

MARIA DO CÉU MONTEIRO DA CRUZ

FLORESCIMENTO DA TANGERINEIRA ‘PONCÃ’ E DA LIMEIRA ÁCIDA  
‘TAHITI’ SUBMETIDAS A ESTRESSE HÍDRICO E TRATADAS COM  
PACLOBUTRAZOL

Tese 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  
2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MARIA DO CÉU MONTEIRO DA CRUZ

FLORESCIMENTO DA TANGERINEIRA ‘PONCÃ’ E DA LIMEIRA ÁCIDA  
‘TAHITI’ SUBMETIDAS A ESTRESSE HÍDRICO E TRATADAS COM  
PACLOBUTRAZOL

Tese 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: 15 de agosto de 2005.

---

Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão  
(Conselheiro)

---

Prof. Paulo Roberto Cecon  
(Conselheiro)

---

Prof. José Geraldo Barbosa

---

Prof. Cláudio Horst Bruckner

---

Prof. Dalmo Lopes de Siqueira  
(Orientador)

*À minha querida Família...*

*À minha mãe Rosa Batista Monteiro, com amor e gratidão.*

*Ao meu pai Antonio Inácio da Cruz (in memoriam), com saudades.*

*Aos meus irmãos, os quais, mesmo distantes, fizeram-se presentes sempre confiantes e compreensivos, o meu carinho e gratidão.*

*Às minhas sobrinhas Cris e Leticia.*

*...que sempre acreditaram em mim, apoiando-me e incentivando  
com gestos de amor e carinho e fizeram parte  
desta importante etapa de minha vida...*

Amo todos vocês!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela presença constante em minha vida, proporcionando-me oportunidades de crescimento e colocando em meu caminho pessoas maravilhosas e capazes.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

Ao Professor Dalmo Lopes de Siqueira, pelo fundamental apoio, pela paciência, pelos ensinamentos, pelo incentivo e pela orientação.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pela orientação estatística, pelas sugestões e pelo apoio.

Ao Professor Luiz Carlos Chamhum Salomão, pelo apoio, pelo incentivo e pelas sugestões.

Ao Professor Cláudio Horst Bruckner, pelas sugestões, pela atenção e pelos ensinamentos durante a realização do curso.

Ao Professor José Geraldo Barbosa, pela atenção e pelas sugestões.

Aos funcionários do Setor de Fruticultura, pela amizade e valiosa colaboração durante o desenvolvimento de minha pesquisa.

A TODOS que constituem a equipe de funcionários do Departamento de Fitotecnia, pela colaboração, pela amizade e pelo carinho.

A TODOS os meus amigos, pelo companheirismo, pelo incentivo, pelo carinho e pelas alegrias divididos durante nossa convivência.

## **BIOGRAFIA**

MARIA DO CÉU MONTEIRO CRUZ, filha de Antonio Inácio Cruz e Rosa Batista Monteiro, nasceu em Areia, Paraíba, no dia 17 de janeiro de 1979.

Em março de 2003, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Paraíba.

Em agosto de 2003, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em agosto de 2005.

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS .....	6
FLORESCIMENTO DA TANGERINEIRA ‘PONCÃ’ E DA LIMEIRA ÁCIDA ‘TAHITI’ SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO .....	9
RESUMO .....	9
1. INTRODUÇÃO .....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
3. RESULTADOS .....	15
4. DISCUSSÃO .....	22
5. CONCLUSÕES .....	25
6. REFERÊNCIAS .....	25
FLORESCIMENTO DE LIMEIRAS ÁCIDAS ‘TAHITI’ TRATADAS COM PACLOBUTRAZOL .....	28
RESUMO .....	28
1. INTRODUÇÃO .....	29
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	32
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36

	Página
4. CONCLUSÕES .....	48
5. REFERÊNCIAS .....	48
TEORES DE CARBOIDRATOS EM TANGERINEIRA ‘PONCÃ’ E LIMEIRA ÁCIDA ‘TAHITI’ SUBMETIDAS A ESTRESSE HÍDRICO E LIMEIRA ÁCIDA ‘TAHITI’ TRATADAS COM PACLOBUTRAZOL.....	53
RESUMO .....	53
1. INTRODUÇÃO .....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	58
4. CONCLUSÕES .....	69
5. REFERÊNCIAS .....	69
CONCLUSÕES GERAIS .....	72
APÊNDICE .....	74
APÊNDICE A .....	75

## RESUMO

CRUZ, Maria do Céu Monteiro da, M. S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2005. **Florescimento da tangerineira ‘Poncã’ e da limeira ácida ‘Tahiti’ submetidas a estresse hídrico e tratadas com paclobutrazol.** Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira. Conselheiros: Luiz Carlos Chamhum Salomão e Paulo Roberto Cecon.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do estresse hídrico sobre o florescimento da tangerineira ‘Poncã’ (*Citrus reticulata* Blanco) e da limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka), bem como o efeito do paclobutrazol sobre o florescimento da limeira ácida ‘Tahiti’, quando aplicado em plantas submetidas ou não ao estresse hídrico. As plantas estavam enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), cultivadas em vasos de cinco litros. Foram realizados três experimentos com estresse hídrico e dois com paclobutrazol (PBZ), em câmara de crescimento e casa de vegetação, no Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG. Nos experimentos com estresse hídrico, avaliaram-se o potencial hídrico foliar no final de cada período de estresse, o número de brotações emitidas, o número de flores por planta e os teores de carboidratos. O estresse hídrico não induziu o florescimento da tangerineira ‘Poncã’ e da limeira ácida ‘Tahiti’ nas condições da câmara de crescimento. O potencial hídrico foliar reduziu-se com o aumento do estresse hídrico submetido. O

estresse hídrico, durante os meses de junho a agosto de 2003, favoreceu o florescimento das plantas de tangerineira ‘Poncã’ e limeira ácida ‘Tahiti’ na casa de vegetação. Os teores de carboidratos foram menores nas plantas de tangerineira ‘Poncã’ e limeira ácida ‘Tahiti’ submetidas a estresse hídrico, devido ao maior número de brotações. Nos experimentos com PBZ, foram avaliados o número de brotações e de flores, os tipos de inflorescências, o número de frutos por planta e os teores de carboidratos. As doses de PBZ aplicadas aumentaram o número de flores emitidas nas plantas provenientes da casa de vegetação, nas plantas que foram irrigadas e naquelas submetidas a estresse hídrico em 170,2%, 137,5% e 371,3%, respectivamente, em comparação ao número de flores emitidas pelas plantas-testemunha. A aplicação do PBZ causou reduções significativas nos teores foliares de carboidratos, devido à alta demanda de carboidratos resultante do florescimento das plantas, e acúmulo de reservas de carboidratos nas raízes.

## ABSTRACT

CRUZ, Maria do Céu Monteiro da, M. S., Universidade Federal de Viçosa, August, 2005. **Flowering of 'Ponkan' mandarin and the acid lime tree 'Tahiti' submitted to hydric stress and treated with paclobutrazol.** Adviser: Dalmo Lopes de Siqueira. Committee members: Luiz Carlos Chamhum Salomão and Paulo Roberto Cecon.

This work was carried out aiming to evaluate the effects of hydric stress on the flowering of 'Ponkan' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) and on the acid lime tree 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka) and of paclobutrazol on the flowering of acid lime (*Citrus latifolia* Tanaka) when applied in plants submitted or not to the hydric stress. The plants were grafted on the lemon tree 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), cultivated in pots of five litters. Three experiments were carried out with hydric stress and two with paclobutrazol (PBZ), in a growth chamber in the Fruticulture Sector at the Phitotecny Department, UFV, Viçosa, MG. In the experiments with hydric stress the leaf hydric potential was evaluated at the end of each stress period, the number of shooting emitted, flowers formed per plant and the level of carbohydrates. The hydric stress didn't induce the flowering of 'Ponkan' mandarin and the acid lime 'Tahiti'tree in conditions of growth chamber. The leaf hydric potential reduced as the submitted hydric stress increased. The hydric stress during the months of June to August 2003, favored the flowering of plants of 'Ponkan' mandarin and the acid lime 'Tahiti' conducted in the greenhouse. The level of carbohydrates was reduced in the plants of 'Ponkan' mandarin

and the acid lime 'Tahiti' submitted to hydric stress due to larger of shootings emitted. In the experiments with PBZ were evaluated the number of shooting, of flowers, the kinds of inflorescences, the number of fruit per plant and the level of carbohydrates. The doses of PBZ applied increased the number of emitted flowers, in the plants from the greenhouse, in the plants which were irrigated and in the plants submitted to hydric stress which in 170,19%, 137,53% e 371,3%, respectively. The application of PBZ caused significant reductions in the leaf level of carbohydrate regarded to the flowering of the plants. The application of PBZ resulted in accumulation of carbohydrates of reserves of carbohydrates in the roots.

## INTRODUÇÃO GERAL

Os citros são originários de áreas tropicais úmidas do sudeste asiático, provavelmente da Índia e algumas regiões da China e das Filipinas (KRAJEWSKI; RABE, 1995).

Atualmente, o cultivo dos citros no mundo está cada vez mais disperso porque ocorre nos cinco continentes e, ao mesmo tempo, concentrado, pois a produção se concentra dentro de uma área de cultivo bem delimitada, a qual rodeia o mundo entre 20 e 40° de latitude nos dois hemisférios (LOUSSERT, 1992).

Em virtude de sua ampla distribuição geográfica e do elevado número de espécies e cultivares existentes, os citros são encontrados se desenvolvendo sob diferentes condições atmosféricas, desde regiões tropicais úmidas até aquelas desérticas (LEVY, 1980).

As espécies de citros apresentam normalmente dois surtos de crescimento anuais bem definidos nas regiões de clima frio, enquanto nas regiões mais quentes, de climas tropical ou subtropical úmido, pode variar de três a cinco (BORROTO; BORROTO, 1991; SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996; DAVIES; ALBRIGO, 1994).

O surto de crescimento da primavera é o mais importante e intenso, quando a planta emite ramos vegetativos e reprodutivos. A brotação de primavera geralmente ocorre de março a abril nas regiões de clima subtropical do Hemisfério Norte e de agosto a setembro no Hemisfério Sul (DAVIES; ALBRIGO, 1994).

A transição do estágio vegetativo para o reprodutivo pode ser dividida em cinco fases: indução; evocação; iniciação floral, desenvolvimento ou morfogênese da

inflorescência; e antese ou abertura da flor (RENA; MAESTRI, 1986; METZGER, 1987; DAVENPORT, 1990a; KRAJEWSKI; RABE, 1995).

A indução floral é uma condição fisiológica iniciada nos tecidos e influenciada por fatores externos, como fotoperíodo, temperatura e estresse hídrico (KRAJEWSKI; RABE, 1995).

A evocação é a transição floral em que a gema vegetativa passa à reprodutiva, compreende uma seqüência de eventos de naturezas morfológica, fisiológica e bioquímica, que começa com a chegada do estímulo indutivo (RENA; MAESTRI, 1986). Essa fase ocorre depois da indução e antes da iniciação ou diferenciação e prepara o meristema para a formação dos primórdios florais (KRAJEWSKI; RABE, 1995).

Na fase de iniciação ou diferenciação ocorrem variações tanto na fisiologia quanto na morfologia, tornando-se visíveis após a ocorrência da diferenciação celular (ERICKSON, 1968). A primeira mudança ocorrida é o aumento da atividade mitótica entre a zona central e o pith-rib meristema, em que as células adicionadas a túnicas apresentam nucléolos maiores (PEREIRA et al., 2003).

Nessa fase, a gema deve estar irreversivelmente comprometida com a formação da inflorescência, ou seja, deve estar floralmente determinada, sendo conhecida como gema florífera (KANDUSER, 1997). Nesse período fica visível o desenvolvimento da gema florífera, que se torna mais alongada e achatada, e tem início a formação dos primórdios florais (KRAJEWSKI; RABE, 1995; PEREIRA et al., 2003).

Os primeiros sinais da morfogênese da inflorescência são detectados somente ao se iniciar a brotação das gemas na primavera (GUARDIOLA, 1981; IWAHORI; OOHATA, 1981; LORD; ECKARD, 1985).

A abertura das flores, a antese, ocorre após o período de indução e diferenciação, quando as condições de temperatura e umidade são adequadas (GUARDIOLA et al., 1977; MONSELISE, 1985; DAVENPORT, 1990b).

A primeira flor a abrir é a apical, seguida das basais e, posteriormente, das flores da parte mediana da inflorescência. As flores subterminais são as últimas a abrir (LOVATT et al., 1984), provavelmente devido à dominância apical (JAHN, 1973). O tamanho das flores geralmente decresce em função da época de abertura, sendo a apical a maior e a subapical, a menor (LORD; ECKARD, 1985).

