e açafrão-da-cochinchina.

A produção de matéria seca de folhas foi menor na cultivar YT (Figura 1-F), que também apresentou menor área foliar (Figura 1-C), comparado com a cultivar ST. A cultivar ST obteve redução de 28,34 % na produção de matéria seca de folhas com dose de 2 mg/vaso de PBZ comparado com a dose zero. Para a cultivar YT não verificou-se efeito das doses de PBZ na produção de matéria seca de folhas, apresentando em média 1,10 g/vaso.

A produção de matéria seca de flores não foi influenciada pelas doses de PBZ e pelo genótipo (Figura 1-G). Com menos produção de matéria seca da parte aérea e de folhas, a YT produziu a mesma produção de matéria seca de flores que ST ($\bar{y} = 1,72$

g/vaso). Houve maior partição de carbono para as flores, nas duas cultivares, com a aplicação do PBZ, pois foi observada redução da massa seca da parte aérea (hastes + folhas), sem alterar a produção de matéria seca de flores. Conforme LEVER (1986) e RADEMACHER (1995), o paclobutrazol pode alterar a partição de assimilados a favor dos órgãos reprodutivos, promovendo seu desenvolvimento em prejuízo do crescimento dos órgãos vegetativos.

A produção de matéria seca de raízes também não foi influenciada pelas doses de PBZ, porém o foi pelas cultivares (Figura 1-H), sendo que a cultivar ST produziu mais matéria seca de raízes ($\bar{y} = 3,36$ g/vaso) em relação à cultivar YT ($\bar{y} = 1,81$ g/vaso). WILKINSON & RICHARDS (1987) relatam que o crescimento do sistema radicular pode ser reduzido se a dose aplicada de paclobutrazol via substrato for de concentração elevada, o que não ocorreu no presente estudo.

Não foi verificado efeito das doses de PBZ e das cultivares no ciclo e no número de flores por planta (Figura 2-A,B). Em média, as plantas floresceram com 49,41 dias e produziram duas flores por planta. OLSEN & ANDERSEN (1995) verificaram que o ciclo da margarida-do-cabo (*Osteospermum ecklonis* cv. calypso) varia de acordo com o retardante de crescimento e as doses aplicadas e que o PBZ aplicado no substrato não influenciou esta característica. Estes resultados corroboram com os encontrados por DENEKE & KEEVER (1992) em tulipa e por PINTO et al. (2005) em zínia. Quanto ao número de flores, esta também parece ser uma característica na qual a resposta ao retardante de crescimento varia conforme a espécie, tipo e dose do mesmo. Segundo BASRA (2000), muitas vezes os retardantes de crescimento controlam a altura sem afetar o florescimento, e atrasos no ciclo podem ser provocados pela aplicação de doses excessivas do retardante.

O aumento das doses de PBZ aplicadas no substrato provocou a redução da altura do botão e do diâmetro floral, ambos ajustando-se ao modelo linear (Figura 2-C,D). Houve efeito da cultivar apenas para a altura do botão (Figura 2-C) e a redução da altura foi de 4,89 % para a YT e 5,42 % para ST, na maior dose, em comparação com a testemunha. A cultivar YT apresentou maior altura dos botões que a ST. Deve-se ressaltar que a redução do diâmetro floral foi sutil e que as doses avaliadas não foram prejudiciais ao aspecto comercial. WANDERLEY et al. (2007) também verificaram redução no diâmetro das inflorescências de girassol em função da aplicação de doses de PBZ no substrato e diferenças genóticas em relação a esta variável.

A aplicação do PBZ não influenciou o comprimento das pétalas, comprimento e diâmetro do pedúnculo floral, porém houve efeito varietal nestas características (Figura 2-E,G,H). A cultivar YT apresentou os maiores valores médios, de 3,9 cm, 4,21 cm e 0,21 cm para as três características, respectivamente. Estas três variáveis são importantes na qualidade da flor. Ressalta-se que houve redução do porte, tornando as plantas mais harmônicas em relação ao vaso com a aplicação das doses de PBZ, sem alterar a qualidade da flor, porém, constatando-se apenas ligeira redução no seu diâmetro. Assim, a aplicação das doses estudadas no presente trabalho é viável e não foram verificadas deformações nas flores para nenhuma dose aplicada.

A longevidade floral aumentou linearmente com o aumento das doses do PBZ, havendo também efeito da cultivar (Figura 2-F). A cultivar YT apresentou flores mais longevas. A maior dose de PBZ proporcionou aumento na longevidade das flores de 31,3 % na cultivar ST e de 27,07 % na cultivar YT, em relação à testemunha. FRANCESCANGELI & ZAGABRIA (2008) também constataram efeito varietal e incremento da longevidade floral de petúnias com o aumento das doses de PBZ. Segundo OLSEN & ANDERSEN (1995), os retardantes de crescimento geralmente

reduzem a longevidade floral, porém depende da dose, da espécie e do retardante. Estes autores verificaram que o PBZ não alterou a longevidade floral da margarida-do-cabo (*Osteospermum ecklonis* cv. calypso), entretanto, uniconazol, cloreto de cloromequat e flurprimidol reduziram-na. SAKS et al. (1992) verificaram que o paclobutrazol, aplicado via foliar, quando as flores estavam parcialmente abertas reduziu a longevidade das mesmas, mas não apresentou efeito nesta característica, quando aplicado continuamente nas flores completamente abertas.

A aplicação das doses de PBZ incrementou consideravelmente a fotossíntese, a transpiração e a condutância estomática das cultivares, ajustando-se ao modelo linear (Figura 3-A,B,C). Houve efeito significativo da cultivar apenas para fotossíntese e transpiração e a cultivar YT apresentou maiores valores para estas duas características fisiológicas. Houve aumento de 19,89 e 26,26 % na fotossíntese e 19,33 e 28,69 % na transpiração, das cultivares YT e ST, respectivamente, com a maior dose do retardante, em comparação com a testemunha. O incremento na condutância estomática para ambas cultivares foi de 47,37 % com a dose de 2 mg/vaso em comparação com a dose zero. JALEEL et al. (2007), avaliando plantas de *Catharanthus roseus* tratadas com PBZ, também observaram aumento da taxa fotossintética líquida comparado com plantas não tratadas, assim como LICHEV et. al (2001), em cerejeira e MARTIN & INGRAM (1988), em magnólia.

Os teores de clorofila total foram significativamente influenciados pelas doses de PBZ e pela cultivar (Figura 3-D). Com o aumento da dose de PBZ no substrato houve aumento linear no teor de clorofila total. Este efeito da aplicação do PBZ é bastante constatado (CATHEY, 1975; BAÑON et al., 2002; THAKUR, et al., 2006; JALEEL et al., 2007). A cultivar YT apresentou os maiores teores deste pigmento. O aumento nos teores de clorofila ocorre porque há maior produção de citocinina endógena com a

aplicação do PBZ, a qual aumenta a diferenciação dos cloroplastos, síntese de clorofila e previne a degradação da mesma (FLETCHER et al., 2000). As células das plantas tratadas com PBZ são menores, e a clorofila fica concentrada dentro do reduzido volume e há menores espaços intercelulares (CATHEY, 1975). Segundo BARBOSA et al. (2009), o maior contraste entre o verde das folhas e as flores, pelo aumento do teor de clorofila após a aplicação do paclobutrazol, aumenta a atratividade visual e conseqüentemente, favorece a comercialização das plantas.

Conclusão

Com o aumento da dose de paclobutrazol via substrato nas cultivares Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza[®] houve redução da produção de matéria seca da parte aérea e de folhas, área foliar, altura das plantas, altura do botão e diâmetro floral e incremento na fotossíntese, transpiração, condutância estomática, teor de clorofila total e longevidade floral, proporcionando melhoria da qualidade e estética das cultivares.

O paclobutrazol foi eficiente em reduzir a altura, conferindo relação harmoniosa entre a planta e o vaso, sem causar sintomas de toxidez. Sugere-se a aplicação no substrato de 2 mg/vaso de paclobutrazol para Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza[®] cultivadas em vasos.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pela concessão de bolsa e pelo auxílio financeiro concedido ao projeto.

Referências Bibliográficas

- 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**, Amsterdam, v.107, p.187-193, 2006.
- BAÑON, S. et al. Growth, development and colour response of potted *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan to paclobutrazol treatment. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.94, p.371-377, 2002.
- BARBOSA, J.G. et al. Cultivo de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vaso sob diferentes doses de paclobutrazol. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.14, p.205-208, 2009.
- BARRET, J.E. **Mecanisms 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**, Alexandria, v.29, p.893-895, 1994.
- BASRA, A.S. **Plant growth regulators in agriculture and horticulture**: their role and commercial uses. 1.ed. New York: Food Products Press, 2000. 262p.
- CATHEY, H.M. Comparative growth retarding activities of acymidol, AMO-1618, phophon, chlormequat and SADH on ornamental plant species. **HortScience**, Alexandria, v.10, p.204-216, 1975.
- CUSHMAN, L.C.; PEMBERTON, H.B. & KELLY, J.W. Cultivar, flower stage, silver thiosulfate, and BA interactions affect performance of potted miniature roses. **HortScience**, Alexandria, v.29, p.805-808, 1994.

