

## Distribuição da massa de matéria seca em limoeiro 'Volkameriano' submetido a diferentes doses de paclobutrazol e ácido giberélico

Dalmo Lopes de Siqueira<sup>1</sup>  
Luiz Carlos Chamhum Salomão<sup>2</sup>  
Paulo Roberto Cecon<sup>3</sup>  
Zoraia de Jesus Barros<sup>4</sup>  
Antonio Resende Fernandes<sup>5</sup>

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de concentrações de paclobutrazol (PBZ) e ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) sobre o acúmulo e a distribuição da massa seca em plantas de limoeiro 'Volkameriano'. O experimento foi conduzido no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro concentrações de PBZ (0, 75, 150 e 225 mg do i.a. planta<sup>-1</sup>) e duas de AG<sub>3</sub> (0 e 20 mg do i.a. L<sup>-1</sup>), no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e cinco plantas por unidade experimental. A aplicação dos fitorreguladores teve início quando as plantas se encontravam com seis meses de idade e altura média de 32 cm. O PBZ foi aplicado na forma de solução, individualmente no recipiente de cada planta, em dose única, com volume de 50 mL. O ácido giberélico foi aplicado em quatro pulverizações de 20 mg L<sup>-1</sup>, com intervalos de 10 dias, nas folhas das plantas. Aos 50 dias após o início da aplicação dos tratamentos avaliou-se a massa seca das partes aérea e radicular das plantas, detalhando-as em massa seca (MS) de folha, caule, raízes e massa caulinar específica (MCE); relação raiz/parte aérea (RPA); e massa foliar relativa (MFR). Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. Verificou-se que: (1) o aumento das concentrações de PBZ reduziu a massa seca das folhas, do caule, da parte aérea e do total da planta; (2) a presença de AG<sub>3</sub> neutralizou os efeitos do PBZ nas raízes principais e secundárias; (3) no total das raízes houve redução na massa seca em função das concentrações de PBZ, sendo essa maior na presença de AG<sub>3</sub>; (4) o PBZ diminuiu a massa caulinar específica e aumentou a relação raiz/parte aérea na ausência de AG<sub>3</sub>; e (5) o PBZ, tanto na presença quanto na ausência do AG<sub>3</sub>, causou hipertrofia na região da coifa das raízes.

**Palavras-chave:** Porta-enxerto, reguladores de crescimento, propagação dos citros.

### ABSTRACT

#### Dry matter distribution in volkamer lemon treated with different doses of paclobutrazol and gibberellic acid

This work was carried out to evaluate the effects of concentrations of paclobutrazol (PBZ) and gibberellic acid (AG<sub>3</sub>) on the development of Volkamer lemon under greenhouse conditions at the Department of Plant Sciences of the Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brazil, from July 2002 to March 2003. The experiment was

Recebido para publicação em dezembro de 2006 e aprovado em outubro de 2008

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa – siqueira@ufv.br

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa – lsalomao@ufv.br

<sup>3</sup> Departamento de Informática. Universidade Federal de Viçosa – cecon@dpi.ufv.br

<sup>4</sup> Doutoranda do Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa – zoraiaabarro@hotmail.com

<sup>5</sup> Professor da Escola Agrotécnica Federal de Santa Tereza - resende@ceafst.gov.br

