

FLORESCIMENTO DA TANGERINEIRA 'PONKAN' E DA LIMEIRA ÁCIDA 'TAHITI' SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO¹

MARIA DO CÉU MONTEIRO DA CRUZ², DALMO LOPES DE SIQUEIRA³,
LUIZ CARLOS CHAMHUM SALOMÃO³, PAULO ROBERTO CECON⁴

RESUMO - Foram realizados dois experimentos com plantas de tangerineira 'Ponkan' e da limeira ácida 'Tahiti' enxertadas sobre o limoeiro 'Cravo', e cultivadas em vasos de cinco litros. O estresse hídrico foi aplicado em plantas conduzidas em câmara de crescimento, sob temperatura controlada (25°C dia/ 20°C noite) e fotoperíodo de 16 horas de luz, com fluxo de fótons fotossintético (FFF) de aproximadamente 170 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. E em plantas conduzidas em casa de vegetação, com temperaturas médias variando de 9,9°C (mínima) a 29,0°C (máxima) e FFF de 427 a 803 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. O estresse hídrico não induziu o florescimento da tangerineira 'Ponkan' e da limeira ácida 'Tahiti' nas condições da câmara de crescimento. No entanto, favoreceu o aumento do florescimento na tangerineira 'Ponkan' e na limeira ácida 'Tahiti', nas condições da casa de vegetação. O potencial hídrico foliar reduziu com o estresse hídrico imposto às plantas de tangerineira 'Ponkan' e a limeira ácida 'Tahiti', entretanto foi variável para as cultivares. Os maiores valores foram observados para a limeira 'Tahiti'.

Termos para indexação: *Citrus*, potencial hídrico foliar, indução floral

FLOWERING OF 'PONKAN' MANDARIN AND 'TAHITI' ACID LIME SUBMITTED TO HYDRIC STRESS

ABSTRACT-Two experiments were conducted with 'Ponkan' mandarin and the 'Tahiti' acid lime grafted on Rangpur Lime cultivated in five liters pots. Water stress was applied to plants placed in growth chamber, under controlled temperature (25°C day/ 20°C night), and 16 hours photoperiod, with photosynthetic photons flux (PPF) of about 170 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. In greenhouse conditions temperatures were ranging from 9,9°C (minimum) to 29,0°C (maximum) and PPF from 427 to 803 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Water stress did not induce the flowering of 'Ponkan' mandarin plants and the 'Tahiti' lime under growth chamber conditions. However the water stress favored the increase of flowering of 'Ponkan' plants and 'Tahiti' lime placed in the greenhouse conditions. The leaf hydric potential reduced with the water stresses imposed to the plants of 'Ponkan' mandarin and the 'Tahiti' acid lime; however, there were changes concerning the cultivars. Higher values were noted with 'Tahiti' lime.

Index Terms: *Citrus*, leaf hydric potential, floral induction

INTRODUÇÃO

O estresse hídrico parece ser o principal fator promotor da floração dos citros nas regiões de clima tropical. O efeito do estresse hídrico pode estar diretamente relacionado com a quebra da dormência das gemas e/ou com a indução floral (Davenport, 1990).

A influência do estresse hídrico sobre o florescimento, assim como das baixas temperaturas, está relacionada com a intensidade e a duração (Southwick & Davenport, 1986; Souza et al., 2004)

A indução floral através do estresse hídrico parece também estar relacionada com a redução do crescimento do sistema radicular, uma vez que esta redução pode afetar a síntese dos fitorreguladores, alterando o balanço hormonal da planta (Jackson, 1993).

A paralisação e/ou a redução do sistema radicular causado pelo estresse hídrico favorece o florescimento dos citros devido à baixa síntese de giberelinas, sendo estes os únicos dos fitorreguladores que parecem ter influência direta sobre o florescimento dos citros (Krajewski & Rabe, 1995).