DENEKE, C.F. & KEEVER, G.J. Comparison of application methods of paclobutrazol for height control of potted tulips. **HortScience**, Alexandria, v.27, p.1329, 1992.

FLETCHER, R.A. et al. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Horticultural Reviews**, New York, v.24, p.55-138, 2000.

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

FRANCESANGELI, N. & ZAGABRIA, A. Paclobutrazol for height control of petunias. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v.68, p.309-314, 2008.

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

GROSSI, J.A.S.; BARBOSA, J.G. & RODRIGUES, E.J.R. Retardantes de crescimento de plantas ornamentais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.30, p.33-35, 2009.

HWANG, S.J. et al. Suppression of stem growth in pot kalanchoe 'Gold Strike' by recycled subirrigational supply of plant growth retardants. **African Journal of Biotechnology**, Victoria Island, v.7, p.1487-1493, 2008.

JALEEL, C.A. et al. Paclobutrazol enhances photosynthesis and ajmalicine production in *Catharanthus roseus*. **Process Biochemistry**, London, v.42, p. 1566-1570, 2007.

LEVER, B.G. Cultar - a technical overview. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.179, p.459-466, 1986.

LICHEV, V.; BEROVA, M. & ZLATEV, Z. Effect of cultar on the photosynthetic apparatus and growth of cherry trees. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, Sofia, v.1, p.29-33, 2001.

- LITTELL, R.C.; FREUND, R.J. & SPECTOR, P.C. **SAS system for linear models**. Cary: SAS Intitute Inc., 1991. 329p
- MARTIN, C.A. & INGRAM, D.L. Paclobutrazol and irradiance level affect growth of *Magnolia grandiflora* ‘Glen St. Mary’. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v.101, p.306-319, 1988.
- MILANDRI, S.G.; LAUBSCHER, C.P. & NDAKIDEMI, P.A. Hydroponic culture of *Gladiolus tristis*: Application of paclobutrazol for flowering and height control. **African Journal of Biotechnology**, Victoria Island, v.7, p239-243, 2008.
- MONTGOMERY, D.C. & RUNGER, G.C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 2ª Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2003. 463p.
- NAVARRO, A.; SANCHEZ-BLANCO, M.A. & BAÑON, S. Influence of paclobutrazol on water consumption and plant performance of *Arbutus unedo* seedlings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.111, p.133-139, 2007.
- NETER, J. & WASSERMAN, W. **Regression, analysis of variance and experimental designs**. Applied Linear Statistical Models. USA: RD, 1974. 842p.
- OLSEN, W.W. & ANDERSEN, A.S. The influence of five growth retardants on growth and postproduction qualities of *Osteospermum ecklonis* cv. ‘Calypso’. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.62, p.263-270, 1995.
- PERTENELLI, L.A. & MELLO, M.P. **Conhecendo o R: uma visão estatística**. 2007. 181p.
- PINTO, A.C.R. et al. Growth retardants on development and ornamental quality of potted Lilliput’ *Zinnia elegans* Jacq. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, p.337-345, 2005.
- PINTO, A.C.R. et al. Retardadores de crescimento na produção de plantas floridas envasadas de açafrão-da-cochinchina. **Bragantia**, Campinas, v.65, p.369-380, 2006.

- PORRA, R.J.; THOMPSON, W.A. & KRIEDERMANN, P.E. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equation for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophylls standards by atomic absorption spectroscopy. **Biochimica et Biophysica Acta**, New York, v.975, p.384-394, 1989.
- RADEMACHER, W. Growth Retardants: biochemical features and applications in horticulture. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.394, p.57-73, 1995.
- SACHS, R.M. & HACKETT, W.P. Chemical control of flowering. **Acta Horticulturae**, v.68, p.29-49, 1976.
- SAKS, Y.; VAN STADEN, J. & SMITH, M.T. Effect of gibberellic acid on carnation flower senescence: evidence that the delay of carnation flower senescence by gibberellic acid depends on the stage of flower development. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.11, p.45-51, 1992.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- THAKUR, R. et al. Regulation of growth *Lilium* plantlets in liquid medium by application of paclobutrazol or ancymidol, for its amenability in a bioreactor system: growth parameters. **Plant Cell Reports**, Berlin, v.25, p.382-391, 2006.
- WANDERLEY, C.S.; REZENDE, R. & ANDRADE, C.A.B. Efeito de paclobutrazol como regulador de crescimento e produção de flores de girassol em cultivo hidropônico. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.1672-1678, 2007.
- WILKINSON, R.I.; RICHARDS, D. Effects of paclobutrazol on growth and flowering of *Bouvardia humboldtii*. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.2, p.444-445, 1987.

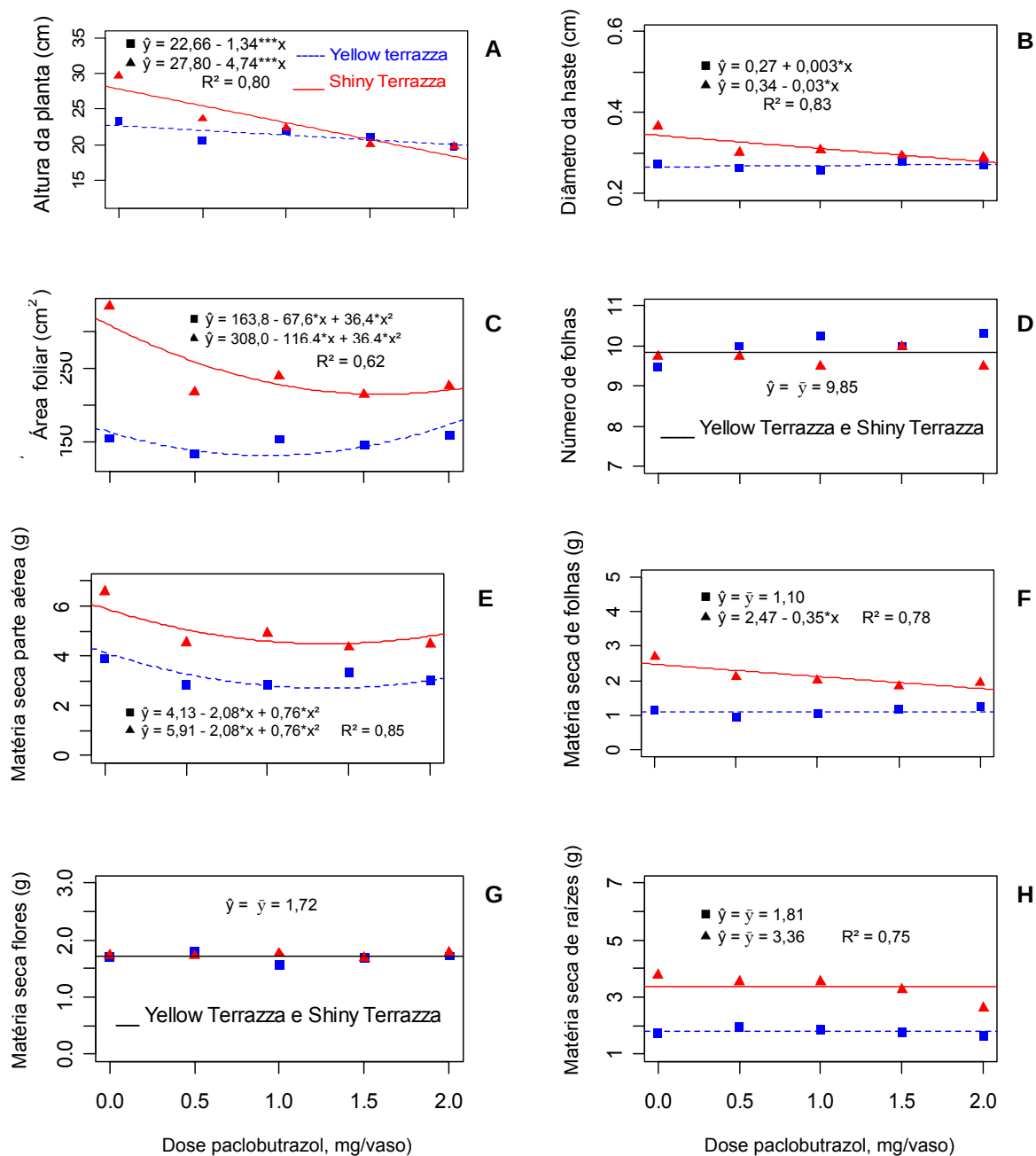


Figura 1 - Altura da planta (A); diâmetro das hastes (B); área foliar (C); número de folhas (D) e produção de matéria seca da parte aérea (E), folhas (F), flores (G) e raízes (H) das cultivares de roseira Yellow Terrazza[®] (■) e Shiny Terrazza[®] (▲), produzidas em vaso, em função da aplicação de doses de paclobutrazol no substrato. Viçosa-MG, 2010. * $P < 0,05$; *** $P < 0,001$.