arranged in a 4 x 2 factorial scheme, with four concentrations of PBZ (0, 75, 150 and 225 mg of i.a. plant<sup>-1</sup>) and two concentrations of AG<sub>3</sub> (0 and 20 mg of i.a. L<sup>-1</sup>), in a randomized block design with four repetitions and five plants per experimental unit. Six-month- Volkamer lemon plants, approximately 32 cm high, sown in 2.5 dm<sup>3</sup> recipients were used in the experiment. A single dose of PBZ solution was applied on the substrate, 50 mL volume per container. Giberellic acid was applied on plant leaves four times at ten-day intervals. Fresh matter mass, dry matter mass, stem and internode length, stem diameter, number of leaves, leaf area and SPAD units were evaluated fifty days after the start of the treatment application. Increasing PBZ concentrations reduced stem length, average inter node length, and dry matter mass of the root total. AG<sub>3</sub> partially reversed the PBZ effects for stem and internode length. For dry matter mass of the root total, the greatest reduction occurred in the presence of AG<sub>3</sub>, which acted as inhibitor of root growth. Increasing concentrations of PBZ increased the relative leaf mass, both in the presence and absence of AG<sub>3</sub>. In the absence of AG<sub>3</sub>, increased PBZ concentrations increased specific leaf mass, SPAD units, and the root/aerial part ratio, while in the presence of AG<sub>3</sub> there was no effect of PBZ concentrations. In the absence of AG<sub>3</sub>, the increasing concentrations of PBZ reduced the leaf area and dry matter mass of the plant total. AG<sub>3</sub> presence reversed this effect. The number of leaves was not influenced by increasing PBZ concentrations but the presence of AG<sub>3</sub> increased the number of leaves. For the variable stem diameter, a quadratic behavior was verified as a result of PBZ concentrations in the presence of AG<sub>3</sub>, with a maximum of 0.973 cm at a concentration of 90.0 mg plant<sup>-1</sup>. Increased PBZ concentration in the absence of AG<sub>3</sub> presented a quadratic behavior for the values of leaf and stem dry matter mass, i.e., the aerial part, as well as for the specific stem mass. The estimated PBZ concentration that reduced leaf dry matter mass the most was 175.28 mg plant<sup>-1</sup>; for the stem, 181.39 mg plant<sup>-1</sup>; for the aerial part, 193.08 mg plant<sup>-1</sup>; and the greatest reduction of specific stem mass was for the concentration of 160.0 mg plant<sup>-1</sup>; no PBZ effect on any of the characteristics mentioned was found in the presence of AG<sub>3</sub>.

**Key words:** Rootstock, growth regulators, citrus propagation

## INTRODUÇÃO

O paclobutrazol (PBZ) é um retardador de crescimento de plantas que atua inibindo a biossíntese de giberelinas. Considerando que essas são inibidoras do florescimento dos citros, o uso racional do PBZ poderia provocar o florescimento de plantas, com potencial para produção na entressafra (Siqueira & Salomão, 2002). A aplicação de um grama de PBZ por planta, no solo, durante o período de repouso, em plantas adultas das tangerineiras clementinas (*Citrus clementina* hort. ex Tanaka) 'Orogrande' e 'Marisol', aumentou o florescimento em 50 a 100% (Martinez-Fuentes, *et al.* 2004).

Além do possível uso para promoção do florescimento em citros, o PBZ pode reduzir o crescimento das plantas. Pesquisas mostram sua eficiência na redução do crescimento de porta-enxertos de citros (altura), resultando em aumento de diâmetro do caule, o que poderia antecipar o momento da enxertia (Aron *et al.*, 1985; Bausher & Yelenosky, 1986).

Pesquisas revelam que o PBZ modifica várias características das plantas, que dependem principalmente da espécie, da forma e época de aplicação e das concentrações usadas. Entre as características das plantas modificadas pelo PBZ encontram-se aquelas relacionadas à morfologia das folhas (Swietlik & Miller, 1983; De Jong & Doyle, 1984; Wood, 1984; Sankhla *et al.*, 1985; 1986; Steffens *et al.*, 1985

e Yim *et al.*, 1997), massa do caule (Sankhla *et al.*, 1985; Steffens *et al.*, 1985; Bausher & Yelenosky, 1986; Williamson *et al.*, 1986), área foliar (Sankhla *et al.*, 1985; Steffens *et al.*, 1985; Williamson *et al.*, 1986) e relação de massa seca entre as partes radicular e aérea (Grosmann, 1990).

Entretanto, o uso comercial do PBZ em uma cultura qualquer depende do conhecimento de quais características das plantas são influenciadas pelo produto, da magnitude da influência e de outros fatores, como forma e época de aplicação e concentrações a serem usadas. Também é importante saber se os possíveis efeitos indesejáveis podem ser anulados com a aplicação de giberelinas.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes concentrações de PBZ, na presença e ausência de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>), sobre o acúmulo e distribuição da massa seca em plantas de limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.) e suas implicações no processo de produção de mudas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), situada no município de Viçosa, MG, na região da Zona da Mata mineira, com latitude de 20° 45' 20" S, longitude de 42° 52' 40" Gr W, e altitude de 651 m, no período de julho de 2002 a março de 2003.