Em citros, as giberelinas atuam reduzindo a floração, portanto a aplicação do estresse hídrico poderia estimular a brotação de ramos floríferos, devido à redução na síntese desses fitorreguladores (Monselise, 1985). Goldschmidt e Goren (1997) citam que as giberelinas podem inibir o florescimento dos citros quando aplicadas em vários estádios, que vão desde a indução até a diferenciação floral.

Há vários trabalhos na literatura que mostram que o estresse hídrico, seguido pela irrigação, aumenta o florescimento da limeira ácida 'Tahiti' (Davenport, 1990; Krajewski & Rabe, 1995; Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996; Pire & Rojas, 1999). Entretanto a maioria deles é realizada em condições de campo e não permitem monitorar com precisão o estresse na planta, e, com isso, os resultados são variáveis. Dessa forma, pesquisas realizadas com plantas em vasos, em ambiente controlado, permitem esclarecer o papel dos fatores

ambientais sobre o controle do florescimento de cultivares de interesse, a fim de se obter o florescimento dos citros em qualquer época do ano.

Nesse contexto, o trabalho foi desenvolvido com objetivo de verificar o efeito da época e a duração do período de estresse hídrico sobre o florescimento da tangerineira 'Ponkan' e da limeira ácida 'Tahiti'.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, com plantas de limeira ácida 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] e tangerineira 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), com três anos de idade e cultivadas em vasos de 5 litros.

No primeiro experimento (experimento 1), as plantas foram colocadas em uma câmara de crescimento, no período de fevereiro a junho de 2003, sob temperatura controlada (25°C dia/ 20°C noite), e fotoperíodo de 16 horas de luz, com fluxo de fótons fotossintético (FFF) de aproximadamente 170 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Foi utilizado esquema fatorial 4 x 2, sendo os fatores quatro períodos de estresse hídrico (0; 15; 25 e 35 dias de estresse), e duas cultivares de citros, no delineamento em blocos casualizados, com sete repetições. A parcela experimental foi constituída por uma planta, perfazendo um total de 56 plantas.

No segundo experimento (experimento 2), metade das plantas foi conduzida em câmara de crescimento, no período de junho a agosto de 2003, com temperatura controlada (25°C dia/ 20°C noite) e fotoperíodo de 16 horas de luz, com FFF de aproximadamente 170 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A outra metade foi conduzida em casa de vegetação, sem controle ambiental, sob temperaturas médias variando de 9,9°C (mínima) a 29,0°C (máxima) e FFF médio de 427 a 803 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

¹ (Trabalho 73-2006). Recebido: 29-05-2006. Aceito para publicação: 06-10-2006.

² Eng. Agr., Doutoranda do DAG - UFPA, Universidade Federal de Lavras, Cx. Postal, 37, Lavras - MG, CEP 37200-000. Bolsista do CNPq - E-mail: mariceu@vicosa.ufv.br

³ Eng. Agr., Dr., Professor Adjunto, DFT-UFV - Av. P. H. Rolfs, s/n - Campus Universitário, CEP 36570-000 - Viçosa - MG - email: siqueira@ufv.br.

⁴ Eng. Agr., Dr. Professor Adjunto, DFT-UFV - Av. P. H. Rolfs, s/n - Campus Universitário, CEP 36570-000 - Viçosa - MG.

O esquema experimental constou de fatorial 3 x 2 x 2, instalado em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições, sendo os fatores: três períodos de estresse hídrico (0; 20 e 40 dias de estresse), duas cultivares de citros (tangerineira 'Ponkan' e limeira ácida 'Tahiti') e dois ambientes. A parcela experimental foi constituída por uma planta, perfazendo um total de 72 plantas.

O potencial hídrico foliar, nos dois experimentos, foi avaliado em folhas maduras, coletadas da parte mediana das plantas. As determinações foram feitas ao final de cada período de estresse, utilizando-se de bomba de Scholander modelo "Soilmoisture 3000". As leituras foram expressas em MPa (Mega Pascal).