Nas condições subtropicais, as estações climáticas anuais apresentam-se relativamente bem definidas, o que influencia diretamente o florescimento e a posterior

colheita, fazendo com que ocorram épocas de safra (maior oferta de frutos no mercado) e de entressafra.

É o que ocorre com as tangerineiras e limeiras ácidas, que geralmente possuem uma estação de produção bem definida, resultando em baixos preços dos frutos na época da safra, o que torna o cultivo pouco rentável em algumas regiões produtoras.

Esse fato faz que os produtores busquem a implantação de novas tecnologias para um aumento da produtividade ou deslocar a época de produção para o período de entressafra, época em que os preços pagos pelas frutas cítricas são mais elevados.

Nesse contexto, a utilização de práticas culturais que venham a controlar a época de florescimento e alterar a época de colheita, através do estresse hídrico (SOUTHWICK; DAVENPORT, 1986) ou do uso de reguladores de crescimento (AMARAL et al., 1996, MARINHO, 1994), pode ser importante para viabilizar economicamente o cultivo.

A utilização de fitorreguladores, antagonistas da síntese de giberelinas, para indução do florescimento em citros tem despertado grande interesse. Nos citros, assim como em outras angiospermas lenhosas, as giberelinas exógenas inibem a floração. A inibição do florescimento através de aplicações exógenas de GA<sub>3</sub> ocorre em duas fases do processo de floração: durante a indução floral e durante o desenvolvimento dos meristemas florais (GUARDIOLA et al., 1982; KANDUSER, 1997).

Entre os fitorreguladores, o PBZ, um inibidor da biossíntese de giberelinas, tem sido utilizado para regular o crescimento das plantas (YIM et al., 1997) e induzir o florescimento (EL-OTMANI, 2000). Trabalhos que avaliam a influência do PBZ sobre o conteúdo de giberelinas relatam que os níveis endógenos de giberelinas se reduziram com a aplicação do PBZ (CALDAS, 1996). Seus efeitos, no entanto, não são específicos, e, para obter uma resposta concreta, o momento da aplicação é fundamental, pois se deve levar em conta que a aplicação de um fitorregulador pode afetar uma característica diferente do objetivo proposto (GUARDIOLA, 2000).

Davenport (1990a) citou que não existem relatos sobre a efetividade do paclobutrazol em induzir o florescimento dos citros, quando aplicado em períodos em que as condições ambientais não são indutivas ao florescimento.

O déficit hídrico é uma das bases indutivas para o florescimento, bem como fator de restrição ao desenvolvimento das plantas cítricas, uma vez que afeta a produção e a translocação dos fitorreguladores (GOLDSCHMIDT et al., 1998).

Nos citros, a ocorrência de baixas temperaturas ou estresse hídrico reduz o crescimento das plantas, diminuindo o crescimento das raízes e a síntese de giberelinas (SOUTHWICK; DAVENPORT, 1986; DAVENPORT, 1990a; LOVATT, 1990).

As giberelinas endógenas exercem papel fundamental na indução do florescimento das plantas cítricas (GOLDSCHMIDT et al., 1985). Influenciam a floração mediante a redução do número de gemas que brotam (MONSELISE; HALEVY, 1964; GOLDSCHMIDT; MONSELISE, 1972; KOSHITA et al., 1999) e de inflorescências mistas (GUARDIOLA et al., 1982) e do aumento da relação brotos vegetativos/brotos reprodutivos (GOLDSCHMIDT; MONSELISE, 1972; GARCÍA-LUIS et al., 1986). Assim, se as giberelinas são responsáveis pela inibição do florescimento em citros, então os fitorreguladores, capazes de inibir a síntese de giberelinas endógena, deveriam promover o florescimento em qualquer época (DAVENPORT, 1990a).

Vários trabalhos com uso de fitorreguladores foram desenvolvidos em regiões de clima subtropical, onde ocorrem baixas temperaturas durante o inverno. Entretanto, pouco se conhece a respeito da aplicação desses fitorreguladores em regiões de clima tropical, onde o estresse hídrico é mais importante. Além disso, os resultados são variáveis devido às diferenças entre os cultivares e as doses utilizadas do produto. Como pesquisas em condições de campo não permitem avaliar com precisão os efeitos do produto sobre o crescimento e a fisiologia das plantas, o trabalho com plantas em vasos mantidas em ambiente controlado permite conhecer o comportamento de cultivares de interesse.

Parece ser evidente o efeito do estresse hídrico e da aplicação do PBZ no crescimento e florescimento dos citros, entretanto vários aspectos não estão bem esclarecidos, havendo necessidade de serem realizadas pesquisas com os seguintes objetivos:

- Avaliar a efetividade e a duração do estresse hídrico na promoção do florescimento da tangerineira ‘Poncã’ e da limeira ácida ‘Tahiti’.
- Avaliar como o estresse hídrico influencia a concentração e a distribuição de carboidratos na planta.
- Determinar a dose de paclobutrazol mais efetiva na promoção do florescimento.
- Avaliar se o paclobutrazol é efetivo na indução do florescimento, quando aplicado em plantas não expostas a condições ambientais indutivas.

- Avaliar como o paclobutrazol afeta a concentração e distribuição de carboidratos na planta.
- Avaliar quais as características das plantas são influenciadas pela aplicação do paclobutrazol, magnitude da influência e as doses a serem usadas.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, A. M. et al. Efeito da giberelina e irrigação no crescimento de frutos de tangerineira (*Citrus reticulata* Blanco cv. Ponkan). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14., 1996, Curitiba. **Resumos...** Londrina, PR: IAPAR, 1996. v. 1, p. 163.

BORROTO, C. N.; BORROTO, A. T. **Citricultura tropical**. Tomo 1. Habana: Ministério de Educação Superior, 1991. 227 p.

CALDAS, L. S. Giberelinas. In: **Curso de cultura de células e tecido de plantas**. Brasília: CBAB/CNPH, 1996.

DAVENPORT, T. L. Citrus flowering. **Horticultural Reviews**, New York, v. 12, p. 349-408, 1990a.

DAVENPORT, T. L. Leaves not necessary for floral induction of *Citrus latifolia*. In: ANNUAL MEETING OF THE PLANT GROWTH REGULATION SOCIETY OF AMERICA, 13., 1990. **Proceedings...** [S.l.]: Plant Growth Regulation Society of America, 1990b. p.18-19.

DAVIES, F.S.; ALBRIGO, L.G. **Crop production science in horticulture 2: citrus**. Wallingford: CAB International, 1994. 254 p.

EL-OTMANI, M. et al. Plant growth regulators in citriculture: world current uses. **Critical Reviews in Plant Science**, v. 5, p. 395-447, 2000.

ERICKSON, L. C. The general physiology of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Eds.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California Press, 1968. v. 2, p. 86-126.

GARCÍA-LUIZ, A. et al. Inhibition of flowering in vivo by exiting fruits and applied growth regulators in Citrus unshiv. **Physiologia Platarum**, Copenhagen, v. 66, p. 515-520, 1986.

GOLDSCHMIDT, E. E. et al. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 29. p. 159-166, 1985.

GOLDSCHMIDT, E. E.; MONSELISE, S. P. Hormonal control of flowering in citrus trees and other woody perennials. In: CARR, D. J. (Ed.). **Plant growth substances**. Springer: Heidelberg, 1972. p. 758-766.

GOLDSCHMIDT, E. E.; TAMIM, M.; GOREN, R. Gibberellins and flowering in citrus and other fruit trees. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 464, p. 201-216, 1998.

GUARDIOLA, J. L. Flower initiation and development in citrus. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 242-248, 1981.

GUARDIOLA, J. L. Utilización de los reguladores del desarrollo en la producción de cítricos. In: SIMPOSIO SOBRE FISIOLÓGIA, NUTRIÇÃO, ADUBAÇÃO E MANEJO PARA A PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE CITROS, 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: POTAFOS, 2000. CD-ROM.

GUARDIOLA, J. L.; MONERRI, C.; AGUSTÍ, M. The inhibitory effect of gibberellic acid on flowering in *Citrus*. **Physiologia plantarum**, Copenhagen, v. 55, p. 136-142, 1982.

GUARDIOLA, J. L.; AGUSTÍ, M.; GARCÍA-MARÍ, F. Gibberellic acid and flower bud development in sweet orange. **Proceedings International Society of Citriculture**, v. 2, p. 696-699, 1977.

IWAHORI, S.; TOMINAGA, S. Increase in first-flush flowering of 'Meiwa' kumquat, *Fortunella crassifolia* Swingle, trees by paclobutrazol. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 28, p. 347-353, 1986.

JAHN, O. L. Inflorescence types and fruiting patterns in 'Hamlin' and 'Valencia' oranges and 'Marsh' grapefruit. **American Journal Botany**, Iowa, v. 60, p. 663-670, 1973.

KANDUSER, M. **Control ambiental y regulación endógena de la inducción floral en Mandarino Satsuma (*Citrus unshiu* Marc.)**. Valência, Espanha: Univ. Politec. de Valencia, 1997. 199 f. Tese (Doutorado) – Universidade Politécnica de Valencia, Departamento de Biología Vegetal, Valencia, Espanha.

KOSHITA, Y. et al. A. Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, Gas?) in leaves and flower formation of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 79, p. 185-194, 1999.

KRAJEWSKI, A. J.; RABE, E. Citrus flowering: a critical evaluation. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 70, n. 3, p. 357-374, 1995.

LEVY, Y. Effect of evaporative demand on water relations of *Citrus limon*. **Annals of Botany**, London, v. 46, p. 695-700, 1980.

LORD, E. M.; ECKARD, M. J. Shoot development in *Citrus sinensis* L. Osbeck ('Washington' Navel' orange). I. Floral and inflorescence ontogeny. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 146, p. 320-326, 1985.

LOUSSERT, R. **Los agrios**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1992. 319 p.

LOVATT, C. J. **The role of nitrogen in *Citrus* flowering and fruit set**. [S.l.]: Conference, The University Cooperative Extension Class, 1990.

LOVATT, C. J. et al. Phenology of flowering in *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. 'Washington Navel' orange. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, [S.l.: s.n.], 1984. v. 1, p. 186-190.

MARINHO, C. S. **Manejo para a produção exteoporânea de frutos de tangoreira (*Citrus sinensis* (L.) Osbec x *Citrus reticulata* Blanco cv Murcote)**. Lavras, MG: UFLA, 2004. 73 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

METZGER, J. D. Hormones and reproductive development. In: DAVIES, P.J. (Ed.). **Plant hormones and their role in plant growth and development**. The Hague: Martinus Nijhoff, 1987. p. 432-461.

MONSELISE, S. P. Citrus and related species. In: HALEVY, A. H. (Ed.). CRC. **Handbook of flowering**, v. 2. p. 275-294, 1985.

MONSELISE, S. P.; HALEVY, A. H. Chemical inhibition and promotion of citrus flower bund induction. **Proceeding of American society for Horticultural Science**, v. 84, p. 141-145, 1964.

PEREIRA, I. A. M.; PINTO, J. E. B. P.; DAVIDE, L. C. Época da indução e evocação floral em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Pêra Rio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 857-862, 2003.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A.B. et al. (Eds.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, SP: Potafos, 1986. p. 13-85.

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.

SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. Reproductive physiology: flowering and fruiting. In: \_\_\_\_\_. **Biology of citrus**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. p. 70-125.

YIM, K. O.; KNON, Y. W.; BAYER, D. E. Growth responses and allocation of assimilates of rice seedlings by Paclobutrazol and gibberellin treatment. **Journal Plant Growth Regulation**, v. 16, p. 35-41, 1997.