O experimento foi montado em esquema fatorial 4 x 2, utilizando-se quatro concentrações de PBZ (0, 75, 150 e 225 mg do ingrediente ativo planta<sup>-1</sup>) e duas de AG<sub>3</sub> (0 e 20 mg do ingrediente ativo L<sup>-1</sup>). Foi empregado o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições e cinco plantas por unidade experimental.

Foram usadas plantas de limoeiro 'Volkameriano' com seis meses de idade e, aproximadamente, 32 cm de altura, cultivadas em recipientes de 2,5 dm<sup>3</sup>. O PBZ foi aplicado em forma de solução sobre o substrato, em única vez, com volume de 50 mL por recipiente. O ácido giberélico foi aplicado em quatro pulverizações, com intervalos de 10 dias, direcionado às folhas das plantas.

Aos 50 dias após o início dos tratamentos foi avaliada a massa seca das raízes e da parte aérea das plantas.

Após a remoção das folhas, visando à determinação da massa das matérias fresca e seca, as raízes foram lavadas em água corrente para remoção do substrato e divididas em raiz principal, de raízes secundárias, além do caule. Em seguida, determinou-se a massa da matéria fresca de cada parte e procedeu-se à secagem em estufa, a 70 °C, até peso constante. Após, avaliou-se a massa da matéria seca dos órgãos, separadamente.

A massa caulinar específica (MCE) foi determinada pelo quociente entre a massa e o comprimento do caule. A relação raiz/parte aérea (RPA) foi determinada pelo quociente entre a massa seca do sistema radicular e a da parte aérea. A massa foliar relativa (MFR) foi calculada dividindo-se a massa seca foliar pela massa seca total da planta.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Independentemente de a interação ser ou não significativa, optou-se pelo seu desdobramento, para estudar os níveis de PBZ dentro de AG<sub>3</sub>. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de determinação, utilizando-se o teste de *t*, a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ( $R^2 = \text{SQ Regressão} / \text{SQPBZ}$ ) e no potencial para explicar o fenômeno biológico.

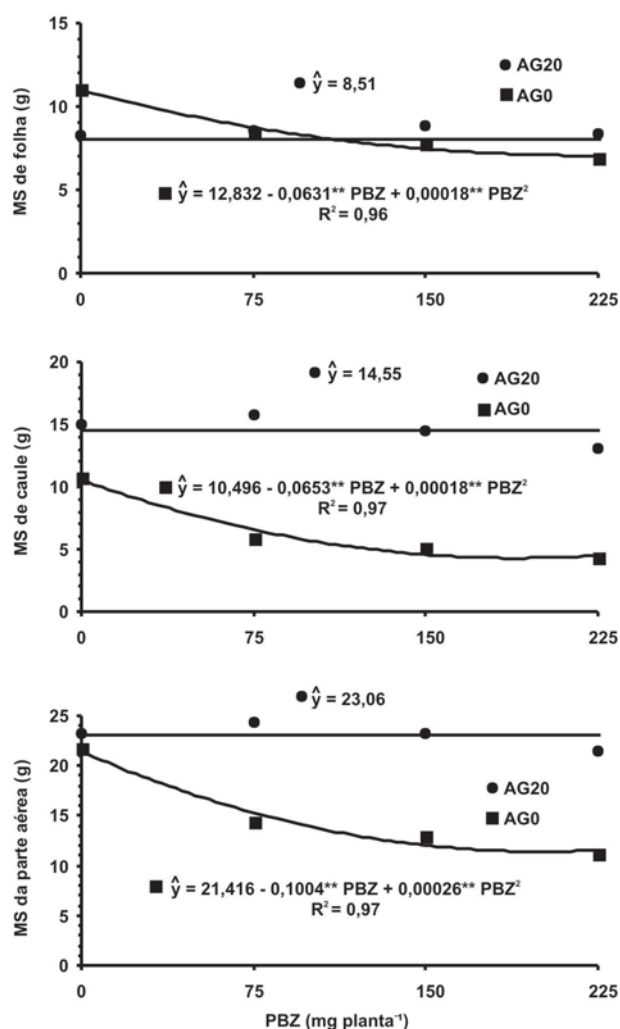
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As massas secas de folhas, caules e parte aérea apresentaram redução com o aumento das doses de PBZ na ausência de AG<sub>3</sub>, enquanto na presença dele não houve efeito do PBZ, que foi neutralizado pelo AG<sub>3</sub> (Figura 1). Essas três variáveis tiveram comportamento quadrático em função da aplicação do PBZ na ausência de AG<sub>3</sub>. Para a massa seca de folha (Figura 1A), a concentração que correspondeu ao menor valor estimado foi 175,28 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, com produção de 7,30 g de massa seca. Segundo Sankhla *et al.* (1985), Steffens *et al.* (1985) e Williamson *et al.* (1986), a redução da área foliar de plantas tratadas com PBZ é proporcionalmente maior que a da massa seca foliar, devido ao produto provocar aumento