Após cada período de estresse, as irrigações foram retomadas, mantendo-se o substrato próximo da capacidade de campo. Aproximadamente duas semanas após o reinício das irrigações, as plantas foram avaliadas quanto ao número de brotações e flores emitidas. Os brotos emitidos foram classificados em brotações vegetativas (presença só de folhas), floríferas (presença só de flores) e mistas (presença de folhas e flores). Os dados foram analisados usando-se as análises de variância e regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com estresse hídrico não promoveram o florescimento da tangerineira 'Ponkan' e da limeira 'Tahiti' (experimento 1). As plantas emitiram apenas brotações vegetativas, incidindo menor número de brotações vegetativas ($P < 0,01$) a tangerineira 'Ponkan', quando submetida a 15 dias de estresse hídrico, e a limeira 'Tahiti' aos 25 e 35, dias de estresse hídrico (Figura 1a).

O potencial hídrico foliar decresceu ($P < 0,01$) com o aumento dos períodos de estresse hídrico, em ambas as cultivares (Figura 1b). Esse fato indica que o potencial hídrico foliar está diretamente relacionado com os períodos de estresse a que as plantas foram submetidas. Tais resultados estão de acordo com os obtidos por Medina et al. (1999) e Pire e Rojas (1999).

Não houve efeito do período de estresse sobre o número de brotações emitidas, tanto nas plantas de 'Ponkan' quanto nas de 'Tahiti', quando conduzidas na câmara de crescimento (Figura 2a) e na casa de vegetação (Figura 2b).

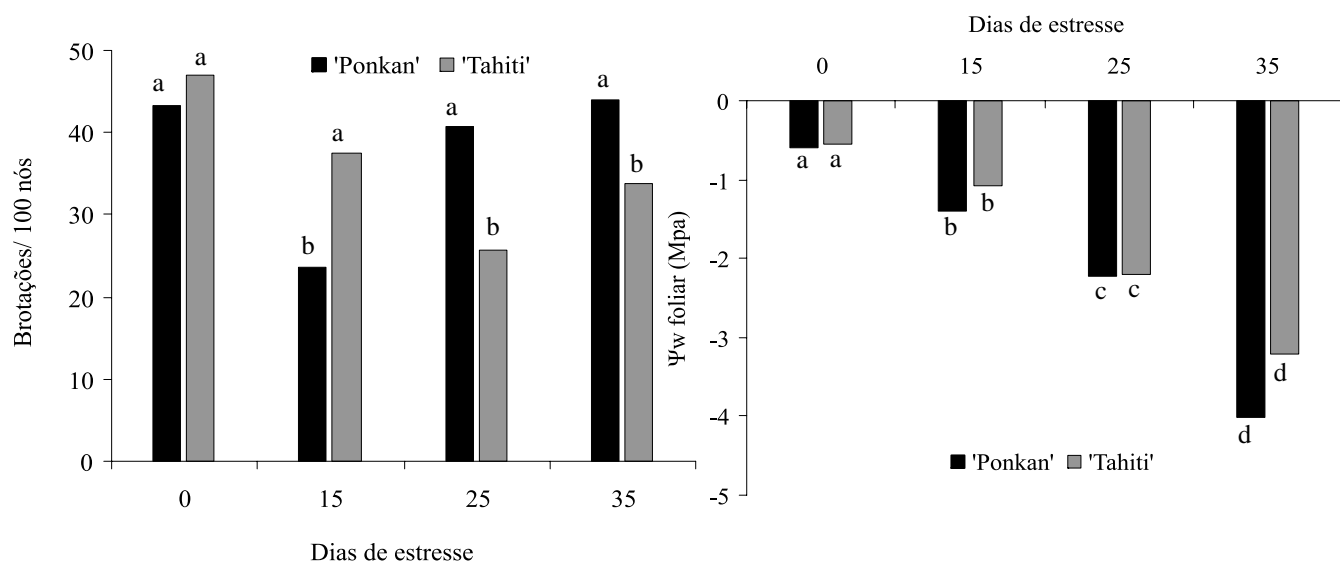


FIGURA 1 - Número de brotações formadas em tangerineira 'Ponkan' e limeira ácida 'Tahiti' conduzidas em câmara de crescimento, em função dos períodos de estresse hídrico. Médias seguidas pela mesma letra, entre os períodos de estresse, não diferem estatisticamente, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