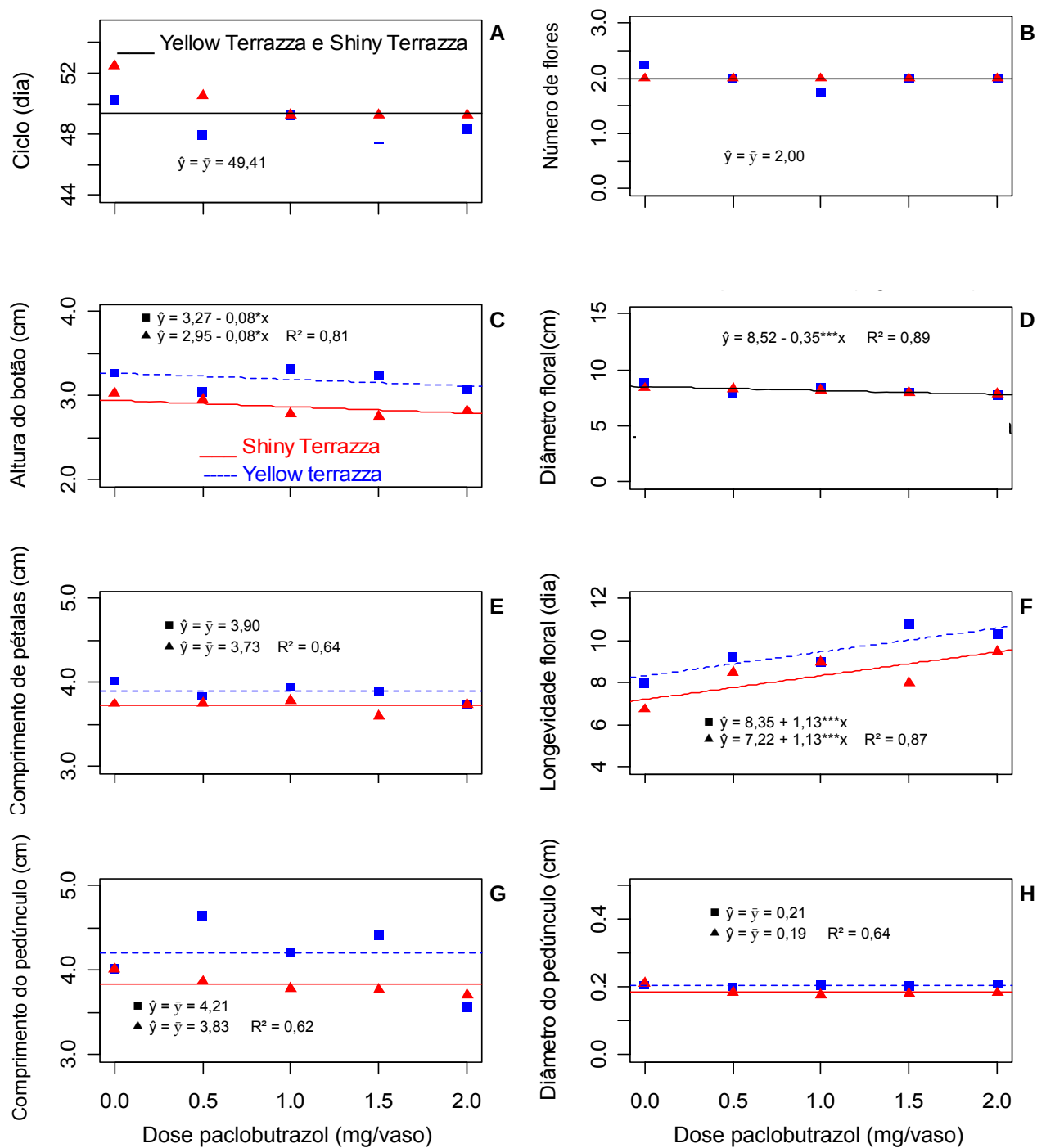


Figura 2 - Ciclo (A); número de flores (B); altura do botão (C); diâmetro floral (D); comprimento das pétalas (E); longevidade floral (F) e comprimento (G) e diâmetro do pedúnculo (H) das cultivares de roseira Yellow Terrazza[®] (■) e Shiny Terrazza[®] (▲), produzidas em vaso, em função da aplicação de doses de paclobutrazol no substrato.

Viçosa-MG, 2010. * $P < 0,05$; *** $P < 0,001$.

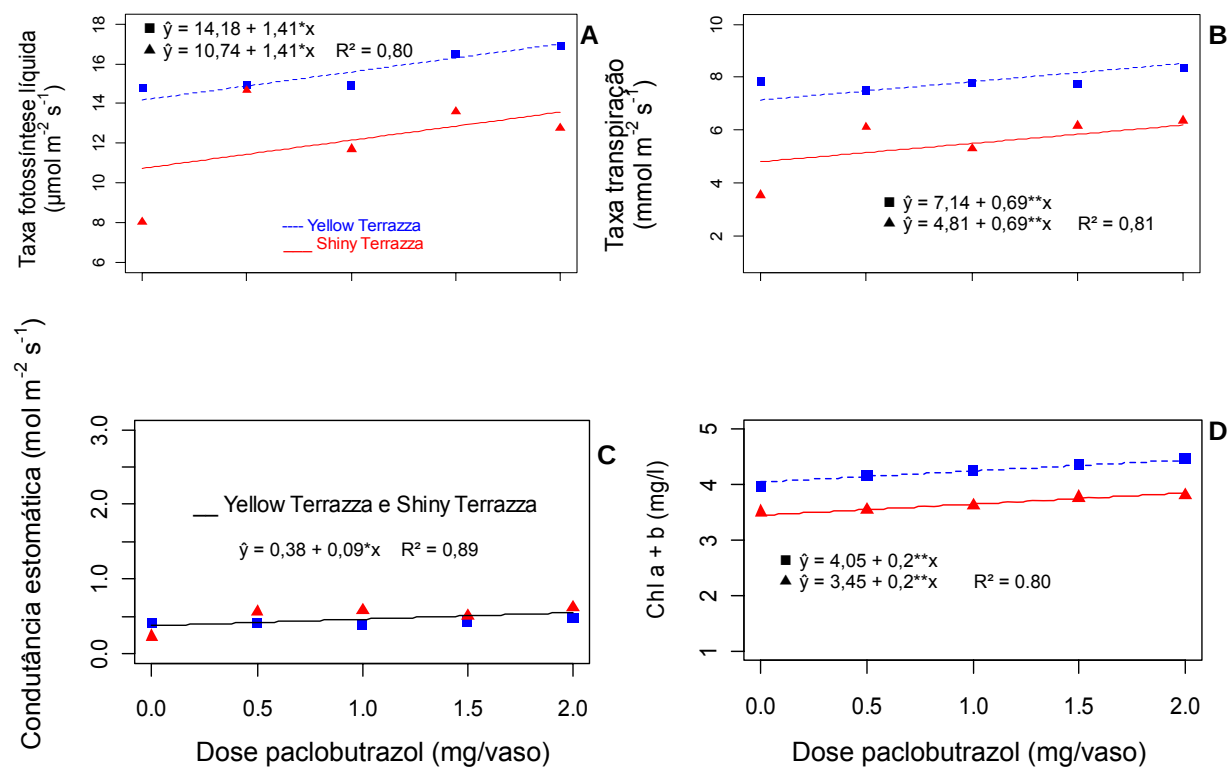


Figura 3 - Taxas de fotossíntese líquida (A) e transpiração (B); condutância estomática (C) e teores de clorofila total das cultivares de roseira Yellow Terrazza[®] (■) e Shiny Terrazza[®] (▲), produzidas em vaso, em função da aplicação de doses de paclobutrazol no substrato. Viçosa-MG, 2010. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

CAPITULO II¹

Plasticidade anatômica foliar de roseiras pulverizadas com paclobutrazol e daminozide

Resumo

Objetivou-se com esse trabalho avaliar as alterações anatômicas quantitativas e os teores de clorofila das folhas de duas cultivares de roseira (Yellow Terrazza[®] e Red White Terrazza[®]), cultivadas em vaso em função da pulverização de doses de paclobutrazol (0, 40, 60, 80 mg L⁻¹) em um experimento e doses de daminozide (0, 2000, 4000, 6000, 8000 mg L⁻¹) em outro. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e os tratamentos dispostos em esquema fatorial (cultivares x doses dos retardantes), em delineamento de blocos casualizados com cinco repetições. As cultivares apresentaram plasticidade anatômica da lâmina foliar com aplicação foliar de paclobutrazol e daminozide. O aumento da dose dos retardantes nas duas cultivares promove mudanças na proporção dos tecidos, aumenta a espessura da lâmina foliar, mesofilo e dos parênquimas paliçádico e lacunoso, além dos teores de clorofila. Os retardantes não influencia a espessura da epiderme abaxial das folhas das cultivares. O tecido parenquimático das cultivares apresenta maior plasticidade com aplicação dos retardantes.