na espessura da folha. Neste trabalho foi constatada uma redução da massa seca de folhas na ordem de 43,11% (Figura 1A), enquanto a área foliar apresentou redução na ordem de 39,47%.

A concentração de PBZ, na ausência de AG<sub>3</sub>, responsável pelo menor valor estimado da massa seca do caule, foi de 181,39 mg planta<sup>-1</sup> (Figura 1B). A produção de massa seca nessa concentração foi de 4,57 g por planta, o que representou redução de 56,46% em relação à testemunha. Vários autores já haviam observado que o PBZ reduz a massa do caule, entre eles Sankhla *et al.* (1985), Steffens *et al.* (1985), Bausher & Yelenosky (1986) e Williamson *et al.* (1986).

O menor valor estimado da massa seca da parte aérea (11,72 g) ocorreu na concentração de 193,08 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, sem a aplicação de AG<sub>3</sub> (Figura 1C). Essa redução



**Figura 1** - Estimativa da massa de matéria seca (MS) de folhas (A), caule (B) e parte aérea (C) de plantas de limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* V. Ten. & Pasq.) em função das concentrações de paclobutrazol (PBZ) na presença ou ausência de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) aos 50 dias após a aplicação dos produtos (\* e \*\*, significativos a 5% e 1%, pelo teste *t*, respectivamente).

correspondeu a 45,25% da massa seca produzida pela testemunha. Os resultados obtidos para massa seca da parte aérea foram semelhantes aos encontrados para o caule, provavelmente pelo fato de a massa do caule ser o principal componente da massa da parte aérea.

Mehouachi *et al.* (1996) aplicaram PBZ, via foliar, na concentração de 100 mg L<sup>-1</sup> e uma mistura de AG<sub>3</sub> (20 mg L<sup>-1</sup>) com PBZ (100 mg L<sup>-1</sup>) em plantas de citrange [*C. sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] 'Carrizo' oriundas de sementes. Os referidos autores constataram que o AG<sub>3</sub> aumentou a massa seca dos ramos em 27%, enquanto o PBZ a reduziu em 19%, quando comparados com o controle. Verificaram também que a aplicação exógena de AG<sub>3</sub> neutralizou o efeito inibidor do PBZ. Resultados semelhantes foram encontrados neste trabalho com relação ao efeito do PBZ em reduzir a massa seca da parte aérea e do AG<sub>3</sub> em neutralizar os efeitos do PBZ.

A redução da massa seca da parte aérea também foi observada em laranja 'Azeda' (*C. aurantium* L.). A aplicação de PBZ, via foliar, na concentração de 3.750 mg L<sup>-1</sup> do i.a. reduziu a massa seca da parte aérea em 20,77%, quando comparada com o controle (Lidón *et al.*, 2001).

A massa seca total das raízes diminuiu linearmente com o aumento das doses de PBZ tanto na presença como na ausência de AG<sub>3</sub> (Figura 2A). Entretanto, quando se estudaram, em separado, as raízes principais (Figura 2B) e secundárias (Figura 2C) verificou-se que houve diferença entre os dois tipos de raízes quanto às respostas aos tratamentos. Nas raízes principais (Figura 2B), as concentrações crescentes de PBZ na presença de AG<sub>3</sub> reduziram a massa seca em 24,52%, e na ausência não a alteraram. Já nas raízes secundárias (Figura 2C), na ausência de AG<sub>3</sub> o PBZ reduziu a massa seca em 28,44% e na presença não houve efeito: entretanto, o AG<sub>3</sub> reduziu em 40,43% a massa seca de raízes secundárias na ausência de PBZ. Esses resultados indicam que o AG<sub>3</sub> contribuiu para que houvesse redução da massa seca e do total de raízes, independentemente da ação do PBZ.