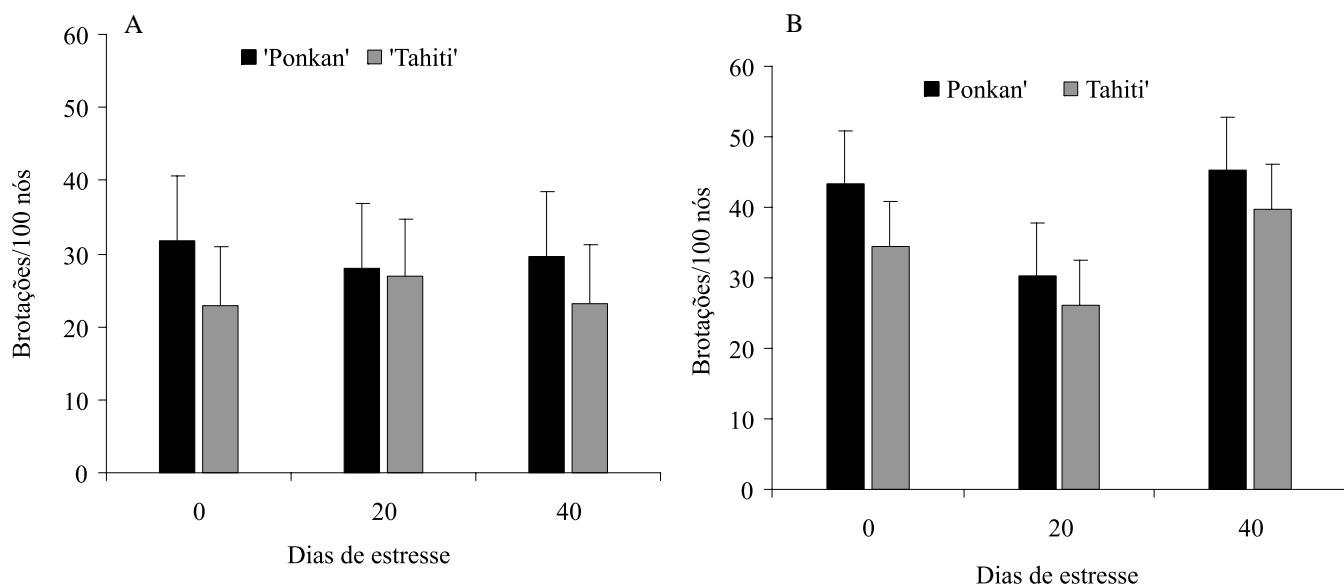


FIGURA 2 - Número de brotações emitidas em tangerineira 'Ponkan' e limeira ácida 'Tahiti' conduzidas em câmara de crescimento (A) e em casa de vegetação (B), em função dos períodos de estresse hídrico. (As barras sobre as colunas indicam o desvio-padrão).