Termos para indexação: *Rosa hybrida*, retardantes de crescimento, anatomia foliar quantitativa, clorofila.

¹ Capítulo escrito conforme as normas de submissão para a revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

Leaf plasticity of roses sprayed with paclobutrazol and daminozide

Abstract

The aim of this work was to evaluate quantitative anatomical and the chlorophyll content of two roses cultivars leaves (Yellow Terrazza[®] and Red White Terrazza[®]), grown in pots according to sprayed paclobutrazol doses (0, 40, 60, 80 mg L⁻¹) and daminozide doses (0, 2000, 4000, 6000, 8000 mg L⁻¹). The experiments were conducted in a greenhouse and the treatments were arranged in factorial scheme (cultivars x growth retardants dose) in a randomized block design with five replications. The cultivars showed leaf anatomical plasticity with foliar application of paclobutrazol and daminozide. Increasing the retardant dose in both cultivars promote changes in the proportion of tissues, increase the thickness of leaf blade, mesophyll and palisade and spongy parenchyma and chlorophyll content. Retardants did not affect the lower epidermis thickness of cultivars leaves. The parenchyma both cultivars shows bigger plasticity with application of retardants.

Index terms: *Rosa hybrida*, growth retardants, quantitative anatomy, chlorophyll

Introdução

A floricultura é uma atividade que vem se destacando no agronegócio brasileiro. A rosa (*Rosa* sp) é uma das principais culturas, tanto no mercado interno quanto no externo, movimentando anualmente valores da ordem de dez bilhões de dólares, nos segmentos de mudas, flores de corte e flores em vasos (Guterman, 2002).

Apesar do tamanho reduzido, as atuais roseiras comercializadas em vaso ainda precisam de ajuste quanto ao tamanho e arquitetura para atender às exigências dos consumidores que acompanham o crescimento do mercado. Nesse sentido, a aplicação

de substâncias químicas denominadas retardantes de crescimento pode ser uma alternativa viável para reduzir a altura e adequar a arquitetura destas plantas de forma a manter uma relação harmoniosa entre altura da planta e do vaso, como verificado para lírio, cravo, kalanchoê, crisântemo e gladiolo (Bañón et al., 2002; Francescangeli et al., 2007; Haque et al., 2007; Milandri et al., 2008).

Dentre os retardantes de crescimento mais utilizados estão o paclobutrazol e o daminozide. O paclobutrazol é um composto do grupo dos triazóis, amplamente utilizado em plantas ornamentais, aplicado tanto em pulverizações foliares quanto no substrato e o daminozide, ácido succínico-2,2-dimetilhidratado, aplicado somente via foliar. Os retardantes de crescimento atuam na inibição da síntese de giberelinas, que são responsáveis pelo alongamento celular. Essa inibição modifica a morfologia das plantas, reduzindo seu tamanho (Basma, 2000; Taiz & Zeiger, 2004).

Existem variadas respostas fisiológicas e morfológicas em plantas tratadas com retardantes de crescimento, como redução da altura e área foliar, diminuição do alongamento internodal, aumento do ciclo e longevidade floral, estímulo ao crescimento de raízes, alterações na anatomia foliar e trocas gasosas, aumento dos teores de clorofila, aumento da síntese de citocinina, maior potencial antioxidante e incremento na produção de alcalóides (Basma, 2000; Bañón et al., 2002; Jaleel et al., 2007; Milandri et al., 2008).

Nos últimos anos mais detalhes sobre as alterações na anatomia dos órgãos vegetativos foram apontados, após a aplicação de retardantes de crescimento. As mais recorrentes são o aumento de espessura da lâmina foliar, provocadas pela indução de camadas adicionais de parênquima paliçádico, com redução do comprimento e diâmetro das células e redução dos espaços intercelulares. Caules com diâmetro reduzido e raízes

com maior diâmetro também foram verificados (Burrows et al., 1992; Pateli et al., 2004; Nazarudin et al., 2007).

A resposta das plantas pode variar de acordo com o tipo de retardante, espécie, variedade, fisiologia, idade da planta, estágio de desenvolvimento, condições ambientais, status nutricional e balanço hormonal endógeno (Basra, 2000). Assim, objetivou-se com este estudo avaliar as alterações anatômicas quantitativas e teores de clorofila em folhas de duas cultivares de roseira, a Yellow Terrazza[®] e a Red White Terrazza[®], cultivadas em vaso em função da pulverização com doses de paclobutrazol e daminozide.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos simultâneos em casa de vegetação do Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. O período experimental foi de agosto a outubro de 2008, ocorrendo temperatura média diária mínima e máxima de 12,6 e 29,7 °C, respectivamente. A umidade relativa do ar apresentou variações médias diárias, diurnas e noturnas, de 58,2 e 83,1 %, respectivamente.

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial, em delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições e cada parcela experimental constituiu-se de uma planta. O ingrediente ativo paclobutrazol foi obtido a partir do produto comercial Cultar[®] (25 % paclobutrazol) e o ingrediente ativo daminozide foi obtido do produto comercial B-Nine[®] (85 % de daminozide). Em um experimento testou-se quatro doses de paclobutrazol (0, 40, 60 e 80 mg L⁻¹) e no outro cinco doses de daminozide (0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg L⁻¹) aplicadas via pulverizações foliares. As cultivares de roseira (*Rosa hybrida* L.) utilizadas foram Yellow Terrazza[®] e Red White Terrazza[®]. As

plantas foram mantidas sob fotoperíodo natural e receberam a mesma quantidade de água e fertilizantes.

Os retardantes de crescimento foram diluídos em água deionizada utilizando-se Tween 20 ($0,5 \text{ mL L}^{-1}$), como surfactante e aplicados com o auxílio de um pulverizador manual de 0,5 L. Os retardantes foram aplicados em duas vezes, sendo a primeira quando as brotações apresetaram comprimento entre 3 a 4 cm e a segunda quando atingiram entre 6 a 7 cm na mesma haste. O volume médio pulverizado por planta foi de 6 e 8 mL de solução, na primeira e segunda aplicação, respectivamente. A superfície do substrato, no momento da aplicação, foi revestida com papel absorvente. As aplicações ocorreram entre 16:00 e 18:00 horas.

A cultivar Yellow Terrazza[®] (YT) possui em média 45 cm de altura, apresenta três ou mais flores por haste, com flores de coloração variando de amarelo creme a branco com até 8 cm de diâmetro. O folíolo, verde brilhante, possui comprimento médio de 3,5 cm. A cultivar Red White Terrazza[®] (RWT) possui altura média entre 35 a 40 cm, podendo apresentar duas ou mais flores por haste, com flores de coloração vermelha e branca com 7 cm de diâmetro. O folíolo, verde, possui em média comprimento de 2 cm.

As mudas possuíam dois pares de folhas completas, e foram individualmente transplantadas para vasos plásticos nº 12 (10 cm de altura e 800 cm^3 de volume), contendo 0,6 kg de substrato comercial Plantmax[®], dispostos nas bancadas com espaçamento entre si de 25 x 25 cm. Após o transplantio e aclimação das mudas procedeu-se a poda deixando-se duas folhas completas por haste.

O regime de irrigação foi diário e a adubação realizada via fertirrigação, duas vezes por semana, aplicando-se 100 mL, em cada vaso, de uma solução de $1,4 \text{ g L}^{-1}$ da formulação Peters[®] 15-05-15 + Ca + Mg + micronutrientes, fornecendo, em mg L^{-1} : 200

de N; 29,4 de P; 166 de K, 66,6 de Ca; 26,6 de Mg; 0,2 de B; 0,094 de Cu; 1,0 de Fe; 0,494 de Mn; 0,094 de Mo e 0,532 de Zn.

Os estudos de anatomia foliar foram realizados em folhas maduras completamente expandidas, do terço médio da haste floral do quinto nó, de plantas do estágio de botão floral fechado (Cushman et al., 1994).

Amostras da região mediana da lâmina foliar foram fixadas em FAA₅₀ por 48 horas e estocadas em etanol 70 % (Johansen, 1940), para posterior inclusão em metacrilato (Historesina - Leica), de acordo com as recomendações do fabricante. O material emblocado foi cortado transversalmente em micrótomo de avanço automático com 5 µm de espessura, e corado com azul de toluidina pH 4,0 (O'Brien et al., 1964), por 5 minutos, para a coloração metocromática dos tecidos. As lâminas foram montadas sob lamínula com resina sintética (Permount - SP15-500, Fisher Scientific, New Jersey, EUA).

As lâminas foram observadas em microscópio de luz (modelo AX70 TRF, Olympus Optical) com sistema U-PHOTO, acoplado à câmera fotográfica digital (modelo Spot Insightcolour 3.2.0, Diagnostic Instruments Inc.) e microcomputador com o programa de captura de imagens Spot Basic, do Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia Vegetal da UFV.