Segundo Davis *et al.* (1988), os efeitos do PBZ sobre as raízes das plantas não foram estudados tão detalhadamente quanto sobre os ramos, devido a dificuldades técnicas. Além disso, os resultados obtidos em pesquisas sobre o efeito do PBZ sobre o crescimento das raízes são contraditórios, mas na maioria das vezes são relatadas reduções no crescimento (Davis *et al.* 1988).

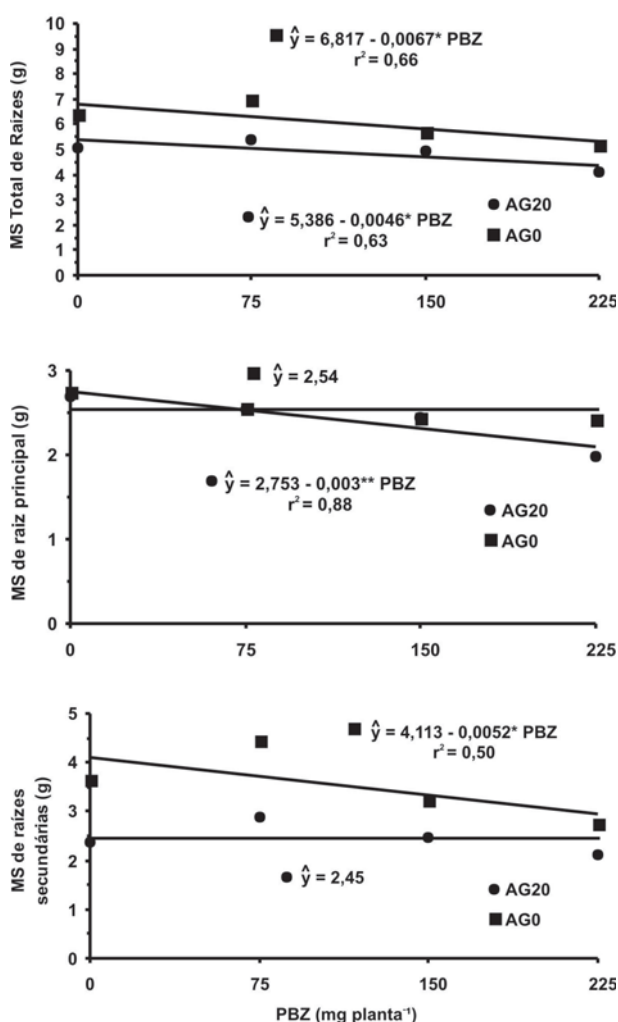
O crescimento das raízes é, geralmente, menos inibido pela aplicação de PBZ que o dos ramos (Wieland & Wample, 1985), porém qualquer diminuição no crescimento das raízes limita sua capacidade de exploração do solo, uma vez que o alongamento é frequentemente inibido (Atkinson, 1986). Neste experimento provavelmente ocorreu redução no alongamento das raízes, uma vez que a produção de massa seca das raízes secundárias (Figura

2C), responsáveis pela maior exploração do solo, foi mais inibida que a das principais (Figura 2B).

O efeito do PBZ sobre o crescimento de raízes parece depender da espécie de planta. Wang *et al.* (1986) constataram que o tratamento de mudas de macieira com paclobutrazol, via solo, aumentou a formação de raízes secundárias. Por outro lado, Bausher & Yelenosky (1987) verificaram que concentrações de paclobutrazol na ordem de 10<sup>3</sup> a 10<sup>5</sup> mg L<sup>-1</sup> retardaram a formação de raízes secundárias em mudas de laranja doce (*C. sinensis*).

Segundo Lidón *et al.* (2001), concentrações de PBZ variando entre 1.250 e 5.000 mg L<sup>-1</sup>, em pulverização foliar, não afetaram a produção de massa seca do sistema radicular de laranja 'Azeda'.