# FLORESCIMENTO DA TANGERINEIRA ‘PONCÃ’ E DA LIMEIRA ÁCIDA ‘TAHITI’ SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO

## RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a intensidade e a época de aplicação do estresse hídrico sobre o florescimento da tangerineira ‘Poncã’ (*Citrus reticulata* Blanco) e da limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), sendo conduzidos três experimentos. No primeiro, utilizou-se o esquema fatorial 4 x 2, no delineamento de blocos ao acaso, com sete repetições. Os fatores foram quatro períodos de estresse (S) (0, 15, 25 e 35 dias de estresse) e dois cultivares de citros. As plantas foram cultivadas em vasos de cinco litros, em câmara de crescimento (CC), no período de fevereiro a junho de 2003, sob temperaturas controladas (25 °C dia/20 °C noite), e fotoperíodo de 16 horas de luz, com fluxo de fótons fotossintéticos (FFF) de aproximadamente 170  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Avaliaram-se o potencial hídrico foliar no final de cada período de estresse e o número de brotações emitidas por planta. No segundo experimento, as plantas foram conduzidas em CC, no período de junho a agosto de 2003, sob temperaturas controladas (25 °C dia/20 °C noite) e fotoperíodo de 16 horas de luz, com FFF de aproximadamente 170  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , e em casa de vegetação (CV), com temperaturas 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 esquema experimental constou de fatorial 3 x 2 x 2, instalado no delineamento de blocos casualizados, com seis repetições, sendo três períodos de estresse hídrico (0, 20 e 40 dias de estresse), dois cultivares de citros e dois ambientes. Foram avaliados o potencial hídrico foliar e o número de brotos e de flores formados por planta. No terceiro experimento, as plantas foram conduzidas em CC, no período de fevereiro a junho de 2004, com temperaturas controladas (25 °C dia/20 °C noite) e fotoperíodo de 16 horas de luz, com FFF de aproximadamente 170  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Utilizou-se o esquema fatorial 4 x 2, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo quatro períodos de estresse hídrico (0, 15; 25; e 35 dias de estresse) e dois cultivares de citros. Foram avaliados o potencial hídrico foliar e o número de brotos e de flores formados por planta. O estresse hídrico não induziu o florescimento da tangerineira ‘Poncã’ e da limeira ácida ‘Tahiti’ nas condições da câmara de crescimento. O estresse hídrico,

durante os meses de junho a agosto de 2003, favoreceu o florescimento das plantas de tangerineira 'Poncã' e limeira ácida 'Tahiti' conduzidas na casa de vegetação. O potencial hídrico foliar reduziu com o aumento do estresse hídrico, ao qual foram submetidas às plantas de tangerineira 'Poncã' e a limeira ácida 'Tahiti', entretanto esse potencial pode variar em função dos cultivares, observando-se os maiores valores na limeira 'Tahiti'.

## 1. INTRODUÇÃO

O florescimento é um dos principais fatores responsáveis pela produção, influenciando as características relacionadas à qualidade dos frutos, como peso, qualidade interna, textura e coloração (KRAJEWSKI; RABE, 1995).

O controle desse fenômeno fica a cargo da temperatura, das condições hídricas do solo e da planta e, principalmente, das concentrações de fitorreguladores, destacando-se a maior influência das giberelinas endógenas (BERNIER, 1988; SALISBURY; ROSS, 1991; AGUSTÍ, 2000).

Esses fatores são responsáveis pelo desencadeamento de várias reações metabólicas na planta. Tais reações estão diretamente relacionadas com o balanço de carboidratos e nitrogênio, que são compostos utilizados como substratos para a síntese de várias substâncias, como aminoácidos, ácidos graxos, proteínas e celulose, entre outras (GOLDSCHMIDT; MONSELISE, 1972; TAIZ; ZEIGER, 1998).

O balanço interno dos fitorreguladores nas plantas pode ser influenciado por vários fatores, entre os quais estágio de desenvolvimento dos órgãos, temperatura, estresses e nutrição, entre outros. A interação de atividades da raiz e da parte aérea é complexa, envolvendo, além de outras substâncias, o movimento de fitorreguladores entre as duas estruturas (HOAD, 1995).

Estresses como seca, alagamento, salinidade ou impedimento mecânico nas raízes e caules muitas vezes têm efeitos drásticos sobre a parte aérea. Em muitos casos, pode-se verificar o fechamento estomático, curvatura epinástica dos pecíolos e redução no crescimento da parte aérea (MONSELISE; GOREN, 1978; EL-OTMANI et al., 1995). Esses fatores podem levar à baixa produção de giberelinas, por serem os

fitorreguladores os responsáveis pela inibição do florescimento em citros (MONSELISE, 1985). Assim, o manejo da cultura pode influenciar o balanço dos fitorreguladores envolvidos no florescimento e promover o desenvolvimento, florescimento e frutificação dos citros.

Muitos trabalhos têm relatado a indução do florescimento em *Citrus* por estresse hídrico ou por baixas temperaturas, seguido da restauração das condições climáticas favoráveis ao crescimento, sendo o grau de florescimento diretamente proporcional à duração e, ou, severidade desses estresses (LOVATT, 1990; DAVENPORT, 1990; GARCÍA-LUIS et al., 1992; KRAJEWSKI; RABE, 1995).

Nos citros, um período de repouso é essencial para a floração, pois a duração desse período determina a quantidade de flores produzidas. Nesse período, a planta acumula reservas, as quais são rapidamente consumidas na florada, durante o desenvolvimento das estruturas reprodutivas (LIMA, 1989).

O período de repouso, preferivelmente com dois meses de duração, pode ser induzido tanto por meio de temperaturas baixas de inverno nas zonas subtropicais quanto por um período de estresse hídrico nas zonas tropicais (DOORENBOS; KASSAM, 1979). Sendo a variação das temperaturas do ar promotoras da floração entre 13 e 15 °C dia/10 e 13 °C noite (MOSS, 1969). A temperatura máxima limite para promover a floração ainda não está bem definida, embora se acredite que esteja em torno de 19 °C (DAVENPORT, 1990).

Nir et al. (1972) já haviam reportado que a indução floral ocorre em plantas de citros, com duas semanas de imposição do estresse hídrico, seguida pela iniciação das sépalas na posição terminal das flores, antes do fim do período de estresse, e que o rápido crescimento e desenvolvimento das flores ocorre com o retorno da irrigação.

A indução do florescimento, em plantas de limeira ‘Tahiti’, cultivadas em vasos em casa de vegetação, por meio do estresse hídrico, ocorreu após duas semanas de estresse, sendo os maiores valores obtidos em relação à porcentagem de flores por brotações e o número de flores por plantas após cinco semanas de estresse (SOUTHWICK; DAVENPORT, 1986).

Em limeira ‘Tahiti’, o estresse hídrico favoreceu o desenvolvimento tanto de brotações florais quanto do número de flores por brotação (PIRE; ROJAS, 1999). De acordo com esses autores, um novo período de crescimentos vegetativo e reprodutivo ocorreu na terceira semana de retorno da irrigação, sendo mais pronunciado na quarta e quinta semanas, concordando com o descrito por Cassin et al. (1969). Esses autores, ao

examinarem a resposta do florescimento a extensos períodos de estresse hídrico em pomares cítricos, observaram que um novo surto de crescimento ocorria nas plantas 20 a 28 dias após o retorno da irrigação.

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

A paralisação e, ou, redução do sistema radicular causado pelo estresse hídrico favorece o florescimento devido à baixa síntese de giberelinas, sendo estas os únicos dos fitorreguladores estudados, que parecem ter influência direta sobre o florescimento em *Citrus* (KRAJEWSKI; RABE, 1995).

A compreensão do florescimento dos citros, fenômeno para o qual se tentam controle e manipulação, é essencial para melhoria da qualidade da produção, aumento da produtividade e, principalmente, proporcionar a colheita em períodos de entressafra.

Entre as dificuldades está a realização de pesquisas em condições de campo, em que vários e nem sempre identificáveis fatores bióticos e abióticos interagem, dificultando a interpretação dos resultados. Entretanto, a realização de pesquisas em ambiente controlado com plantas perenes, especialmente aquelas com longo período juvenil, é difícil e cara (DAVENPORT, 1990).

O esclarecimento do papel dos fatores ambientais sobre o controle do florescimento somente é possível com a realização de experimentos em ambiente controlado (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996). Além disso, ainda existem diferenças nas características fenológicas de crescimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas. Quanto à época de indução floral, Monselise e Halevy (1964) e Goldschmidt e Goren (1997) citaram que as giberelinas podem inibir o florescimento dos citros em vários estádios, desde a indução até a diferenciação floral, alcançando o máximo em janeiro, época que coincide com o suposto tempo da diferenciação dos ramos florais no Hemisfério Norte. Todavia, sabe-se que em citros as giberelinas atuam reduzindo a floração, portanto a aplicação do estresse hídrico poderia estimular a brotação de ramos floríferos, devido à baixa produção de giberelinas, como foi constatado por Monselise (1985).

Assim, o uso do estresse hídrico depende do conhecimento de quais características das plantas são influenciadas pelo estresse, bem como a época de aplicação e a intensidade do estresse a ser submetido. Nesse contexto, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de verificar qual a época e duração do período de estresse a que a tangerineira ‘Poncã’ e a limeira ácida ‘Tahiti’ devem ser submetidas para promoção do florescimento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos, com plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tan.) e tangerineira ‘Poncã’ (*Citrus reticulata* Blanco) enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) e cultivadas em vasos de cinco litros, contendo substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>. As plantas foram irrigadas de acordo com os períodos de estresse hídrico submetidos e fertilizadas com solução de macro e micronutrientes aplicados ao substrato.

No primeiro experimento, as plantas foram conduzidas em câmara de crescimento, no período de fevereiro a junho de 2003, com 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 dois 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, parte das plantas foi conduzida em câmara de crescimento, no período de junho a agosto de 2003, com temperatura (25 °C dia/20 °C noite) e fotoperíodo de 16 horas de luz, com FFF de aproximadamente 170  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , e outra parte em casa de vegetação, revestida nas laterais com tela antivírus de 50 mesh transparente e cobertura plástica, sob temperaturas médias variando de 9,9 °C (mínima) a 29,0 °C (máxima) e FFF médio de 427 a 803  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

O esquema experimental constou de fatorial 3 x 2 x 2, instalado em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições, sendo três períodos de

estresse hídrico (0, 20 e 40 dias de estresse), dois cultivares de citros e dois ambientes. A parcela experimental foi constituída por uma planta, perfazendo um total de 72.

No terceiro experimento, as plantas foram colocadas em câmara de crescimento, no período de fevereiro a junho de 2004, com temperatura controlada (25 °C dia/20 °C noite) e fotoperíodo de 16 horas de luz, com FFF de aproximadamente 170  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Utilizaram-se o esquema fatorial 4 x 2 e o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo quatro períodos de estresse hídrico (0, 15; 25; e 35 dias de estresse) e dois cultivares de citros. A parcela experimental foi constituída por uma planta, perfazendo um total de 32 plantas.

O potencial hídrico foliar, nos três 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 a bomba de Scholander, modelo ‘Soilmoisture 3000’, sendo leituras expressas em MPa.

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 ao número de 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), de acordo com a Figura 1.



Figura 1 – Tipos de brotações emitidas pelas plantas de citros durante o florescimento.

Os resultados foram expressos na forma de número de brotos e flores por 100 nós, com o objetivo de compensar as possíveis diferenças de tamanho das plantas.

Os dados obtidos nos três experimentos foram analisados por meio de análise de variância. Independentemente de a interação ser ou não significativa, optou-se pelo seu desdobramento, no sentido de estudar os efeitos dos níveis de estresse hídrico nos dois cultivares ('Poncã' e 'Tahiti').

Foram também realizadas análises de regressão dos resultados utilizando os níveis de estresse como variável independente e como variáveis dependentes, as características avaliadas. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste 't' a 5% de probabilidade. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi calculado pela razão entre a soma dos quadrados da regressão e a soma de quadrados de tratamentos.

Com relação aos dois ambientes estudados, no segundo experimento eles foram avaliados separadamente, por terem apresentado resultados distintos em relação ao número de flores e tipos de inflorescências emitidas.

### **3. RESULTADOS**

#### **Experimento I**

Os tratamentos com estresse hídrico não proporcionaram efeito favorável ao florescimento da tangerineira 'Poncã' e da limeira 'Tahiti'.

O estresse hídrico promoveu aumento no número de brotações vegetativas emitidas a partir dos 20,76 dias de estresse nas plantas de tangerina 'Poncã' (Figura 2a). Quanto ao 'Tahiti', o acréscimo no número de brotações emitidas foi estimado após os 26,2 dias de estresse (Figura 2c). O potencial hídrico foliar decresceu, linearmente, com o aumento dos períodos de estresse hídrico. Na tangerineira 'Poncã', o decréscimo foi de 124,75% a cada cinco dias de estresse (Figura 2b). Nas plantas de 'Tahiti', a redução foi na ordem de 96,44% (Figura 2d) para cada cinco dias de estresse hídrico.

A tangerineira 'Poncã' e a limeira 'Tahiti' apresentaram tendências semelhantes de redução do potencial hídrico foliar, entretanto a redução foi mais acentuada na 'Poncã', nos períodos de 15 e 35 dias de estresse (Tabela 1).