Os dados foram obtidos com o auxílio do software Image Pro-Plus 4.5, alimentado pelas imagens digitalizadas. Os parâmetros avaliados foram espessura da lâmina foliar, mesófilo, parênquima paliádico e lacunoso e epiderme da face adaxial e abaxial do folíolo.

A determinação de clorofila total foi realizada a partir do método colorimétrico descrito por Porra et al. (1989). Foram utilizados discos foliares de hastes do terço médio de plantas com flores em senescência, correspondendo ao estágio 6 de abertura

floral proposto por Cushman et al. (1994). Os discos (1,414 cm²) coletados entre as nervuras secundárias excluindo-se a nervura principal, foram imersos em 25 mL de acetona 80 % e colocados no escuro por quatro dias, à temperatura média de 3 °C. Os extratos foram lidos em espectrofotômetro, determinando-se as absorbâncias nos comprimentos de onda de 645 e 663 nm para a leitura de clorofila. O cálculo utilizado para a quantificação do pigmento foi:

$$\text{Clorofila } a + b = 17,76.A^{645} + 7,34.A^{663}$$

Em que: A^{663} = absorbância a 663 nm; A^{645} = absorbância a 645 nm.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software R (Paternelli & Mello, 2007). As equações de regressão foram ajustadas para o efeito das doses dos retardantes com uso de variáveis indicadoras Dummy para especificar os parâmetros do modelo (Neter & Wasserman, 1974; Littell et al., 1991).

Variáveis Dummy, também chamadas de variáveis indicadoras, são variáveis que recebem valores de 0 ou 1 indicando a presença ou não de um determinado atributo, que no presente trabalho foi a presença ou não de uma cultivar. O fator qualitativo com t níveis é representado por t-1 variáveis Dummy (Montgomery & Runger, 2003). Logo no presente estudo foi representado por uma variável Dummy, Z_1 (Equação 1). O modelo final ajustado foi de regressão polinomial de segundo grau para todos os parâmetros avaliados para as duas cultivares:

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \beta_3Z_1 + \beta_4Z_1x + \beta_5Z_1x^2 + \varepsilon \quad (\text{Equação 1})$$

Após esse ajuste, obtém-se os modelos reduzidos de cada cultivar atribuindo valores 0 ou 1 correspondente à variável Dummy. Considerando a cultivar Yellow Terrazza[®], a variável Dummy assume valor $Z_1 = 0$ (Equação 2), obtendo o seguinte modelo reduzido:

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \varepsilon \quad (\text{Equação 2})$$

Entretanto, para a cultivar Red White Terrazza[®], a variável Dummy assume valor $Z_1 = 1$ (Equação 3), resultando no seguinte modelo reduzido:

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \beta_3(1) + \beta_4(1)x + \beta_5(1)x^2 + \varepsilon \quad (\text{Equação 3})$$

Resultados e Discussão

As folhas das plantas controle exibiram anatomia típica da família Rosaceae, como descrito por Metcalfe & Chalk (1957) (Figuras 1-2). Entre as epidermes adaxial e abaxial encontra-se o mesofilo foliar, dorsiventral, composto do parênquima paliçádico, em contato com a epiderme adaxial e do lacunoso, sob a abaxial. Existem duas ou três camadas de parênquima paliçádico, onde está a maior parte dos cloroplastos, e de cinco a sete camadas de parênquima lacunoso. No mesofilo também estão os feixes vasculares colaterais. A epiderme apresenta uma única camada de células, e que apresentam contorno poligonal e paredes delgadas na face adaxial e sinuosas na abaxial. Os estômatos estão restritos à epiderme abaxial da folha e encontram-se inseridos no mesmo nível que as demais células deste tecido. Os feixes vasculares de médio porte apresentam calotas esclerenquimáticas opostas ao xilema e ao floema. Há também evidente quantidade de mucilagem na epiderme adaxial e abaxial das duas cultivares.

A comparação dos cortes transversais das folhas das plantas controle com as que receberam aplicação dos retardantes paclobutrazol e daminozide revelou alterações na espessura da lâmina foliar e dos tecidos que a compõem (Figuras 1-2). Com o aumento das doses dos retardantes pulverizadas nas folhas houve aumento linear da espessura da lâmina foliar, ajustando-se ao modelo linear para ambas as cultivares (Figuras 3A-B). No entanto, só houve efeito das cultivares quando o daminozide foi aplicado. Nesse caso, a cultivar RWT apresentou folhas mais espessas ($\bar{y} = 176,53 \mu\text{m}$) que a YT ($\bar{y} = 167,1 \mu\text{m}$) (Figura 3B). O incremento na espessura da lâmina foliar proporcionado pela

dose de 8000 mg L⁻¹ de daminozide foi de 15,47 e 14,59 % para as cultivares YT e RWT, respectivamente, em relação à testemunha. A dose de 80 mg L⁻¹ de paclobutrazol promoveu acréscimo de 8,94 % nesta variável para as duas cultivares, em comparação com a testemunha. Pateli et al. (2004) e Kofidis et al. (2008) também verificaram que a aplicação foliar de daminozide proporcionou aumento na espessura da lâmina foliar de *Epidendrum radicans* e *Coriandrum sativum* L., respectivamente. Foi observado em *Amorphophallus campanulatus*, aumento da espessura da lâmina foliar como consequência da aplicação foliar de paclobutrazol (Gopi et al., 2008), assim como em *Catharanthus roseus* por Jaleel et al. (2009).

Como a lâmina foliar é composta pelas epidermes adaxial e abaxial e pelo mesofilo, que por sua vez é formado pelos parênquimas paliçádico e lacunoso, deve-se verificar em quais destes componentes também houve espessamento. Houve espessamento do mesofilo com a aplicação dos retardantes de crescimento, com modelos distintos ajustados, quadrático para paclobutrazol e linear para daminozide (Figuras 3C-D). Resultados semelhantes foram verificados para a espessura do parênquima paliçádico (Figuras 3E-F). Para ambos os retardantes houve efeito da cultivar; RWT apresentou mesofilo ($\bar{y} = 141,63 \mu\text{m}$) e parênquima paliçádico ($\bar{y} = 57,54 \mu\text{m}$) mais espessos que a cultivar YT com a aplicação de paclobutrazol. Nazarudin et al. (2007) também verificaram que a aplicação do paclobutrazol provocou espessamento do parênquima paliçádico em folhas de *Syzygium campanulatum*, em doses de até 3750 mg L⁻¹ deste retardante e na dose de 10 mg L⁻¹ em *Solenostemom rotundifolius* (Kishorekumar et al., 2006). Esse maior espessamento do tecido parenquimático paliçádico pode ocorrer pelo aumento no comprimento das células deste tecido, como verificado por Tekalign (2005) em folhas de batata, ou pelo acréscimo no número de camadas do mesmo, como verificado por Burrows et al. (1992) em

crisântemo. No presente trabalho detectou-se o maior espessamento do parênquima paliádico devido ao maior comprimento das células, corroborando com os resultados de Tekalign (2005).

A aplicação do paclobutrazol também promoveu aumento linear na espessura do parênquima lacunoso das plantas tratadas em comparação às plantas controle (Figura 4A). No entanto, não foi verificado efeito da cultivar nesta característica para este retardante. Por outro lado, o daminozide promoveu espessamento mais acentuado deste tecido na cultivar YT e efeito sutil na cultivar RWT, ajustando-se ao modelo linear (Figura 4B). Isso demonstra efeito genético da resposta das cultivares à aplicação dos retardantes a qual também depende da dose dos mesmos. Acréscimos na espessura do tecido parenquimático lacunoso também foi observado por Gopi et al. (2008) e Jaleel et al. (2009) com a aplicação de paclobutrazol e por Kofidis et al. (2008) com a aplicação de daminozide.

A epiderme foi o tecido que apresentou menor plasticidade com a aplicação dos retardantes. As doses de paclobutrazol não alteraram a espessura desse tecido (Figuras 4C e 4E). O daminozide modificou apenas a espessura da epiderme adaxial (Figura 4D), apresentando efeito quadrático para as duas cultivares, observando-se ligeira redução na espessura da epiderme adaxial nas doses intermediárias, e, na maior, valores semelhantes aos das plantas controle. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Bosabalidis & Exarchou (1995), os quais verificaram que a espessura das epidermes de folhas de orégano se reduziu com a aplicação de ANA, um retardante. No entanto, o paclobutrazol aumentou a espessura das epidermes em *Cataranthus roseus* e *Solenostemom rotundifolius* (Gopi et al., 2008; Jaleel et al., 2009). A resposta ao retardante de crescimento pode variar conforme a dose aplicada, assim como a espécie utilizada para o estudo.

Considerando que as epidermes quase não apresentaram resposta, a maior alteração foi verificada no mesofilo, já que houve aumento da espessura da lâmina foliar. O acréscimo na espessura da lâmina foliar das cultivares foi devido à maior espessura do parênquima paliçádico e lacunoso, para os dois retardantes.