Neste experimento, as plantas tratadas com PBZ, na ausência de AG<sub>3</sub>, apresentaram numerosas raízes secun-



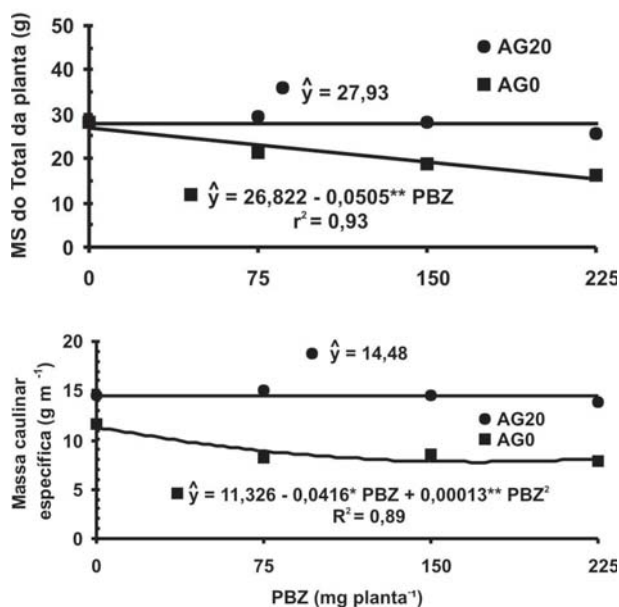
**Figura 2** - Estimativa da massa de matéria seca (MS) do total de raízes (A), de raiz principal (B) e raízes secundárias (C) de plantas de limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* V. Ten. & Pasq.), em função das concentrações de paclobutrazol (PBZ) na presença e ausência de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>), aos 50 dias após a aplicação dos produtos (\* e \*\*, significativos a 5% e 1%, pelo teste *t*, respectivamente).

dárias com engrossamento, especialmente na região da coifa. Esses efeitos foram semelhantes aos descritos por Steffens *et al.* (1985), Sankhla *et al.* (1986), Bausher & Yelenosky (1987) e Vu & Yelenosky (1992).

Esse engrossamento pode ser responsável pela menor redução da massa seca das raízes secundárias (Figura 2C), em função das doses de PBZ, na ausência de AG<sub>3</sub>, quando comparadas com as que receberam aplicações de AG<sub>3</sub>.

Quando se considerou a massa seca total da planta (Figura 3A), os resultados foram semelhantes aos obtidos para a parte aérea (Figura 1C), ou seja, houve redução da massa seca com as doses de PBZ na ausência de AG<sub>3</sub>, enquanto na presença os efeitos do PBZ foram neutralizados. A semelhança dos resultados é explicada pelo fato de a parte aérea corresponder à maior proporção da massa seca das plantas.

A massa caulinar específica (MCE), definida como massa por unidade de comprimento do caule, foi estabelecida como uma estimativa da espessura do caule, estando relacionada ao momento adequado à realização da enxertia. A MCE apresentou pequena redução com o aumento das concentrações de PBZ na ausência de AG<sub>3</sub> (Figura 3B) até a concentração de 160,0 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ. Nessa concentração, a MCE estimada foi de 8,0 g m<sup>-1</sup>. Na presença de AG<sub>3</sub> não houve efeito de PBZ sobre essa característica. Esses dados indicam que a aplicação de PBZ em porta-enxertos de citros, na ausência de GA<sub>3</sub>, pode atrasar o momento de se fazer a enxertia.

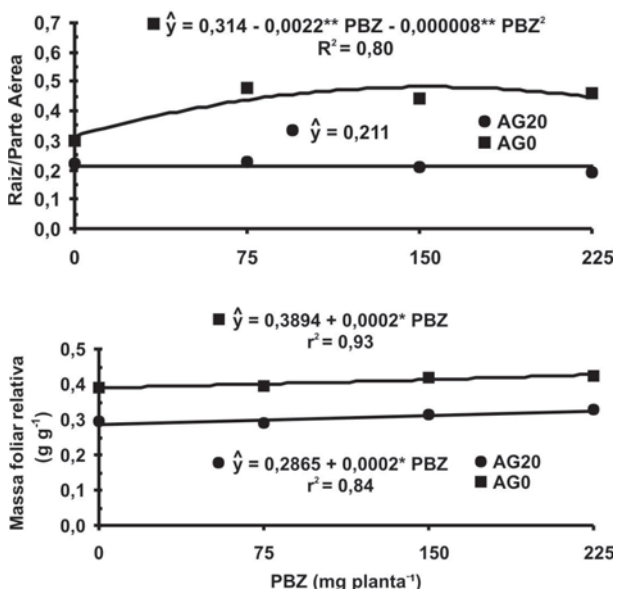


**Figura 3** - Estimativa da massa de matéria seca (MS) da planta inteira (A) e massa caulinar específica (B) de plantas de limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* V. Ten. & Pasq.), em função das concentrações de paclobutrazol (PBZ) na presença ou ausência de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>), aos 50 dias após a aplicação dos produtos (\* e \*\*, significativos a 5% e 1%, pelo teste t, respectivamente).