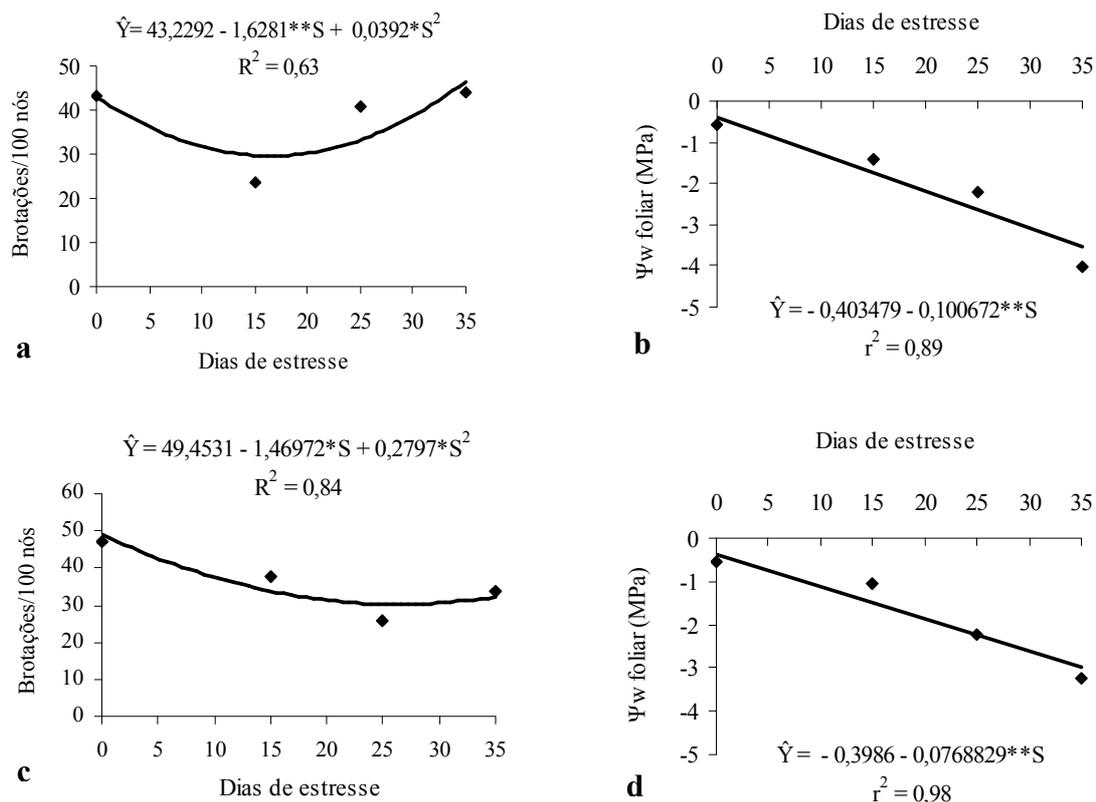


Figura 2 – Estimativa do número de brotações e do potencial hídrico foliar e em tangerineira ‘Poncã’ (a; b) e limeira ácida ‘Tahiti’ (c; d), em função dos dias de estresse.

Tabela 1 – Valores médios do potencial hídrico foliar ( $\Psi_{wF}$ ) e do número de brotações vegetativas (NB) em tangerineiras ‘Poncã’ e limeiras ácidas ‘Tahiti’, em função dos dias de estresse

Estresse (dias)	$\Psi_{wF}$ (MPa)		NB/100 Nós	
	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’
0	- 0,59a	- 0,55a	43,20a	47, 07a
15	- 1,41b	- 1,01a	23,54b	37,52a
25	- 2,23a	- 2,21a	40,64a	25,73b
35	- 4,01b	- 3,22a	43,89a	33,85a

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas, em cada variável, não diferem entre si, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em relação ao número de brotações vegetativas emitidas, após a irrigação das plantas (Tabela 1) observou-se que as plantas de ‘Poncã’, quando submetidas a 15 dias de estresse, emitiram menor número de brotações vegetativas em relação às plantas ‘Tahiti’, enquanto no ‘Tahiti’ menor número de brotações vegetativas foi constatado nas plantas submetidas a 25 dias de estresse.

## **Experimento II**

Nas condições do presente experimento não houve florescimento das plantas conduzidas na câmara de crescimento, pois apenas as plantas que foram conduzidas na casa de vegetação floresceram.

O aumento do estresse hídrico promoveu decréscimo linear no potencial hídrico foliar nos dois ambientes. Na câmara de crescimento, a tangerineira ‘Poncã’ e a limeira ‘Tahiti’ apresentaram reduções na ordem de 104,86 e 129,44%, respectivamente, a cada 10 dias de estresse hídrico (Figura 3a). Na casa de vegetação, a redução do potencial hídrico foliar foi de 139,72% na tangerineira ‘Poncã’ e 142,21% na limeira ‘Tahiti’, a cada 10 dias de estresse (Figura 3c). Não houve efeito dos dias de estresse no número de brotações emitidas tanto nas plantas de ‘Poncã’ quanto nas de ‘Tahiti’, quando conduzidas na câmara de crescimento (Figura 3b) e na casa de vegetação (Figura 3d).

O potencial hídrico foliar e o número de brotações emitidas pelas plantas de tangerina ‘Poncã’ não diferiram das plantas de limeira ‘Tahiti’ em nenhum dos tempos e ambientes (Tabela 2). Entretanto, aos 40 dias de estresse verificou-se que as plantas que foram conduzidas na câmara emitiram menor número de brotações em relação às plantas da casa de vegetação, enquanto no potencial hídrico foliar ocorreu o mesmo comportamento nos períodos de 20 e 40 dias de estresse.

## **Avaliações do florescimento das plantas conduzidas na casa de vegetação**

O número de flores emitido aumentou com o incremento do estresse hídrico aplicado, tanto nas plantas de ‘Poncã’ quanto nas de ‘Tahiti’. Esse acréscimo foi observado nas plantas de ‘Poncã’ a partir dos 20,47 dias de estresse, enquanto no ‘Tahiti’ esse comportamento foi observado a partir dos 16,02 dias de estresse hídrico (Figura 4a).

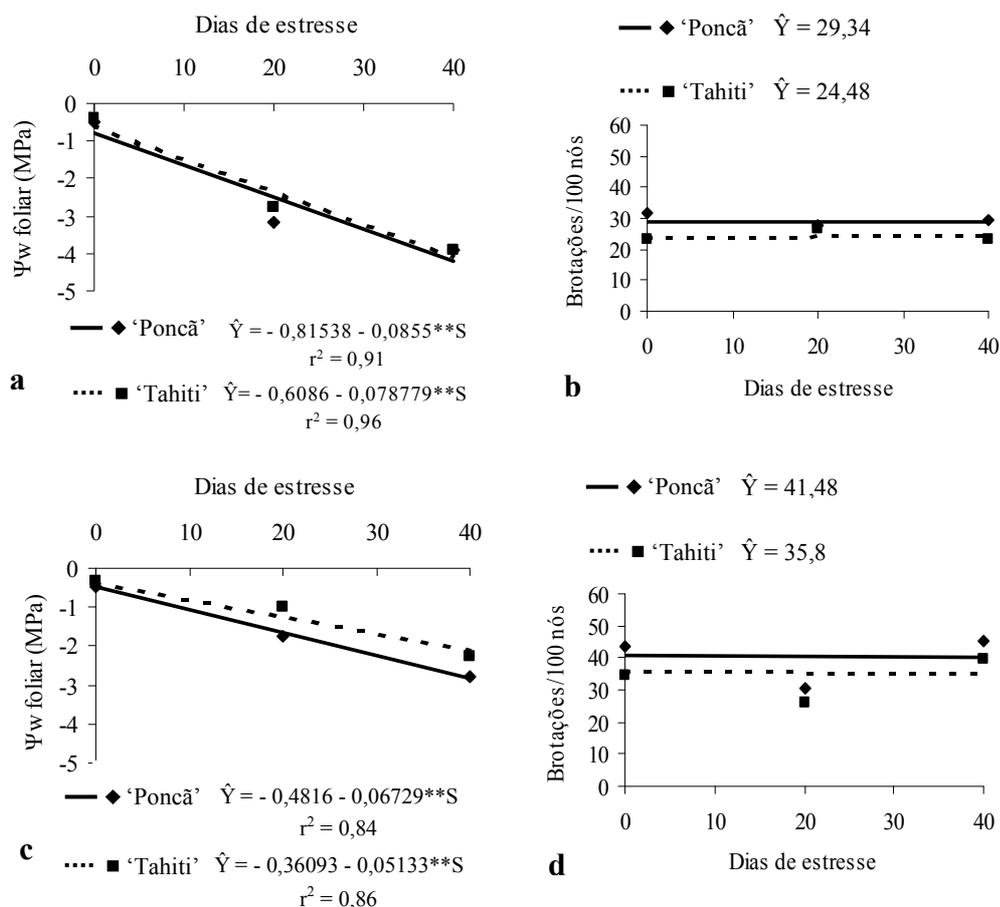


Figura 3 – Estimativa do potencial hídrico foliar e do número de brotações em tangerineira ‘Poncã’ e limeira ácida ‘Tahiti’, conduzidas em câmara de crescimento (a, b) e em casa de vegetação (c; d), em função dos períodos de estresse.

Tabela 2 – Valores médios do potencial hídrico foliar e do número de brotações emitidas em tangerineiras ‘Poncã’ e limeiras ácidas ‘Tahiti’, conduzidas em dois ambientes, câmara de crescimento (CC) e casa de vegetação (CV)

Cultivar	0		20		40	
	CC	CV	CC	CV	CC	CV
Nº de Brotações/100 Nós						
‘Poncã’	31,68 Ab	43,34 Aa	27,89 Aa	30,38 Aa	28,48 Ab	50,74 Aa
‘Tahiti’	22,96 Ab	34,51 Aa	26,80 Aa	26,11 Aa	23,08 Ab	46,78 Aa
$\Psi_w F$ (MPa)						
‘Poncã’	-0,49 Aa	-0,47 Aa	-3,16 Ab	-1,76 Aa	-3,92 Ab	-2,76 Aa
‘Tahiti’	-0,40 Aa	-0,35 Aa	-2,76 Ab	-1,00 Aa	-3,91 Ab	-2,27Aa

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada tempo e variável, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O número de brotações floríferas emitidas pelas plantas de ‘Poncã’ aumentou linearmente com o incremento do estresse hídrico submetido, enquanto no ‘Tahiti’ foi observado aumento a partir dos 12,37 dias de estresse hídrico (Figura 4b). Não se verificou influência dos períodos de estresse sobre as brotações mistas e vegetativas emitidas em ambos os cultivares (Figura 4c d).

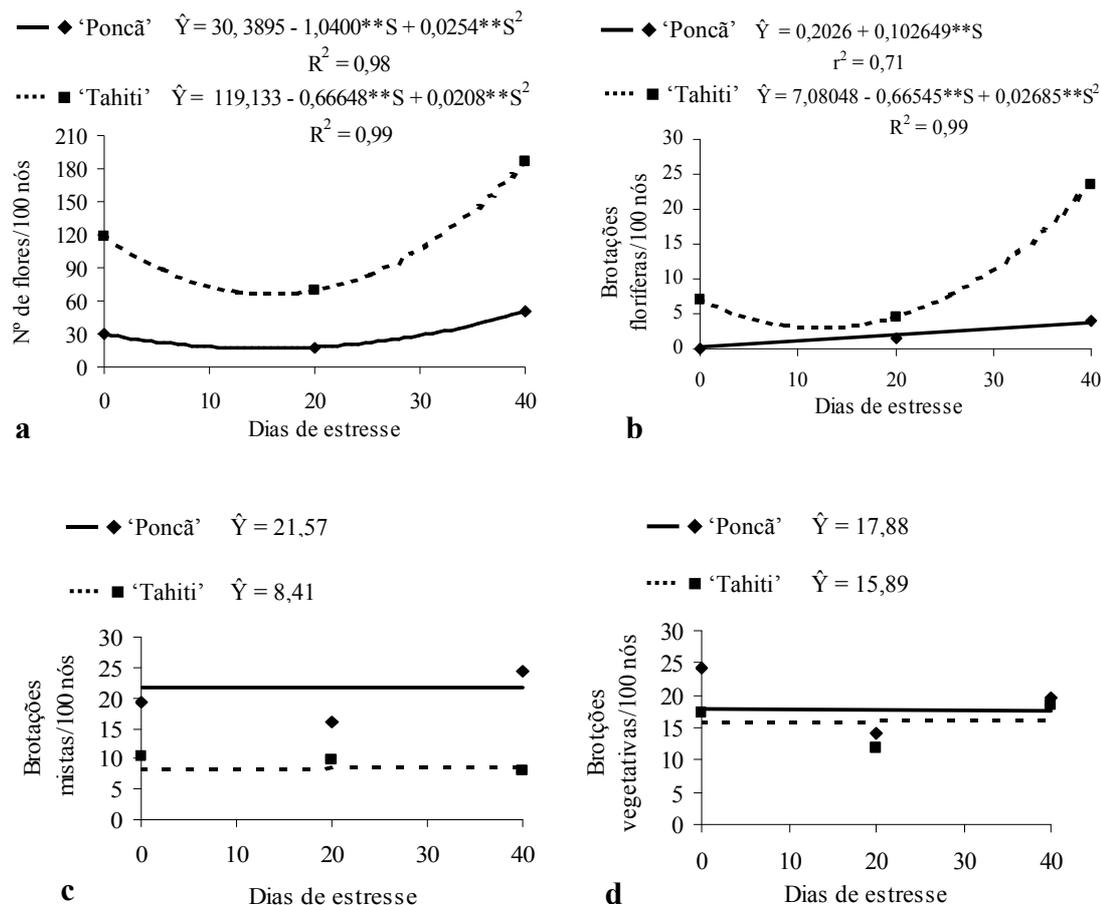


Figura 4 – Estimativas do número de flores (a), brotações floríferas (b), brotações mistas (c) e vegetativas (d) em plantas de tangerineiras ‘Poncã’ e limeira ácida ‘Tahiti’, conduzidas na casa de vegetação, em função dos dias de estresse.