Os teores de clorofila em função das doses dos retardantes se ajustaram ao modelo quadrático quando o paclobutrazol foi aplicado, sem efeito para cultivar, e linear para ambas as cultivares quando o daminozide foi aplicado (Figuras 4G e 4H). Observa-se que para a cultivar YT o efeito foi mais acentuado, constatando-se maiores teores de clorofila total que a RWT. Geralmente, a aplicação dos retardantes de crescimento aumenta os teores de clorofila total das folhas, como verificado após a aplicação de paclobutrazol por Bañon et al., 2002; Jaleel et al., 2007, 2009 e também de daminozide por Kofidis et al., 2008.

A aplicação de triazóis, como o paclobutrazol, aumentou a produção de citocinina em algumas espécies (Fletcher & Arnold, 1986; Zhu et al., 2004). Segundo Fletcher et al. (2000), o aumento dos níveis de citocinina pode acelerar a diferenciação de cloroplastos e produção de clorofila e proteger a integridade desta molécula, explicando-se o verde mais intenso das folhas tratadas com retardantes. Outra hipótese é que o aumento da espessura do parênquima paliçádico, que contém mais cloroplastos e clorofila, aumenta a concentração deste pigmento nas folhas. Gopi et al. (2008) verificaram que *Amorphophallus campanulatus* apresentou maior número de células por unidade de área no parênquima paliçádico e lacunoso e também maior número de cloroplastos por célula, após a aplicação do paclobutrazol, assim como verificado por Barnes et al. (1989) em soja. Esse aumento nos teores de clorofila em plantas ornamentais é extremamente desejável. Segundo Barbosa et al. (2009) o maior contraste

entre o verde das folhas e as flores, pelo aumento do teor de clorofila aumenta a atratividade visual e, conseqüentemente, favorece a comercialização das mesmas.

Conclusões

A aplicação foliar do paclobutrazol e daminozide nas cultivares de roseira Yellow Terrazza[®] e Red White Terrazza[®] promove incremento na espessura da lâmina foliar em consequência da maior plasticidade dos tecidos parenquimáticos paliçádico e lacunoso, e também, aumenta os teores de clorofila total das folhas das plantas.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pela concessão de bolsa e pelo auxílio financeiro concedido ao projeto.

Referências

- BAÑON, S.; GONZÁLEZ, A.; CANO, E.A.; FRANCO, J.A.; FERNÁNDEZ, J.A. Growth, development and colour response of potted *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan to paclobutrazol treatment. **Scientia Horticulturae**, v.94. p.371-377, 2002.
- BARBOSA, J.G.; BARBOSA, M.S.; TSUJI, S.S.; MUNIZ, M.A.; GROSSI, J.A.S.; RUBIM, M. Cultivo de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vaso sob diferentes doses de paclobutrazol. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.14, p.205-208, 2009.
- BARNES, A.M.; WALSER, R.H.; DAVIS, T.D. Anatomy of *Zea mays* and *Glycine max* seedlings treated with triazole plant growth regulators. **Biologia Plantarum**, v.31, p.370-375, 1989.

- BASRA, A.S. **Plant growth regulators in agriculture and horticulture**: their role and commercial uses. 1.ed. New York: Food Products Press, 2000. 262p.
- BOSABALIDIS, A.M.; EXARCHOU, F. Effect of NAA and GA₃ on leaves and glandular trichomes of *Origanum x intercedens* Rech.: morphological and anatomical features. **International Journal of Plant Sciences**, v.156, p.488-495, 1995.
- BURROWS, G. E.; BOAG, T. S.; STEWART, W. P. Changes in leaf, stem, and root anatomy of *Chrysanthemum* cv. Lillian Hoek following paclobutrazol application. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.11, p.189-194, 1992.
- CUSHMAN, L.C.; PEMBERTON, H.B.; KELLY, J.W. Cultivar, flower stage, silver thiosulfate, and BA interactions affect performance of potted miniature roses. **HortScience**, v.29, p.805-808, 1994.
- FLETCHER, R.A.; ARNOLD, V. Stimulation of cytokinins and chlorophyll synthesis in cucumber cotyledons by triadimefon. **Physiologia Plantarum**, v.66, p.197-201, 1986.
- FLETCHER, R.A.; GILLEY, A; DAVIS, T.D.; SANKHLA, N. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews*, v.24, p.55-138, 2000.
- FRANCESCANGELI, N.; MARINANGELI, P.; CURVETTO, N. Paclobutrazol for height control of two *Lilium* L.A. hybrids grown in pots. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.5, p.425-430, 2007.
- GOPI, R.; JALEEL, C.A.; PANNEERSELVAM, R. Leaf anatomical responses of *Amorphophallus campanulatus* to triazoles fungicides. **EurAsian Journal of Biosciences**, v.2, p.46-52, 2008.
- GUTERMAN, I. Rose scent - genomic approaches to discovering novel floral fragrance - related genes. **Plant and Cell**, v.14, p.2325-2338, 2002.

- HAQUE, S; FAROOQI, A.H.A.; GUPTA, M.M.; SANGWAN, R.A.; KHAN, A. Effect of ethrel, chlormequat chloride and paclobutrazol on growth on pyrethrins accumulation in *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. **Plant Growth Regulation**, v.51, p.263-269, 2007.
- JALEEL, C.A.; MANIVANNAN, P.; SANKAR, B.; KISHOREKUMAR, A.; SANKARI, S.; PANNEERSELVAM, R. Paclobutrazol enhances photosynthesis and ajmalicine production in *Catharanthus roseus*. **Process Biochemistry**, v.42, p.1566-1570, 2007.
- JALEEL, C.A.; GOPI, R.; AZOOZ, M.M.; PANNEERSELVAM, R. Leaf anatomical modifications in *Catharanthus roseus* as affected by plant growth promoters and retardants. **Global Journal of Molecular Sciences**, v.4, p.1-5, 2009.
- JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw Hill Book, 1940. 523p.
- KISHOREKUMAR, A.; JALEEL, C.A.; MANIVANNAN, P.; SANKAR, B.; SRIDHARAN, R.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Differential effects of hexaconazole and paclobutrazol on the foliage characteristics of Chinese potato (*Solenostemon rotundifolius* Poir., J.K. Morton). **Acta Biologica Szegediensis**, v.50, p.127-129, 2006.
- KOFIDIS, G.; GIANNAKOULA, A.; ILIAS, I.F. Growth, anatomy and chlorophyll fluorescence of coriander plants (*Coriandrum sativum* L.) treated with prohexadione-calcium and daminozide. **Acta Biologica Cracoviensia**, v.50, p.55-62, 2008.
- LITTELL, R.C.; FREUND, R.J.; SPECTOR, P.C. **SAS system for linear models**. Cary: SAS Intitute Inc., 1991. 329p.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Oxford: Clarendon Press. v.1, 1957. p.539-553.

- MILANDRI, S.G.; LAUBSCHER, C.P.; NDAKIDEMI, P.A. Hydroponic culture of *Gladiolus tristis*: Application of paclobutrazol for flowering and height control. **African Journal of Biotechnology**, v.7, p239-243, 2008.
- MONTGOMERY, D.C. & RUNGER, G.C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 2ª Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2003. 463p.
- NAZARUDIN, M.R.A.; FAUZI, R.M.; TSAN, F.Y. Effects of paclobutrazol on the growth and anatomy of stems and leaves of *Syzygium campanulatum*. **Journal of Tropical Forest Science**, v.19, p.86-91, 2007.
- NETER, J.; WASSERMAN, W. **Regression, analysis of variance and experimental designs**. Applied Linear Statistical Models. USA: RD, 1974. 842p.
- O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; McCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **Protoplasma**, v.59, p.367-373, 1964.
- PATELI, P.; PAPAFOITOU, M.; CHRONOPOULOS, J. Comparative effects of four plant growth retardants on growth of *Epidendrum radicans*. **Journal of the Horticultural Science and Biotechnology**, v.9, p.303-307, 2004.
- PERTENELLI, L.A. & MELLO, M.P. **Conhecendo o R: uma visão estatística**. 2007. 181p.
- PORRA, R. J.; THOMPSON, W. A.; KRIEDERMANN, P. E. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equation for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophylls standards by atomic absorption spectroscopy. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.975, p.384-394, 1989.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TEKALIGN, T. **Response of potato to paclobutrazol and manipulation of reproductive growth under tropical conditions**. 2005. 203 p. PhD thesis - University of Pretoria, Pretória.

ZHU, L.H.; PEPPAL, A.; LI, X.Y.; WELANDER, M. Changes of leaf water potential and endogenous cytokinins in young apple trees treated with or without paclobutrazol under drought conditions. **Scientia Horticulturae**, v.99, p.133-141, 2004.