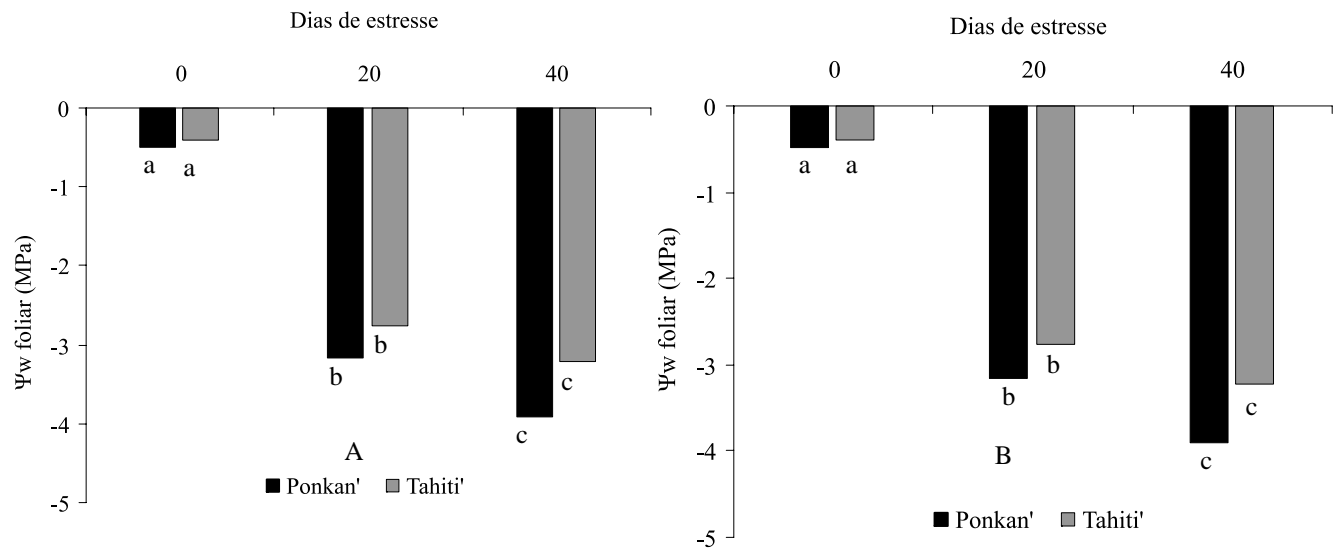


FIGURA 3 - Potencial hídrico foliar em tangerineira 'Ponkan' e limeira ácida 'Tahiti' conduzidas em câmara de crescimento (A) e em casa de vegetação (B), em função dos períodos de estresse hídrico. Médias seguidas pela mesma letra, entre os períodos de estresse, não diferem estatisticamente, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