A tangerineira ‘Poncã’ apresentou menor número de brotações floríferas e de flores emitidas, em comparação com a limeira ‘Tahiti’ (Tabela 3). Porém, emitiu maior número de brotações mistas, com uma flor terminal e várias folhas. Não houve diferenças no número de brotações vegetativas entre os cultivares.

As diferenças em relação aos tipos de brotações emitidas entre os cultivares evidenciam que menor número de flores avaliadas na tangerineira ‘Poncã’ em relação à limeira ‘Tahiti’ deve-se ao fato de que as brotações emitidas que prevalecem no cultivar ‘Poncã’ são as mistas (Tabela 3), geralmente caracterizadas pela presença de apenas uma flor terminal e várias folhas. Já, no ‘Tahiti’, as brotações emitidas são caracterizadas pela presença de várias flores, tanto as floríferas quanto às mistas, o que resultou no maior número de flores avaliado nesse cultivar, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Médias do número de brotações floríferas, mistas e vegetativas e de flores, avaliadas em plantas de tangerineira ‘Poncã’ e limeira ácida ‘Tahiti’ conduzidas na casa de vegetação e submetidas a três períodos de estresse

Dias de Estresse	Brotações Floríferas/100 Nós		Brotações Mistas/100 Nós	
	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’
0	0,0 b	7,1 a	19,04 a	10,52 b
20	1,4 a	4,5 a	13,95 a	9,68 b
40	4,1 b	23,4 a	31,38 a	5,04 b

Dias de Estresse	Brotações Vegetativas/100 Nós		Flores/100 Nós	
	0	24,30 a	17,43 a	30,39 b
20	14,11 a	11,89 a	18,87 b	69,37 a
40	15,25 a	18,37 a	40,31 b	186,02 a

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas, para cada variável, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### Experimento III

No terceiro experimento, ao final do período de avaliação observou-se que o estresse hídrico não promoveu o florescimento, tanto nas tangerineiras ‘Poncã’ quanto nas limeiras ‘Tahiti’.

De forma similar aos resultados obtidos nos experimentos anteriores, o estresse hídrico causou redução linear no potencial hídrico foliar, sendo em torno de 99,37% nas

plantas de ‘Poncã’ e de 69,78% nas plantas de ‘Tahiti’ a cada cinco dias de estresse hídrico (Figura 5a).

O número de brotações emitidas pelas plantas de ‘Poncã’ apresentou comportamento quadrático, sendo o maior número de brotações de 49,50, estimado aos 21,28 dias de estresse (Figura 5b). Entretanto, as brotações emitidas pelas plantas de ‘Tahiti’ aumentaram linearmente com o incremento dos períodos de estresse, e o acréscimo do número de brotações vegetativas emitidas foi de 58,56% nas plantas submetidas a 35 dias de estresse hídrico em relação às testemunha.

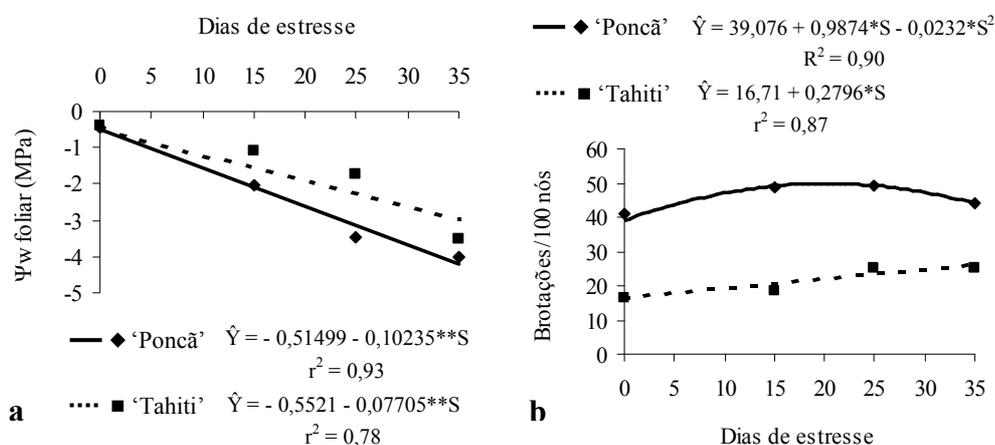


Figura 5 – Número de brotações vegetativas e potencial hídrico foliar em tangerineiras ‘Poncã’ e limeiras ácidas ‘Tahiti’, em função dos dias de estresse.

No final dos períodos de estresse hídrico ocorreu redução do potencial hídrico foliar em ambos os cultivares. Entretanto, a limeira ‘Tahiti’ manteve seu potencial hídrico foliar mais alto que a tangerineira ‘Poncã’ sob as mesmas condições (Tabela 4). O número de brotações vegetativas emitidas pelas plantas de ‘Poncã’ foi maior que o das plantas de ‘Tahiti’ em todos os períodos de estresse (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios do potencial hídrico foliar e do número de brotações em tangerineira ‘Poncã’ e limeira ácida ‘Tahiti’ conduzidas em câmara de crescimento e submetidas a estresse hídrico

Dias de Estresse	$\Psi_w F$ (MPa)		Brotações/100 Nós	
	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’
0	- 0,46 a	- 0,39 a	41,44 a	16,57 b
15	- 2,04 b	- 1,08 a	48,41 a	18,66 b
25	- 3,46 b	- 1,74 a	49,46 a	25,19 b
35	- 4,00 b	- 3,52 a	46,92 a	25,24 b

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas, para cada variável, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos experimentos I, II, e III, em relação à ausência de florescimento nas plantas conduzidas na câmara de crescimento após a aplicação do estresse hídrico, diferem dos encontrados na literatura, em que a supressão da irrigação durante um período entre 30 e 45 dias induz à floração (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996).

A indução do florescimento em citros, com duas semanas de imposição do estresse hídrico, também foi reportado por Nir et al. (1972) e 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 aumentam com o tempo de duração do estresse, sendo os maiores valores obtidos após cinco semanas de estresse.

Essa diferença em relação à ausência de florescimento nas plantas pode ser atribuída ao estágio fenológico das plantas na época em que foram submetidas ao estresse hídrico ou, mesmo, à duração do estresse, visto que os níveis de estresse alcançados foram severos, próximos de -4,0 MPa e -3,5 MPa, respectivamente, na tangerineira ‘Poncã’ e limeira ‘Tahiti’ (Figuras 2, 3 e 5). Entretanto, níveis moderados de estresse podem induzir o florescimento em períodos de tempo relativamente curtos,

sendo a resposta indutiva mais efetiva quando esse tempo é estendido (SOUTHWICK; DAVENPORT, 1986).

O efeito do estresse é variável não só em função da espécie ou variedade, mas também do tempo transcorrido desde a sua aplicação e época em que as plantas são submetidas ao estresse. A relação entre a intensidade e a duração do déficit hídrico e a intensidade de floração é aparentemente quantitativa, diminuindo a latência das gemas e, ou, induzindo a floração (BORROTO; RODRIGUEZ, 1977; SOUTHWICK; DAVENPORT, 1986).

Outro aspecto a ser considerado é a sensibilidade das gemas em relação à época em que são induzidas ao florescimento, sendo a dormência das gemas variável em função dos fatores intrínsecos relacionados com a época.

García-Luis et al. (1992) observaram que as gemas floríferas de citros possuem dormência mais profunda que as gemas vegetativas e que, dependendo da época, pode haver aumento na dormência das gemas. Assim, possivelmente um tempo maior sob estresse é necessário para quebrar essa dormência.

Provavelmente, a ausência de florescimento, mesmo tendo sido alterada a época de indução floral das plantas, de fevereiro a junho de 2003, junho a agosto de 2003 e fevereiro a junho de 2004, pode ter considerado, além dos fatores que já foram atribuídos, as condições da câmara de crescimento. O FFF se encontrava em torno de  $170 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e, embora estivesse acima do ponto de compensação de luz 14 ( $\mu\text{mol de quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), pode ter afetado a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a floração.

O FFF influencia a taxa fotossintética, sendo o ponto de saturação entre 600 e  $700 \mu\text{mol de quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , em laranja; nessa faixa, a fotossíntese mantém-se praticamente constante, limitada pela disponibilidade de  $\text{CO}_2$  (SYVERTSEN, 1984; HABERMANN et al., 2003).

Esses resultados indicam que, além do estresse hídrico, outros fatores podem exercer influência sobre o processo de florescimento, pois apenas o estresse hídrico nas condições da câmara de crescimento em que foram realizados os três experimentos não foi suficiente para induzir o florescimento das plantas.

As respostas variadas encontradas na literatura associadas ao não-florescimento das plantas apontam que nem sempre os diversos fatores que interagem com os considerados indutores do florescimento em citros são identificáveis, dificultando a interpretação dos resultados.

As condições em que foram realizados os experimentos provavelmente não favoreceram os estímulos indutivos necessários para que ocorresse o florescimento das plantas. Os citros, para florescerem, necessitam de um período de repouso, o qual é caracterizado pela ausência ou baixo crescimento vegetativo e acúmulo de reservas nos tecidos, principalmente carboidratos (DAVIES; ALBRIGO, 1994).

Doorenbos e Kassam (1979) relataram que a limeira ácida necessita de um período de repouso de dois meses de duração, induzido por baixas temperaturas ou por estresse hídrico.

Nos três experimentos, as plantas submetidas a estresse hídrico apresentaram potenciais hídricos menores do que as do controle. 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). Entretanto, a limeira ‘Tahiti’ manteve seu potencial hídrico foliar mais alto que a tangerineira ‘Poncã’ sob as mesmas condições (Tabelas 1 e 5).

Esse fato indica que as respostas das plantas de citros, sob condições indutivas e mediante a aplicação do estresse hídrico, podem ser variáveis devido, em parte, aos fatores concernentes às características próprias da espécie, à duração, à intensidade e à interação destes com a espécie.

Com base nos resultados apresentados no segundo experimento das plantas conduzidas na casa de vegetação, constatou-se que houve efeito da aplicação de estresse hídrico sobre o florescimento da tangerineira ‘Poncã’ e da limeira ‘Tahiti’ (Figura 4).

O florescimento das plantas da casa de vegetação pode ser atribuído às condições de temperatura. Além do estresse hídrico, as plantas ficaram sujeitas ao estresse térmico, durante o período de indução em que as temperaturas mínimas médias foram de 9,9 °C. Tal fato pode ter favorecido o florescimento das plantas, pois, na mesma época, os períodos de estresse hídrico impostos às plantas da câmara de crescimento não favoreceram o florescimento das plantas.

Vários trabalhos já demonstraram a influência de temperaturas baixas sobre o florescimento dos citros (MOSS, 1969; POERWANTO; INOUE, 1990; GARCIA-LUIS et al., 1992). Segundo Moss (1969), as temperaturas do ar promotoras da floração oscilam entre 13 e 15 °C dia/10 e 13 °C noite. Davenport (1990) citou que a temperatura máxima limite para promover a floração deve estar em torno de 19 °C, embora ainda não tenha sido bem definida.

O aumento do número de flores emitidas pelas plantas conduzidas em casa de vegetação (Figura 4) e a diferença em relação aos dias de estresse hídrico entre os cultivares podem servir como indicação para a realização de trabalhos futuros em condições de campo.

## 5. CONCLUSÕES

1. O estresse hídrico não induziu o florescimento da tangerineira 'Poncã' e da limeira ácida 'Tahiti' nas condições da câmara de crescimento.
2. A aplicação do estresse hídrico, durante os meses de junho a agosto de 2003, favoreceu o florescimento na tangerineira 'Poncã' e na limeira ácida 'Tahiti' conduzidas em casa de vegetação.
3. O potencial hídrico foliar reduziu-se com o aumento do estresse hídrico submetido à tangerineira 'Poncã' e à limeira ácida 'Tahiti', entretanto pode variar em função dos cultivares, observando-se os maiores valores na limeira 'Tahiti'.