Os valores da relação raiz/parte aérea (Figura 4A) apresentaram comportamento quadrático com o aumento das concentrações de PBZ na ausência de AG<sub>3</sub>. O ponto de máximo estimado para a relação foi de 0,465, alcançado com a concentração de 137,5 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ (aumento de 48,08%). Na presença de AG<sub>3</sub> não houve efeito de PBZ, com valor médio de 0,211 para a relação, significando redução de 32,80% na relação raiz/parte aérea na ausência de PBZ. Portanto, o AG<sub>3</sub> estimulou o crescimento do caule em detrimento das raízes e neutralizou os efeitos do PBZ na relação raiz/parte aérea.

Resultados semelhantes foram encontrados por Vu & Yelenosky (1992), em que a aplicação de concentrações de 100, 250 e 500 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, via solo, em *seedlings* de laranjeira 'Valência' (*C. sinensis*), causou o engrossamento das raízes e resultou em aumento de três a seis vezes na relação/raiz parte aérea nas plantas tratadas. Efeitos semelhantes também foram relatados para macieiras por Steffens & Wang (1984) e para pessegueiros por Williamson *et al.* (1986), após o tratamento com PBZ.

A massa foliar relativa (MFR) (Figura 4B), calculada dividindo-se a massa seca foliar pela massa seca total da planta, permite conhecer a capacidade potencial da planta, com base na massa seca foliar, de suportar a massa da matéria total seca existente, assim como de aumentá-la mediante fotossíntese (Beadle, 1993). Neste experimento, concentrações crescentes de PBZ promoveram aumento linear da MFR tanto na presença como na ausência de



**Figura 4** - Estimativa da relação raiz/parte aérea (A) e massa foliar relativa (B) de plantas de limoeiro 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* V. Ten. & Pasq.), em função das concentrações de paclobutrazol (PBZ) na presença ou ausência de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>), aos 50 dias após a aplicação dos produtos (\* e \*\*, significativos a 5% e 1%, pelo teste t, respectivamente).

AG<sub>3</sub>, com maiores valores na ausência de AG<sub>3</sub>, como mostra a Figura 4B. O AG<sub>3</sub>, na ausência de PBZ, reduziu a MFR na ordem de 26,42%.

Considerando que a folha é o principal local de realização de fotossíntese na planta e que as demais partes da planta dependem dessa atividade, variações na MFR indicam níveis maiores ou menores de exportação de fotoassimilados para o resto da planta. Portanto, as taxas de exportação e/ou de translocação de fotoassimilados podem ter sido afetadas pelos tratamentos aplicados nas plantas de limoeiro 'Volkameriano'. O valor crescente da MFR, acompanhando o aumento das doses de PBZ, é devido a uma forte redução (56,46%) na massa seca do caule (Figura 1B) e também das raízes (Figura 2).

## CONCLUSÕES

O aumento das concentrações de PBZ reduziu a massa seca da folha, do caule, da parte aérea e da planta inteira; porém, quando o AG<sub>3</sub> foi aplicado em conjunto com o PBZ, este não exerceu tal influência, indicando que o AG<sub>3</sub> neutralizou seus efeitos.

Houve redução na massa seca das raízes em razão do aumento das doses de PBZ, que foi maior na presença de AG<sub>3</sub>.

Tanto a presença como a ausência de AG<sub>3</sub> resultaram em aumento da massa foliar relativa, em função do aumento das concentrações de PBZ, com maiores valores para a ausência de AG<sub>3</sub>.