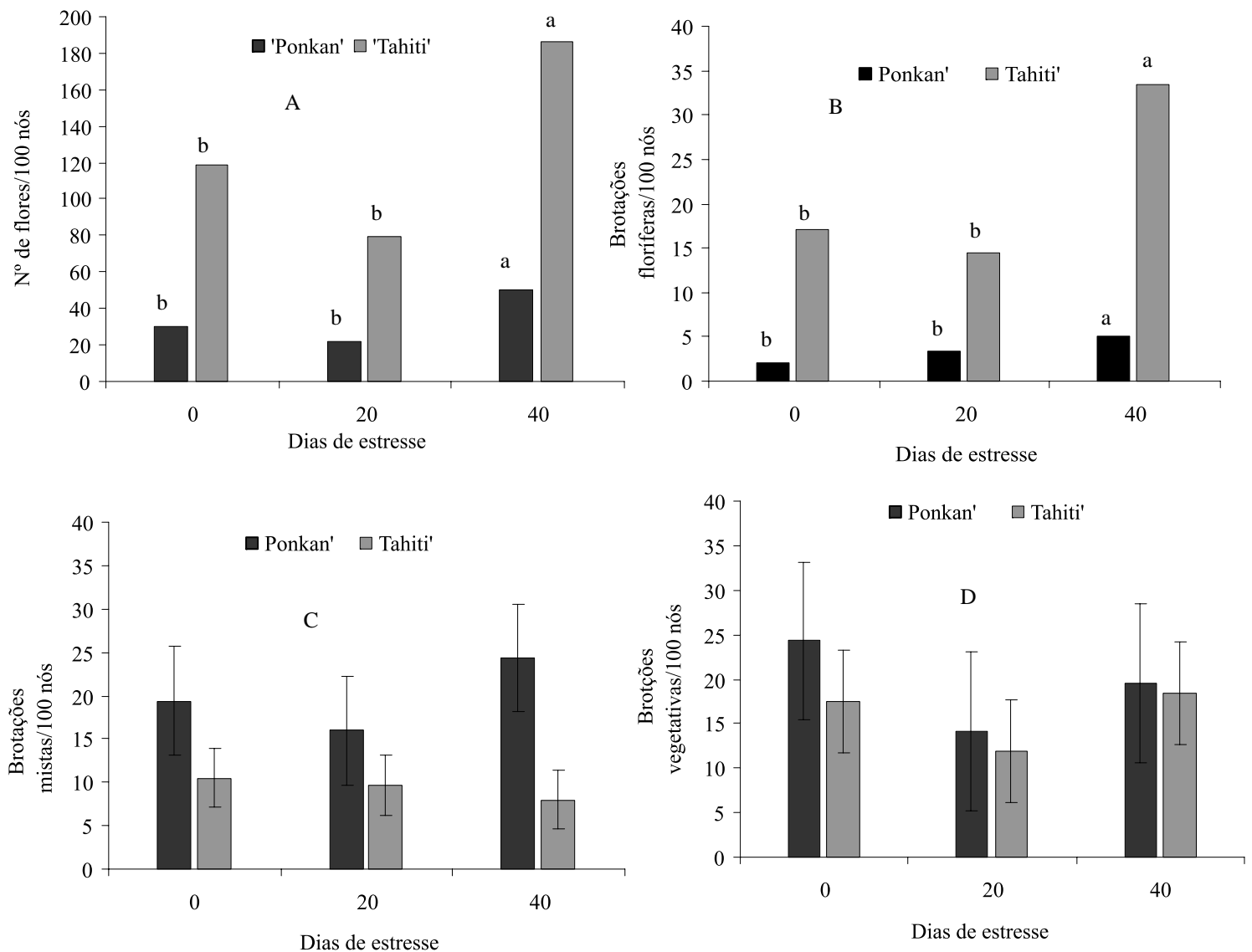


FIGURA 4 - Número de flores (A), brotações floríferas (B), brotações mistas (C) e vegetativas (D) em plantas de tangerineiras 'Poncã e limeira ácida 'Tahiti' conduzidas na casa de vegetação, em função dos dias de estresse. Médias seguidas pela mesma letra, entre os períodos de estresse, não diferem estatisticamente, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. (As barras sobre as colunas indicam o desvio-padrão).

Verificou-se que o potencial hídrico foliar diminuiu quando o período de estresse hídrico foi prolongado, nas plantas que foram conduzidas na câmara de crescimento e na casa de vegetação (Figuras 3a e 3b), como foi observado nas plantas do experimento 1. Entretanto, a limeira 'Tahiti' manteve seu potencial hídrico foliar mais alto que a tangerineira 'Ponkan' sob as mesmas condições. Esse resultado indica que as respostas das plantas de citros à aplicação do estresse hídrico são variáveis, provavelmente devido a fatores concernentes às características próprias das espécies, à duração e à intensidade do estresse e à interação deste com a espécie.

No segundo experimento, também não houve florescimento das plantas conduzidas na câmara de crescimento. Apenas as plantas que foram conduzidas na casa de vegetação floresceram. Os resultados apresentados em relação à ausência de florescimento nas plantas conduzidas na câmara de crescimento diferem dos encontrados na literatura, que conseguiram, com a supressão da irrigação durante um período variável (30 e 45 dias), induzir a floração em citros (Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996).

A indução do florescimento em citros, com duas semanas de imposição do estresse hídrico, também foi reportada por Southwick e Davenport (1986). Esses autores relataram que a indução ocorre após duas semanas de estresse e que a porcentagem de flores por brotações e o número de flores por planta aumenta com o tempo de duração do estresse, sendo os maiores valores obtidos após cinco semanas de estresse.