## 6. REFERÊNCIAS

AGUSTÍ, M. **Citricultura**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 2000. 415 p.

BERNIER, G. The control of floral evocation and morphogenesis. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Mineápolis, v. 39, p. 175-219, 1988.

BORROTO, C. G.; RODRIGUEZ, A. M. Influencia del stress sobre la floración y frutificación de los naranjos "Valencia" (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 3, p. 1069-1073, 1977.

CASSIN, J. et al. The influence of climate upon the blooming of *citrus* in tropical areas. **Proc. 1<sup>st</sup>. Int Citrus Symp.**, v. 1, p. 315-323, 1969.

DAVENPORT, T. L. Citrus flowering. **Horticultural Reviews**, New York, v. 12, p. 349-408, 1990.

DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. **Crop production science in horticulture 2: citrus**. Wallingford: CAB International, 1994. 254 p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 306 p. (Irrigation and Drainage, 33).

EL-OTMANI, M. et al. Plant growth regulators in citriculture: Factors regulating endogenous leaves in *Citrus* tissue. **Critical Reviews in plants Sciences**, v. 14, p. 367-412, 1995.

GARCÍA-LUIS, A. et al. 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.; MONSELISE, S. P. Hormonal control of flowering in citrus trees and other woody perennials. In: CARR, D. J. (Ed.). **Plant growth substances**. Springer: Heidelberg, 1972. p. 758-766.

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. et al. Gas exchange rates at different vapor pressure deficits and water relations of 'Pera' sweet orange plants with citrus variegated chlorosis (CVC). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 98, p. 233-245, 2003.

HOAD, G. V. Transport of hormones in the phloem of higher plants. **Plant Growth Regulation**, Springer New York, v. 16, p. 173-182, 1995.

JACKSON, M. B. Are plants hormones involved in root to shoot communication? In: CALLOW, J. A. (Ed.). **Advanced in Botanical Research**. [S.l.]: Academic Press, 1993. v. 19, p. 103-187.

KANDUSER, M. **Control ambiental y regulación endógena de la inducción floral en mandarino Satsuma (*Citrus unshiu* Marc.)**. Valencia: Departamento de Biología Vegetal, 1997. 199 f. (Tesis Doctoral) – Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

KRAJEWSKI, A. J.; RABE, E. Citrus flowering: A critical evaluation. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 70, n. 3, p. 357-374, 1995.

LIMA, J. E. O. Florescimento e frutificação em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 2, n.10, p.523-530, 1989.

LOVATT, C. J. **The role of nitrogen in *Citrus* flowering and fruit set**. Conference: The University Cooperative Extension Class, 1990.

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**. [S.l.: s.n.], 1985. v. 2, p. 275-294.

MONSELISE, S. P.; GOREN, R. The role of internal factors and exogenous controls in flowering, peel growth, and abscission in citrus. **HortScience**, Alexandria, v. 13, p. 134-139, 1978.

MONSELISE, S. P.; HALEVY, A. H. Chemical inhibition and promotion of citrus flower bund induction. **Proceeding of American society for Horticultural Science**, v. 84, p. 141-145, 1964.

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.

NIR, I.; GOREN, R.; LESHEM, B. Effects of water stress, gibberelic acid and 2-chloroethyltrimethyl-ammonium chloride (CCC) on flower differentiation in 'Eureka' lemon trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Michigan, v. 97, p. 774-778, 1972.

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.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. Wadsworth, California, 1991. 682 p.

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.

SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. Reproductive physiology: flowering and fruiting. In: \_\_\_\_\_. **Biology of citrus**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. p. 70-125.

SYVERTSEN, J. P. Light acclimation in citrus leaves. II. CO<sub>2</sub> assimilation and light, water, and nitrogen use efficiency. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Michigan, v. 109, p. 812-817, 1984.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 719 p.

# FLORESCIMENTO DE LIMEIRAS ÁCIDAS ‘TAHITI’ TRATADAS COM PACLOBUTRAZOL

## RESUMO

O paclobutrazol (PBZ) é um retardante sintético do crescimento vegetal que inibe a biossíntese de giberelinas, as quais atuam reduzindo a floração em citros. Portanto, a aplicação de um inibidor como o PBZ poderá induzir o florescimento. Inicialmente, avaliou-se o efeito do PBZ sobre o florescimento da limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka), quando aplicado em plantas sob duas condições de temperatura. As plantas foram enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) e cultivadas em vasos de cinco litros. O trabalho foi conduzido em câmara de crescimento (CC) com temperatura controlada (28 °C dia/18 °C noite) e fotoperíodo de 16 horas de luz, com fluxo de fótons fotossintético (FFF) de aproximadamente 170  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . As plantas foram dispostas em esquema fatorial 4 x 2, usando-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores foram quatro doses de PBZ (0, 400, 800 e 1.200 mg planta<sup>-1</sup>) e duas condições de temperaturas. Avaliaram-se o número de brotações, de flores e de frutos e os tipos de inflorescências por planta. Posteriormente, estudou-se o efeito do PBZ sobre o florescimento da limeira ácida ‘Tahiti’ quando aplicado em plantas induzidas e não-induzidas ao florescimento, mediante a aplicação de estresse hídrico. Utilizou-se um esquema fatorial 4 x 2, num delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores foram quatro doses de PBZ (0, 400, 800 e 1.200 mg planta<sup>-1</sup>) e dois níveis de estresse (com e sem estresse). As plantas foram conduzidas em CC, onde permaneceram por seis meses sob temperatura controlada (28 °C dia/18 °C noite) e FFF de 170  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Após, foram transferidas para as condições naturais, com temperaturas médias variando de 28,41 °C (máxima) e 21 °C (mínima) e FFF médio de 327 a 850  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Foi avaliado o número de brotações e de flores, bem como os tipos de inflorescências, de frutos por planta, e a intensidade da cor verde (Unidade SPAD). As doses do PBZ aplicadas ao substrato aumentaram o número de flores da limeira ácida ‘Tahiti’ nas plantas nas provenientes da casa de vegetação, nas plantas que foram irrigadas e naquelas submetidas a estresse hídrico em 170,2%, 137,5% e 371,3%, respectivamente, em comparação com o número de flores emitidas pelas plantas-testemunha. A aplicação do

PBZ aumentou o número de brotações total e de frutos nas plantas provenientes da casa de vegetação, nas plantas que foram irrigadas e naquelas plantas submetidas a estresse hídrico, ocorrendo nas plantas irrigadas e submetidas ao estresse redução das brotações vegetativas. O PBZ promoveu aumento de todos os tipos de inflorescências emitidas e da intensidade das unidades SPAD nas folhas dos brotos novos e maduros das plantas que foram irrigadas e submetidas a estresse hídrico.

## 1. INTRODUÇÃO

O controle da floração dos citros com aplicações exógenas de fitoreguladores têm sido objeto de inúmeros trabalhos (GOLDSCHMIDT; GOREN, 1997; MONSELISE, 1985; DAVENPORT, 1990; KRAJEWSKI; RABE, 1995; SANCHES, 2000).

Vários fitoreguladores podem ser usados, entre eles o PBZ e o UNI (uniconazol) são os produtos mais efetivos na redução do crescimento de plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas (FLETCHER et al., 2000).

Atuam interferindo nos três primeiros passos da rota de oxidação do kaurene, impedindo a formação de ent kaurenol, ent kaurenal e ácido ent kaurenóico. Essas reações são catalisadas pela enzima kaurene oxidase, que é inibida pela ação dos triazóis (GRAEBE, 1987; RADEMACHER, 1997).

O paclobutrazol [(2RS, 3RS) -1- (4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1h-1,2,4-triazol- 1-yl) pentan-3-ol], cujo modo de ação é a inibição da síntese da giberelina, pode reduzir o vigor de plantas (RADEMACHER, 2000), a partir de pulverizações foliares (INTRIERI et al., 1986), pincelamento no caule (WAMPLE et al., 1987) e aplicações via solo (REYNOLDS; WARDLE, 1990).

As giberelinas endógenas exercem papel fundamental na indução do florescimento das plantas cítricas, inibindo-o. Assim, o florescimento ocorre quando condições ambientais inadequadas ao crescimento das plantas (baixas temperaturas ou estresse hídrico) interrompem o crescimento das raízes e, conseqüentemente, a síntese de giberelinas. Dessa forma, o florescimento das plantas teria um “controle negativo”,

ou seja, as plantas estariam constantemente inibidas a florescer por níveis endógenos elevados de giberelinas (GOLDSCHMIDT et al., 1985).

Existem, porém, evidências que contrariam essa hipótese. Se as gemas axilares são continuamente induzidas ao florescimento, sendo este reprimido pelas giberelinas endógenas em períodos de crescimento ativo das plantas, então a aplicação de fitorreguladores deveria ser capaz de promover o florescimento em qualquer época do ano, fato que não está comprovado até o momento (DAVENPORT, 1990).

O PBZ é usado em citros com o propósito de regular a produção, com a redução do crescimento e o aumento da floração (EL-OTMANI et al., 2000).

A efetividade do PBZ na promoção do florescimento dos citros foi demonstrada em diversas variedades e espécies, entre elas a limeira ácida ‘West Indian’ (*Citrus aurantifolia*) (SNOWBALL et al., 1994); cunquateiros (*Fortunella crassifolia*) (IWAHORI; TOMINAGA, 1986; SNOWBALL et al., 1994); tangerineira ‘Satsuma’ (*Citrus unshiu*) (OGATA et al., 1995; OKUDA et al., 1996; YAMASHITA et al., 1997); limeira da ‘Pérsia’ (*Citrus latifolia*) (DELGADO et al., 1995); limoeiro ‘Eureka’ (*Citrus limon*) (HARTY; VAN STADEN, 1988); e laranja ‘Valencia’ (*Citrus sinensis*) (DELGADO et al., 1986; ACOSTA et al., 1994).

Parecem, entretanto, existir diferenças entre variedades na efetividade dos fitorreguladores, pois Davenport (1986; 1987) não conseguiu obter florescimento da limeira ácida Tahti (*Citrus latifolia*), aplicando PBZ e UNI, em experimentos em campo e em casa de vegetação, via solo e pulverização foliar. Snowball et al. (1994) também não observaram florescimento no pomeleiro ‘Marsh seedless’ (*Citrus paradisi*), com a aplicação de paclobutrazol, enquanto a limeira ácida ‘West Indian’ e o cunquateiro ‘Meiwa’ floresceram abundantemente nas mesmas condições.

Em cunquateiros ‘Meiwa’ pulverizados com paclobutrazol, o número de flores por planta foi de 1.127, enquanto as plantas-testemunha produziram 25 flores. Ainda, o número de brotos por planta não foi alterado com a aplicação do produto, indicando que houve aumento no número de flores por broto (IWAHORI; TOMINAGA, 1986).

Os fitorreguladores também apresentam efeito na retenção dos frutos na planta, após a aplicação. O PBZ e o UNI aumentaram a porcentagem de frutos pequenos de pomelos ‘Rio Red’ (*Citrus paradisi*) (FUCIK; SWIETLIK, 1990).

A produtividade das plantas também parece ser influenciada pelo paclobutrazol. Em trabalho realizado em Cuba, observou-se que a aplicação do paclobutrazol em limeira ‘Persa’ aumentou a produtividade em 14,1 toneladas por hectare. Porém, houve

redução no tamanho dos frutos, resultando em menor porcentagem de frutos adequados ao consumo como fruta fresca, embora tenha havido um aumento final de 8,3 toneladas por hectare de frutos aptos a serem comercializados (DELGADO et al., 1995).

Há evidências de que o paclobutrazol atua também em outras características das plantas de citros. Delgado et al. (1995) constataram aumento nos teores de clorofila das folhas. As alterações produzidas na anatomia destas resultam em mudanças de características fotossintéticas, como o aumento da intensidade da cor verde (KASELE et al., 1995).

Outros fatores que influenciam a atuação do PBZ são as concentrações utilizadas, o número de aplicações, o local de aplicação (solo ou foliar) e a época de aplicação.

Quanto às concentrações, as aplicações foliares de 100 a 1.000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ foram efetivas em promover a indução floral de tangerineira ‘Satsuma’. Três pulverizações, realizadas, consecutivamente, no início de janeiro, final de janeiro e fevereiro, foram mais efetivas em promover florescimento. Entretanto, duas aplicações foram suficientes para se obterem resultados significativos (OGATA et al., 1995). Iwahori e Tominaga (1986) utilizaram 1.000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ em pulverização foliar, enquanto Mataa et al. (1998), 840 mg L<sup>-1</sup> de PBZ em tangerina ‘Poncã’.