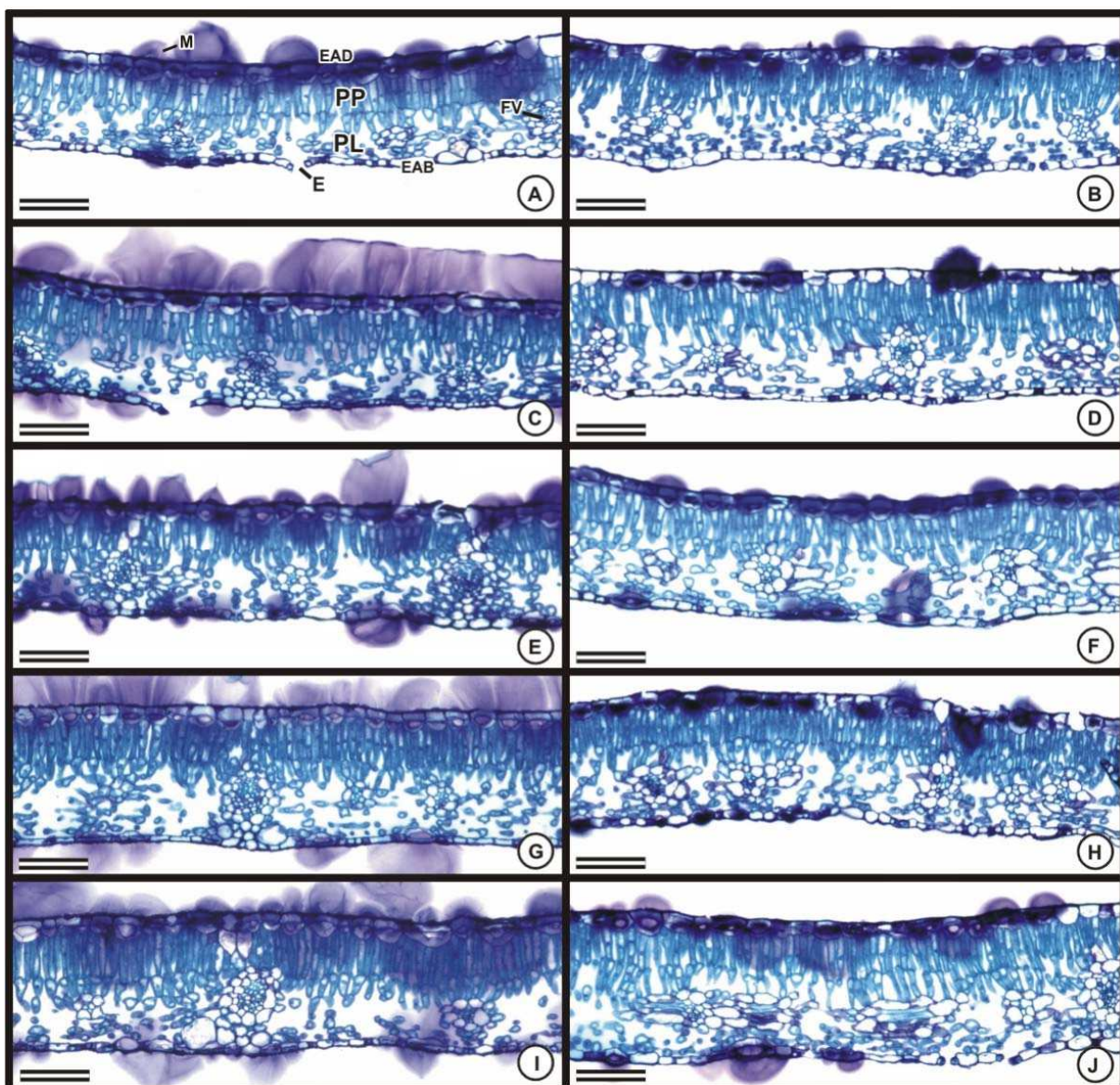


Figura 1. Seções transversais da lâmina foliar da cultivar Yellow Terrazza[®] (A, C, E, G, I) e Red White Terrazza[®] (B, D, F, H, J) sob diferentes doses de daminozide. A-B, 0 mg L⁻¹ (testemunha); C-D, 2000 mg L⁻¹; E-F, 4000 mg L⁻¹ ; G-H, 6000 mg L⁻¹ ; I-J, 8000 mg L⁻¹. EAD, epiderme da face adaxial; EAB, epiderme da face abaxial; E, estômato; FV, feixe vascular; PL, parênquima lacunoso, PP, parênquima paliçádico e M, mucilagem. Barra = 100 µm.

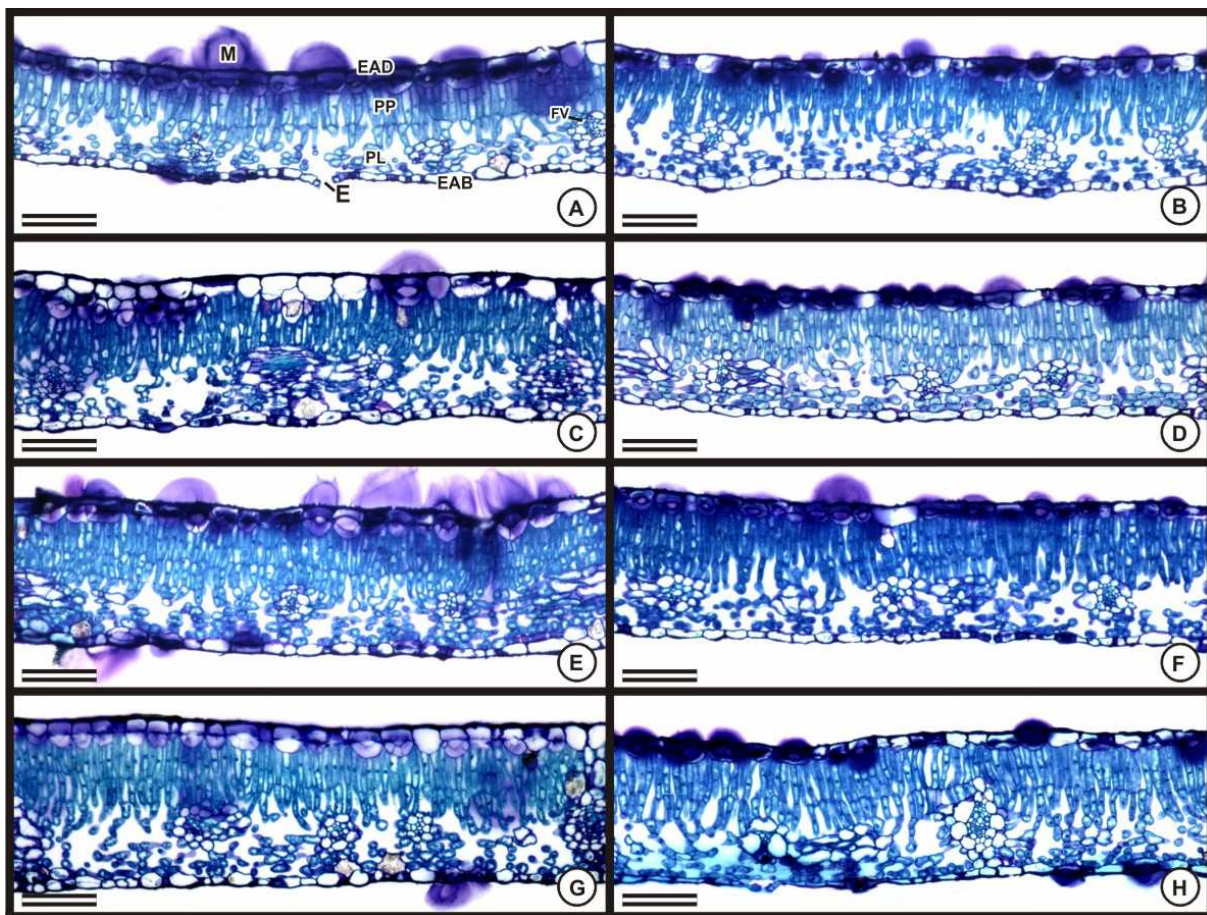


Figura 2. Seções transversais da lâmina foliar da cultivar Yellow Terrazza[®] (A, C, E, G) e Red White Terrazza[®] (B, D, F, H) sob diferentes doses de paclobutrazol. A-B, 0 mg L⁻¹ (testemunha); C-D, 40 mg L⁻¹; E-F, 60 mg L⁻¹; G-H, 80 mg L⁻¹. EAD, epiderme da face adaxial; EAB, epiderme da face abaxial; E, estômato; FV, feixe vascular; PL, parênquima lacunoso, PP, parênquima paliçádico e M, mucilagem. Barra = 100 µm.