A influência de maiores períodos de estresse hídrico favorece a baixa síntese de giberelinas devido à paralisação e/ou redução do sistema radicular, favorecendo a emissão de maiores números de flores (Krajewski & Rabe, 1995).

A ausência de florescimento nas plantas do experimento 1 e nas plantas que estavam na câmara de crescimento (experimento 2) é de difícil explicação, entretanto algumas hipóteses podem ser levantadas. Uma delas se refere ao estágio fenológico em que as plantas se encontravam na época em que foram submetidas ao estresse hídrico, tendo em vista que, de acordo com García-Luis et al. (1992), a sensibilidade das gemas aos fatores indutores do florescimento é variável em função da época do ano.

O efeito do estresse é variável, não só em função da espécie ou variedade, mas também do tempo em que as plantas permanecem submetidas ao estresse. A relação que existe entre a intensidade e a duração do estresse hídrico e a intensidade de floração é aparentemente quantitativa, diminuindo a latência das gemas e/ou induzindo a floração (Southwick & Davenport, 1986; Davenport, 1990; García-Luis et al., 1992; Krajewski & Rabe, 1995). Embora os níveis de estresse alcançados tenham sido severos nos experimentos realizados em câmara de crescimento (em torno de -4,0 MPa e -3,5 MPa, respectivamente, para tangerineira 'Ponkan' e a limeira 'Tahiti') (Figuras 1 e 3), a duração do estresse foi pequena.

Mesmo com a instalação e condução do mesmo experimento em diferentes épocas (fevereiro a junho e junho a agosto), o florescimento das plantas não ocorreu, indicando, nesse caso, que a ausência do florescimento, possivelmente, não foi devido à ausência de sensibilidade das gemas influenciada pela época do ano. É possível que o florescimento não tenha ocorrido devido ao FFF, que se encontrava em torno de $170 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Pois de acordo com Habermann (1999), com o FFF abaixo de $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, a taxa a fotossintética é limitada pela luz e isso pode ter influenciado na floração.

Com o aumento do FFF, a fotossíntese também é limitada pela disponibilidade de CO_2 , sendo o ponto de saturação entre 600 e 700 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, em laranja, nessa faixa, a fotossíntese mantém-se praticamente constante (Habermann et al., 2003).

Quanto às plantas conduzidas na casa de vegetação, o número de flores emitido foi maior nas plantas submetidas a 40 dias de estresse hídrico, que apresentou valor de 189 flores/100 nós, diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos, tanto nas plantas de 'Ponkan' quanto nas de 'Tahiti' (Figura 4a).

O número de brotações floríferas emitidas, em ambas as cultivares, foi maior ($P < 0,01$) quando as plantas foram submetidas a período de 40 dias de estresse hídrico (Figura 4b). Não foi verificada influência dos períodos de estresse sobre as brotações mistas e vegetativas emitidas em ambas as cultivares (Figura 4c e 4d).

O florescimento das plantas da casa de vegetação pode ser atribuído às condições de temperatura ambientais, as quais eram variáveis. Além do estresse hídrico, as plantas ficaram sujeitas ao estresse térmico. Durante o período em que foram submetidas ao estresse hídrico, simultaneamente, ocorreram temperaturas baixas, sendo que as temperaturas mínimas médias foram de $9,9^\circ \text{C}$ no interior da casa de vegetação. Tal fato pode ter favorecido o florescimento das plantas, pois, na mesma época, os períodos de estresse hídrico imposto às plantas que estavam na câmara de crescimento não favoreceram o seu florescimento.

A influência de temperaturas baixas sobre o florescimento dos citros está bem documentada na literatura (Moss, 1969; Poerwanto & Inoue, 1990; García-Luis et al., 1992; Siqueira et al., 2004). Temperaturas de 20°C durante o dia e 10°C durante a noite já são suficientes para promover indução floral de acordo com García-Luis et al. (1992).