## REFERÊNCIAS

- Aron Y, Monselise SP, Goren R & Costo J (1985) Chemical control of vegetative growth in citrus trees by paclobutrazol. *Hortscience*, 20: 96-98.
- Atkinson D (1986) Effects of some plant growth regulators on water use and the uptake of mineral nutrients by tree crops. *Acta Horticulturae*, 179: 395-404.
- Bausher MG & Yelenosky (1986) G Sensitivity of potted citrus plants to top sprays and soil applications of paclobutrazol. *Hortscience*, 21: 141-143.
- Bausher MG & Yelenosky G (1987) Morphological changes in Citrus associated with relatively high concentrations of Paclobutrazol J. *Plant Growth Regulation*, 5: 39-147.
- Beadle C L. Growth analysis (1993). In: Hall DO Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual. Londres: Chapman & Hall, p.36-46.
- Davis TD, Steffens GL & Sankhala N (1988) Triazole plant growth regulators. *Horticultural Reviews*, 10: 63-105.
- De Jong T M & Doyle J F (1984) Leaf gas exchange and growth responses of mature 'Fantasia' nectarine trees to paclobutrazol. *Journal American of Society Horticultural Science*, 109: 878-882.
- Grossmann K (1990) Plant growth retardants as tools in physiological research. *Physiologia Plantarum*, 78: 640-648.
- Lidón AG, Bernal IM, Martínez, AC, Fernández FJB & Castillo IP (2001) Influencia del Paclobutrazol em patrones de cítricos. *Investigación agraria. Producción y protección vegetales*, 16: 59-69.
- Mehouachi J, Tadeo FR, Zaragoza S, Primo-Millo E & Talon M (1996) Effects of gibberellic acid and paclobutrazol on growth and carbohydrate accumulation in shoots and roots of citrus rootstock seedlings. *Journal of Horticultural Science*, 71: 747-754.
- Martinez-Fuentes A, Mesejo C, Juan M, Almela V & Agusti M (2004) Restrictions on the exogenous control of flowering in citrus. *Acta-Horticulturae*, 632:91-98.
- Sankhla N, Davis TD, Jolley VD & Upadhyaya A (1986) Effect of Paclobutrazol on the development of iron chlorosis in soybeans. *Journal of Plant Nutrition*, 9: 923-934.
- Sankhla N, Davis TD, Upadhyaya A, Sankhla D, Walser RH, Smith BN (1985) Growth and metabolism of soybean as affected by Paclobutrazol. *Plant Cell Physiology*, 26: 916-921.
- Siqueira DL & Salomão LCC (2002) Efeitos do paclobutrazol no crescimento e florescimento dos citros. *Laranja*, 23: 355-369.
- Steffens GL, Byun JK & Wang SY (1985) Controlling plant growth via the gibberellin biosynthesis – I Growth parameter alterations in apple seedlings. *Physiologia Plantarum*, 63: 163-168.
- Steffens GL & Wang SY (1984) Physiological changes induced by paclobutrazol (PP<sub>333</sub>) in apple. *Acta Horticulturae*, 146: 135-142.
- Swietlik D, & Miller SS (1983) The effect of Paclobutrazol on growth and response to water stress of apple seedlings. *Journal American of Society Horticultural Science*, 108: 1076-1080.
- Vu JCV & Yelenosky G (1992) Growth and photosynthesis of sweet orange plants treated with paclobutrazol. *Journal Plant Growth Regulation*, 11: 85-89.
- Wang SY, Sun T.& Faust M. (1986) Translocation of Paclobutrazol, a gibberellin biosynthesis inhibitor, in apple seedlings. *Plant Physiology*, 82: 11-14.
- Wieland WF & Wample RL (1985) Root growth, water relations and mineral uptake of young 'Delicious' apple trees treated with soil-and stem-applied paclobutrazol. *Scientia Horticulturae*, 26: 129-137.
- Williamson JG, Coston DC & Grimes LW (1986) Growth response of peach roots and shoots to soil and foliar-applied paclobutrazol. *HortScience*, 21: 1001-1003.
- Wood B W (1984) Influence of paclobutrazol on selected growth and chemical characteristics of young pecan seedlings. *HortScience*, 19: 837-839.
- Yim KO, Kwon YW & Bayer DE (1997) Growth responses and allocation of assimilates of rice seedlings by Paclobutrazol and gibberellin treatment. *Journal of Plant Growth Regulation*, 16: 35-41.