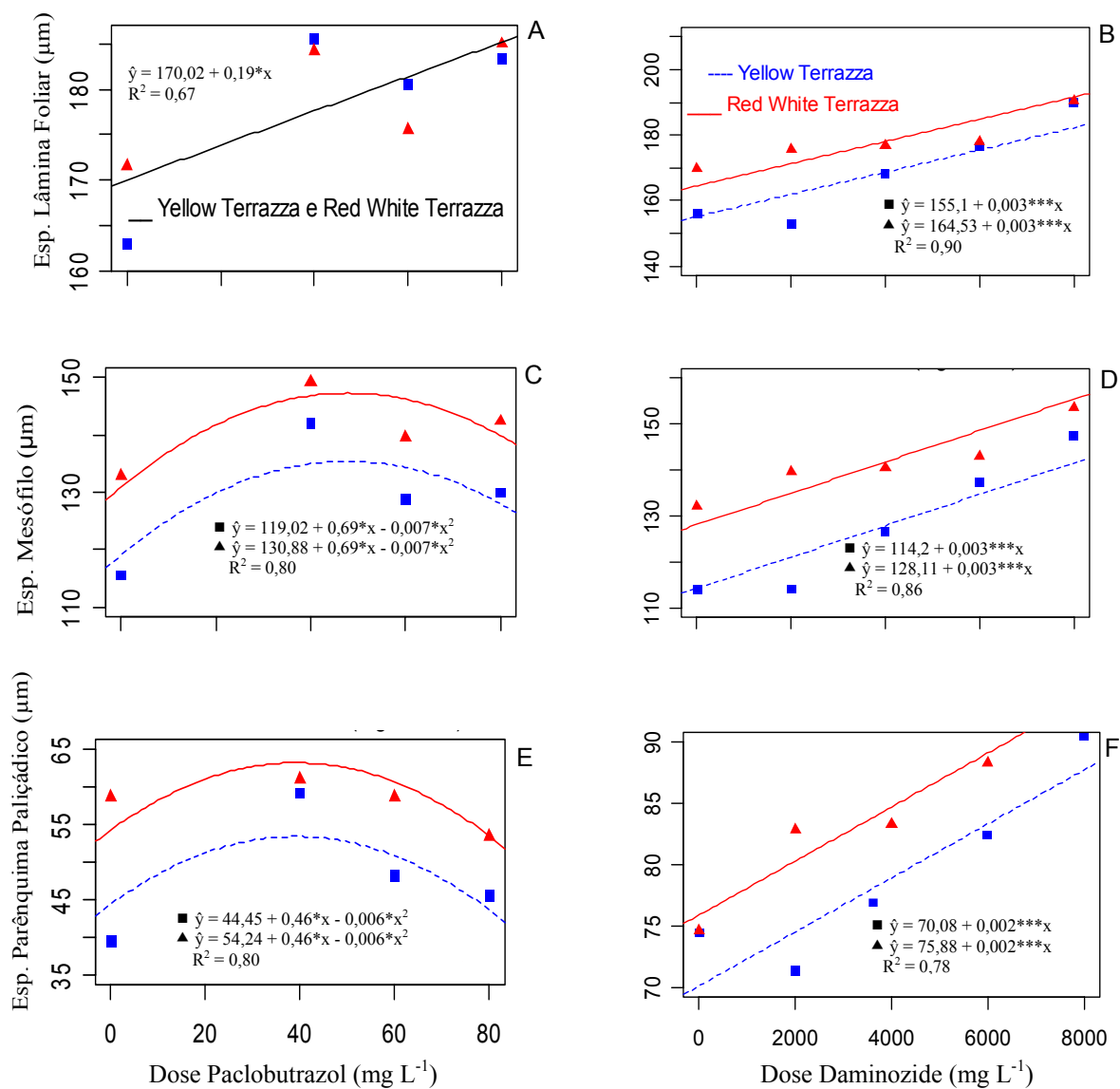


Figura 3. Modificações anatômicas foliares das cultivares Yellow Terrazza[®] (■) e Red White Terrazza[®] (▲) em função da pulverização de doses de paclobutrazol e daminozide. Viçosa-MG, 2010. Esp., espessura. * $P < 0,05$; *** $P < 0,001$

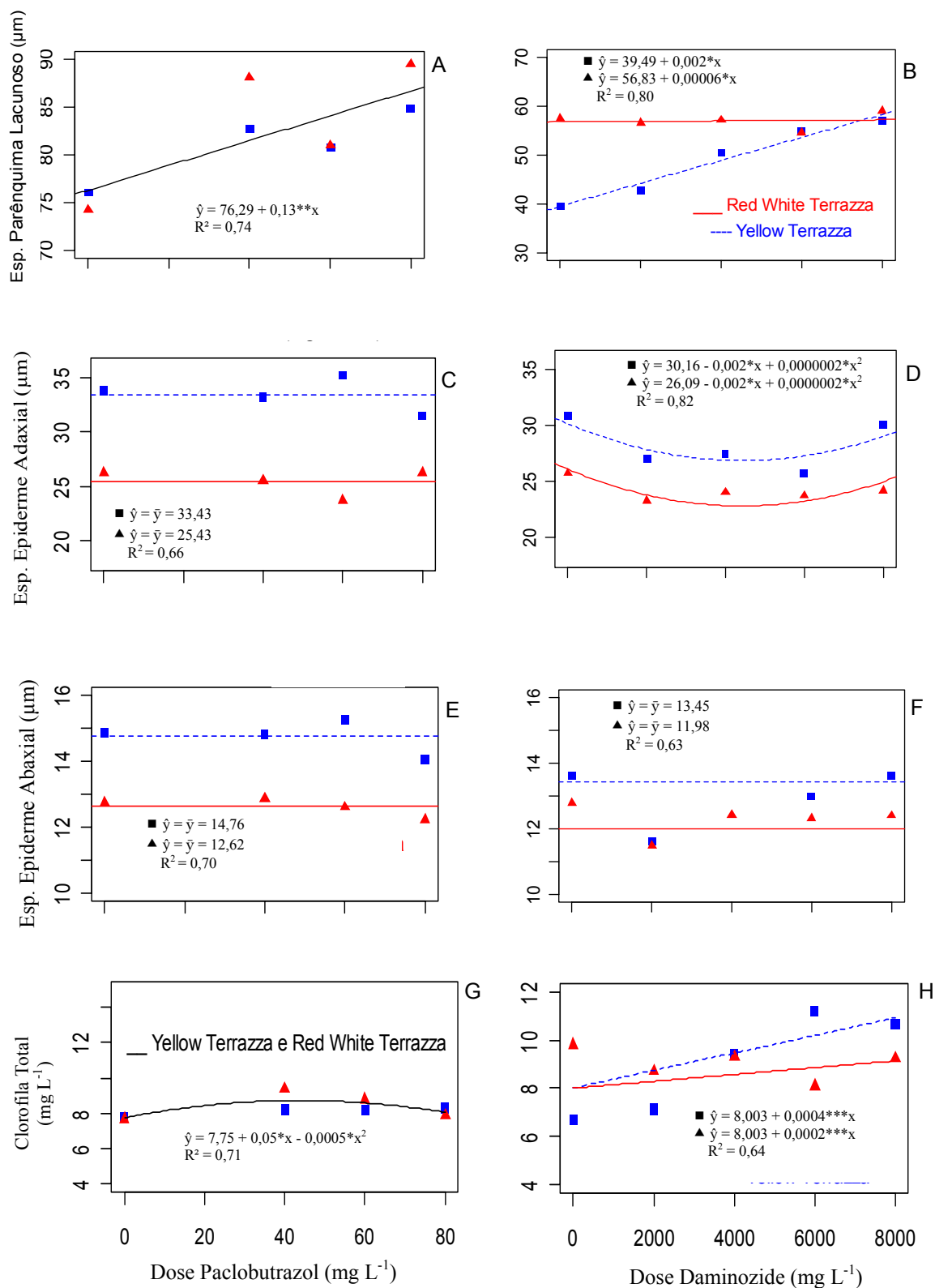


Figura 4. Modificações anatômicas e teores de clorofila das folhas das cultivares Yellow Terrazza[®] (■) e Red White Terrazza[®] (▲) com pulverização de paclobutrazol e daminozide. Viçosa-MG, 2010. Esp., espessura. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

CONCLUSÃO GERAL

1. Com o aumento da dose de paclobutrazol aplicado no substrato das cultivares Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza[®] houve redução da produção de matéria seca da parte aérea e de folhas, área foliar, altura das plantas, altura do botão e diâmetro floral e incremento na fotossíntese, transpiração, condutância estomática, teor de clorofila total e longevidade floral.
2. O paclobutrazol foi eficiente em reduzir a altura, conferindo relação harmoniosa entre a planta e o vaso, sem causar sintomas de toxidez.
3. Sugere-se a aplicação no substrato de 2 mg/vaso de paclobutrazol para Yellow Terrazza[®] e Shiny Terrazza[®] cultivadas em vasos.
4. A aplicação foliar do paclobutrazol e daminozide nas cultivares Yellow Terrazza[®] e Red White Terrazza[®] promoveu incremento na espessura da lâmina foliar em consequência da maior plasticidade dos tecidos parenquimáticos paliçádico e lacunoso, e, também, aumentou os teores de clorofila total das folhas das plantas.