Quando aplicado no solo, as concentrações testadas variam de 100 a 3.000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, apresentando resultados variáveis, de acordo com as concentrações utilizadas (SNOWBALL et al., 1994; OKUDA et al. (1996); YAMASHITA et al., 1997; MATAA et al., 1998). A resposta no aumento de produção de laranja Valência, em Cuba, está diretamente relacionada à quantidade de paclobutrazol aplicada (250, 500 e 1.000 mg planta<sup>-1</sup>) (DELGADO et al., 1986).

A época de aplicação do paclobutrazol é fundamental para que o produto possa atuar no florescimento dos citros. Iwahori e Tominaga (1986) consideraram que o paclobutrazol aplicado imediatamente antes da brotação das plantas (abril) atua na indução do florescimento e não apenas acelerando o desenvolvimento das gemas já diferenciadas.

Alguns autores têm recomendado que o paclobutrazol seja aplicado no solo para evitar problemas de baixa absorção foliar, podendo ser mais efetivo no florescimento das plantas (BARRET; BARTUSKA, 1982; DAVIES et al., 1988).

A aplicação foliar pode resultar em desuniformidade no tamanho das plantas, se não for bem realizada, sendo necessário utilizar elevados volumes da solução, para que

haja total cobertura das plantas. No caso de aplicação no solo, deve-se empregar um volume suficiente de solução para molhar bem (BARRET et al., 1994).

A elevada estabilidade do paclobutrazol no solo e o baixo metabolismo na planta são considerados problemas, pois podem contaminar o ambiente. Porém, existem poucas pesquisas sobre sua persistência na planta ou no solo e, por serem altamente efetivos como reguladores de crescimento, continuam a ser utilizados até que possam existir informações mais concretas sobre o assunto (FLETCHER et al., 2000).

Quanto à época de aplicação, não existem relatos sobre a efetividade do paclobutrazol em induzir o florescimento dos citros, quando aplicado em períodos em que as condições ambientais não são indutivas do florescimento (DAVENPORT, 1990).

Os fitorreguladores são promissores, visto que induziram o florescimento de diversas variedades de citros, em experimentos realizados em diversas condições (KRAJEWSKI; RABE, 1995). Entretanto, muitos fatores ainda não estão esclarecidos em relação à atuação do paclobutrazol sobre o florescimento das plantas de citros, como a época, as concentrações aplicadas e, principalmente, em relação às diferenças entre os cultivares.

O trabalho foi realizado com o objetivo de verificar os efeitos do paclobutrazol sobre o florescimento da limeira ácida ‘Tahiti’, quando aplicado em plantas induzidas e não-induzidas ao florescimento, mediante a aplicação do estresse hídrico.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento, no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa, no período de junho a dezembro de 2004. Utilizaram-se plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka), enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), cultivadas em vasos de cinco litros, contendo substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>. As plantas foram irrigadas de acordo com o estresse, ao qual foram submetidas e fertilizadas com solução de N, P, K e Mg mais micronutrientes aplicados ao substrato.

## Experimento I

As plantas foram dispostas em esquema fatorial 4 x 2, usando-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores foram quatro doses de paclobutrazol (0, 400, 800 e 1.200 mg planta<sup>-1</sup>) e duas condições de temperatura, em plantas provenientes de dois ambientes, câmara de crescimento e casa de vegetação.

Na câmara de crescimento, as plantas permaneceram por 120 dias sob temperatura de 25 °C dia/20 °C noite, as quais são consideradas temperaturas não-indutoras da floração, e FFF de 170  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Em seguida, foram levadas para a casa de vegetação, onde permaneceram por 15 dias.

As plantas provenientes da casa de vegetação, revestida com tela antivírus de 50 mesh transparente nas laterais e cobertura plástica, estavam sob condições de temperatura variando de 36 °C (médias das máximas) a 16 °C (média das mínimas). Nessa faixa, a temperatura mínima é considerada promotora da floração, sendo 19 °C a temperatura tida como máxima limite para promover a floração, de acordo com Davenport (1990), e FFF médio de 427  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  a 803  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , por um período de 40 dias.

Em seguida, o PBZ foi aplicado em dose única no substrato de cada planta, as quais foram transferidas para câmara de crescimento, sob temperaturas (28 °C dia/18 °C noite) e fotoperíodo de 16 horas de luz, com FFF de aproximadamente 170  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , em que foram mantidas por 50 dias e irrigadas diariamente.

Aproximadamente 15 dias após a aplicação do PBZ, as plantas começaram a brotar. Aos 30 dias após essa aplicação, quando as plantas provenientes da casa de vegetação se encontravam em pleno florescimento, foi avaliado o número de brotações e flores e, posteriormente, o número de frutos por planta. As brotações foram classificadas conforme os números de folhas e flores em vegetativas (só com folhas), floríferas multiflorais (com várias flores e sem folhas), mistas multiflorais (com várias flores e várias folhas), mistas uniflorais (com uma flor e várias folhas) e floríferas uniflorais (com uma flor e sem folhas) (GUARDIOLA et al., 1977), conforme mostrado na Figura 1.



Figura 1 – Tipos de brotações emitidas pelas plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ durante o florescimento.

Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão. Fez-se o desdobramento da interação, independentemente de ter sido significativa, no sentido de estudar os efeitos das concentrações de paclobutrazol nas plantas provenientes dos dois ambientes.

Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste ‘t’ a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o qual foi calculado pela razão entre a soma dos quadrados da regressão e a soma dos quadrados de tratamentos, e no potencial para explicar o fenômeno biológico.

## Experimento II

Aproximadamente 60 dias após a aplicação do PBZ (agosto/2004) foi avaliada a atuação do PBZ sobre o florescimento da limeira ‘Tahiti’, quando as plantas foram submetidas ou não ao estresse hídrico, utilizando-se as mesmas plantas do experimento anterior.

As plantas foram dispostas em esquema fatorial 4 x 2, dispostas no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores foram quatro doses de paclobutrazol (0, 400, 800 e 1.200 mg planta<sup>-1</sup>) e dois níveis de estresse (com e sem estresse).

As plantas foram submetidas a três períodos de estresse hídrico intermitente até atingir um potencial hídrico foliar de -2 MPa, quando voltaram a ser irrigadas. O potencial hídrico foi monitorado em folhas maduras, coletadas da parte mediana das

plantas. As determinações foram realizadas imediatamente após a remoção das folhas usando-se a bomba de Scholander, modelo 'Soilmoisture 3000, sendo as leituras expressas em MPa.

As plantas foram conduzidas em câmara de crescimento, durante todo o período de estresse, sob temperatura de 28 °C dia/18 °C noite e FFF de 170  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Aos 180 dias após de aplicação do PBZ (dezembro/2004), as plantas foram transferidas para as condições naturais com temperaturas variando de 28,41 °C (máxima) e 21 °C (mínima) e FFF médio de 327  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (às 10 h), atingindo valores máximos de 850  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (às 12 h), diminuindo no período da tarde e ficando em média 540  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (às 15 h). Esses valores constituíram a média obtida durante o período de avaliação (30 dias), ocorrendo durante esse período valores máximos de até 1.764,0  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Após o término das brotações foi avaliado o número de brotações, de flores, e de frutos por planta. As brotações foram classificadas conforme os números de folhas e flores contidos nos diversos tipos de brotos, de acordo com a Figura 1.

Os resultados foram expressos em número de brotos e flores por 100 nós, com o objetivo de compensar as possíveis diferenças de tamanho das plantas.

Para determinar a intensidade da cor verde, foi utilizado o Chlorophyll Meter SPAD-502, para estimar indiretamente a concentração da clorofila em unidades SPAD nas folhas intactas. As leituras foram realizadas, mensalmente, até o final dos períodos de estresse nas primeiras folhas basais de brotações maduras e terceira ou quarta folhas a partir do ápice dos novos surtos de crescimentos. Em cada planta foram avaliadas 10 folhas, sempre na mesma posição na folha, evitando-se nervuras e folhas com lesões.

As leituras efetuadas pelo medidor portátil de clorofila SPAD-502 emite luz na faixa de 650 a 940 nm, através da folha (MINOLTA, 1989). O comprimento de onda de 650 nm situa-se próximo ao dos dois comprimentos primários de onda associados à atividade da clorofila (645 e 663 nm). O comprimento de onda de 940 nm serve como referência interna para compensar diferenças na espessura da folha e no teor de água. O clorofilômetro mede a diferença de atenuação da luz entre 650 e 940 nm como um índice de intensidade de cor ou de concentração de clorofila (YADAVA, 1986).

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Fez-se o desdobramento da interação, independentemente de ter sido significativa, no sentido de estudar os efeitos das concentrações de paclobutrazol nas plantas provenientes dos dois ambientes.

Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste 't' a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o qual foi calculado pela razão entre a soma dos quadrados da regressão e a soma de quadrados de tratamentos, e no potencial para explicar o fenômeno biológico.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Experimento I

A aplicação do PBZ proporcionou efeito favorável ao florescimento da limeira ácida 'Tahiti', nas plantas provenientes da casa de vegetação, nos meses de junho e julho, 30 dias após a aplicação do PBZ. No entanto, as plantas provenientes da câmara de crescimento que estavam sob temperatura controlada (25 °C dia/20 °C noite) emitiram apenas brotações vegetativas (Figura 2).

Essa diferença pode ser atribuída às condições ambientais a que as plantas foram submetidas durante o tempo em que estavam na casa de vegetação, pois, além da aplicação do paclobutrazol, as plantas ficaram sujeitas ao estresse térmico, comum na época de inverno. A temperatura mínima média no mês de junho foi de 16 °C; conseqüentemente, essas baixas temperaturas podem ter induzido o florescimento das plantas.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por vários autores em relação à influência de baixas temperaturas sobre o florescimento dos citros em trabalhos desenvolvidos por Moss (1969), Southwick e Davenport (1986) e García-Luis et al. (1992), sendo de 19 °C a temperatura considerada limite para promover a floração (DAVENPORT, 1990).

O número de brotações emitido pelas plantas provenientes da casa de vegetação diferiu em relação ao emitido pelas plantas provenientes da câmara de crescimento nas respectivas doses (Tabela 1). Provavelmente, o maior número de brotos emitidos pelas plantas provenientes da casa de vegetação seja devido à eliminação da dormência das gemas quando submetidas a baixas temperaturas (DAVENPORT, 1990).

Tabela 1 – Médias do número de brotações (NB) emitidas pela limeira ácida ‘Tahiti’ proveniente de duas condições ambientais

Dose de PBZ (mg planta <sup>-1</sup> )	Câmara Crescimento	Casa de Vegetação
	----- NB/ 100 Nós -----	
0	4,91 b	24,24 a
400	15,74 b	42,58 a
800	24,65 b	58,63 a
1200	12,92 b	47,13 a

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas para cada variável não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Houve efeito do PBZ sobre o número de flores e frutos e no vingamento de frutos nas plantas provenientes da casa de vegetação (Figura 2). Foi verificado um comportamento quadrático no número de brotações, flores e frutos, com o aumento das doses aplicadas. Para o número de brotações (Figura 2a), os maiores valores estimados corresponderam às doses de 733,6 e 771,1 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, com 19,82 e 52,71 brotações por 100 nós, o que representou aumentos de 439,88 e 129,36% nas plantas provenientes da câmara e da casa de vegetação, respectivamente, em comparação com o número de flores emitidas pelas plantas-testemunha. O maior número de flores correspondeu à dose de 819,81 mg de PBZ planta<sup>-1</sup>, com 187,23 flores por 100 nós, sendo um acréscimo na ordem de 214,47% (Figura 2b). O vingamento de frutos teve aumento médio de 119,0% com a dose de 1.200 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ (Figura 2c). Quanto ao número de frutos (Figura 2d), o maior valor estimado foi de 42,73 frutos por 100 nós, alcançado com a dose de 853,18 mg de PBZ planta<sup>-1</sup>, sendo o acréscimo médio de 574,09%.

O efeito do paclobutrazol pode ser variável não apenas em função da espécie ou variedade, da concentração aplicada, mas também do tempo transcorrido desde a aplicação. Além disso, não está estabelecida em que etapa do processo a indução floral ocorre. Assim, a aplicação do paclobutrazol antes da floração pode aumentar o número de brotações floríferas e flores nas plantas já induzidas ao florescimento. Alguns trabalhos indicaram a capacidade das giberelinas de reverter o desenvolvimento de gemas florais a vegetativas, antes da diferenciação das sépalas, evidenciando que as transformações irreversíveis dos meristemas ocorrem tardiamente, no início da brotação (GUARDIOLA et al., 1982; LOVATT et al., 1984).