CONCLUSÕES

1) A aplicação do estresse hídrico não induziu o florescimento da tangerineira 'Ponkan' e da limeira ácida 'Tahiti', nas condições da câmara de crescimento. No entanto, favoreceu o aumento do florescimento imposto à tangerineira 'Poncã' e à limeira ácida 'Tahiti' nas condições da casa de vegetação.

2) O potencial hídrico foliar reduziu com estresse hídrico imposto à tangerineira 'Ponkan' e à limeira ácida 'Tahiti', entretanto foi variável para as cultivares. Os maiores valores foram observados para a limeira 'Tahiti'.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa. E à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- DAVENPORT, T. L. Citrus flowering. *Horticultural Reviews*, New York, v. 12, p. 349-408, 1990.
- GARCÍA-LUIS, A.; KANDUSER, M.; SANTAMARINA, P.; GUARDIOLA, J. L. Low temperature influence on flowering in citrus – The separation of inductive a bud dormancy releasing effects. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 86, p. 648-652, 1992.
- GOLDSCHMIDT, E. E.; GOREN, R. Gibberellins and flowering in citrus and other fruit trees: a critical analysis. *Acta Horticulturae*, Wazeningen, v.463, p. 201-208, 1997.
- HABERMANN, G. **Trocas gasosas e relações hídricas em laranjeiras-doce (Citrus sinensis L. Osbeck cv. Pera) com clorose variegada dos citros (CVC)**. 1999. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.
- HABERMANN, G.; MACHADO, E.C.; RODRIGUES, J.D.; MEDINA, C.L. Gas exchange rates at different vapor pressure deficits and water relations of 'Pera' sweet orange plants with citrus variegated chlorosis (CVC). *Scientia Horticulturae*, Netherlands, v.98, p.233-245, 2003.
- JACKSON, M.B. Are plants hormones involved in root to shoot communication? In: CALLOW, A.J. (Ed.) *Advanced in botanical research*. New York: Academic Press, 1993. p.103-187.

- KRAJEWSKI, A.J.; RABE, E. Citrus flowering: a critical evaluation. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.70, n.3, p. 357-374, 1995.
- MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M.A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'Valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.11, n.1, p. 29 – 34, 1999.
- MONSELISE, S. P. Citrus and related species. In: HALEVY, A.H. (Ed.). **CRC handbook of flowering**. Boca Raton: CRC, 1985. v.2. p.275-294
- MOSS, G. I. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 44, p. 311-320, 1969.
- PIRE, R; ROJAS, E. Effects of drought stress and urea sprays on production of flower and vegetative buds of Tahiti lime. **Fruits**, Paris, v.54, p. 177-182, 1999.
- POERWANTO, R. ; INOUE, H. Effect of air and soil temperatures on flower development and morphology of *Satsuma mandarin*. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 65 p. 739-745, 1990.
- SIQUEIRA, D. L.; BARCENA, J. L. G.; ESPOSTI, M. D. D. Florescimento de tangerineiras Satsuma 'Owari' tratadas com paclobutrazol, anelamento do caule e baixa temperatura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 406-409, 2004.
- SOUTHWICK, J.M.; DAVENPORT, T.L. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. **Plant Physiology**, Rockville, v.81, p.26-29, 1986.
- SOUZA, M. J. H.; RAMOS, M. M.; SIQUEIRA, D. L., COSTA, L. C.; LHAMAS, A. J. M.; MANTOVANI, E. C. CECON, P. R.; SALOMÃO L. C. C. Produção e qualidade dos frutos da limeira ácida 'Tahiti' submetida a diferentes porcentagens de área molhada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.2, p.245-250, 2003.
- SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. Reproductive physiology: flowering and fruiting. In: _____. **Biology of citrus**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. p. 70-125.