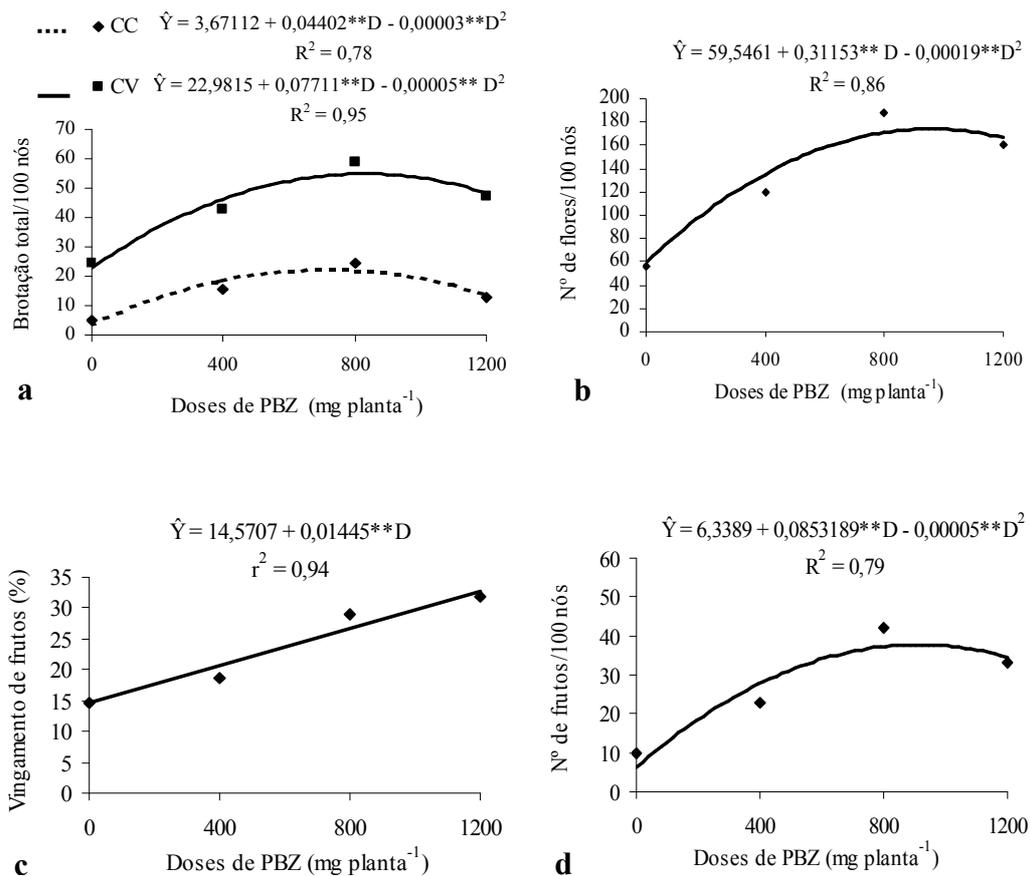


Figura 2 – Número de brotações (a), número de flores (b), vingamento de frutos (c) e número de frutos (d) avaliados em limeiras ácidas ‘Tahiti’ tratadas com PBZ.

Observou-se, de maneira geral, que visualmente as plantas tratadas com paclobutrazol apresentaram menor crescimento das brotações emitidas. Essas observações estão de acordo com as de Mehouchi et al. (1996) e de Fernandes (2004), que também verificaram que a aplicação do paclobutrazol reduziu a altura das plantas.

Com relação aos tipos de inflorescências formadas, verificou-se que as doses de paclobutrazol aplicadas influenciaram as inflorescências multiflorais com folhas, sendo o maior valor estimado para a dose de 887,0 mg planta<sup>-1</sup>, com 30,27 inflorescências por 100 nós (Figura 3d).

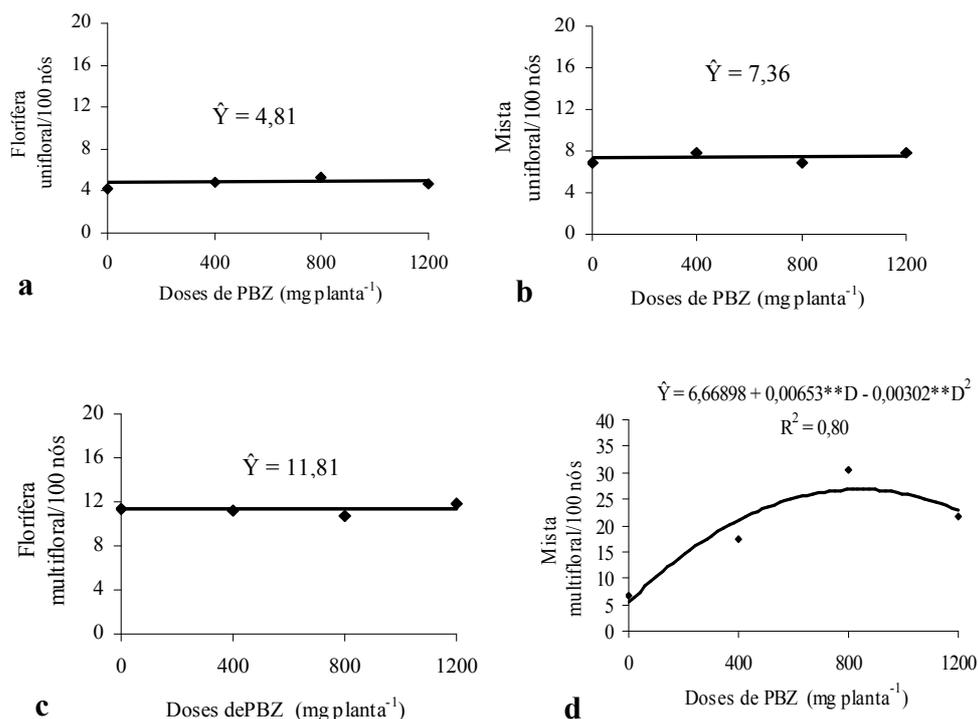


Figura 3 – Estimativas das inflorescências floríferas uniflorais (a), mistas uniflorais (b), floríferas multiflorais (c) e mistas multiflorais (d) em limeiras ácidas ‘Tahiti’, em função das doses do PBZ.

O tipo de inflorescência formada é importante, pois esta pode influenciar o peso, o tamanho e a qualidade dos frutos (IQBAL et al., 2004). Além disso, alguns autores relataram que as brotações com maior relação folha/fruto geralmente apresentam maiores vingamento, pegamento, retenção de frutos, taxa inicial de crescimento e tamanho final de frutos (ERNER; BRAVDO, 1983; ERNER; SHOMER, 1996; GUARDIOLA; GARCÍA-LUIS, 1998; TALON et al., 1998). Provavelmente, esses fatores ocorrem porque as inflorescências com folhas têm maior disponibilidade de carboidratos e melhor conexão vascular com o fruto, em decorrência da maior produção de fitorreguladores pelas folhas (DAVIES; ALBRIGO, 1994).

## Experimento II

Durante o período em que as plantas permaneceram na câmara de crescimento, após a aplicação dos períodos de estresse hídrico intermitente, o número de brotações e

flores emitidas não chegou a caracterizar uma florada abundante, tanto nas plantas que foram submetidas a estresse quanto nas irrigadas periodicamente.

Não houve efeito do PBZ sobre o número de brotações (Figura 4a) e o número de flores emitidas nas plantas que foram irrigadas (Figura 4b). Entretanto, as plantas que foram submetidas ao estresse hídrico apresentaram comportamento quadrático do número de flores com a aplicação do PBZ (Figura 4b), sendo o maior número de flores por 100 nós de 81,76, estimado com a dose de 713,75 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, o que correspondeu a um aumento de 59,71%.

As plantas que foram submetidas a estresse hídrico, ao final do período de estresse, emitiram maior número de brotações, flores e inflorescências (floríferas uniflorais, mistas uniflorais, floríferas multiflorais e mistas multiflorais) que as plantas que foram irrigadas periodicamente, com relação a todas as doses aplicadas (Tabela 2).

Segundo Goldschmidt et al. (1998), o efeito do paclobutrazol sobre o florescimento dos citros, quando aplicado sob condições não-indutivas, é bastante variável devido a aplicação, absorção do produto, doses e estágio fenológico da planta no momento da sua aplicação para a interação desses fatores com a espécie.

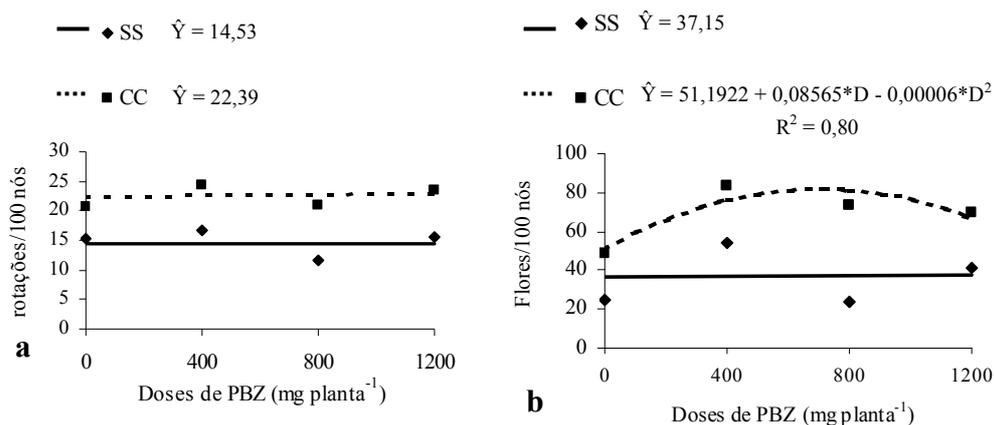


Figura 4 – Efeito do paclobutrazol sobre o número de brotações (a) e de flores (b), em plantas de limeira ‘Tahiti’, quando submetidas a estresse hídrico e irrigadas.

Tabela 2 – Médias do número de brotações, número de flores, brotações floríferas uniflorais, mistas uniflorais, floríferas multiflorais, mistas multiflorais e brotações vegetativas em limeiras ácidas ‘Tahiti’ tratadas com PBZ, quando aplicado em plantas irrigadas (SS) e submetidas a estresse hídrico (CS)

Variável	Estresse	Doses de PBZ (mg planta <sup>-1</sup> )			
		0,0	400	800	1200
		----- N <sup>o</sup> /100 nós -----			
<b>Brotações</b>	SS	16,30 a	18,75 b	7,57 b	15,52 b
	CS	20,77 a	24,44 a	20,90 a	23,45 a
Flores	SS	24,81 b	54,11 b	18,24 b	51,44 a
	CS	48,64 a	83,44 a	76,46 a	69,66 a
Floríferas uniflorais	SS	0,0 b	0,37 b	0,0 b	0,77 b
	CS	2,91 a	1,68 a	1,05 a	1,54 a
Mista unifloral	SS	0,62 a	0,77 a	0,0 b	1,00 b
	CS	1,41 a	1,94 a	1,93 a	2,15 a
Florífera mutlifloral	SS	1,60 a	1,66 b	0,0 b	2,06 b
	CS	2,28 a	3,36 a	3,19 a	3,39 a
Mista multifloral	SS	2,44 a	2,96 b	2,19 b	3,01 b
	CS	2,19 a	3,85 a	4,24 a	4,90 a
Brotações vegetativas	SS	11,76 a	11,85 a	5,37 b	8,84 a
	CS	11,52 a	13,89 a	11,31 a	12,77 a

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas, para cada variável, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A explicação para o escasso florescimento das plantas durante o período em que permaneceram na câmara é difícil, pois vários fatores podem interferir isoladamente ou em conjunto. Entre eles podem ser citados a época de aplicação do PBZ, o tempo de atuação, as condições da câmara de crescimento e, principalmente, a temperatura e o FFF. Em razão disso, prolongou-se o tempo de avaliação, com o objetivo de tentar identificar os fatores que poderiam estar influenciando o comportamento das plantas.

Aos 180 dias após a aplicação do PBZ, as plantas foram transferidas para condições naturais de luz e temperatura. Foi observado, 30 dias após a transferência das plantas, nas condições naturais, que os tratamentos com paclobutrazol proporcionaram efeito favorável ao florescimento de ‘Tahiti’.

Para número de brotações (Figura 5a), as doses que corresponderam aos maiores valores estimados foram de 529,0 e 575,2 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, com 46,86 e 50,0 brotações por 100 nós, o que representou aumentos de 21,82 e 49,41%, respectivamente, nas plantas irrigadas e submetidas a estresse hídrico.

Em relação ao número de flores (Figura 5b), os maiores valores estimados corresponderam às doses de 732,18 e 762,07 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, com 148,15 e 191,64 flores por 100 nós, o que representou aumentos de 137,52 e 371,20% nas plantas que foram irrigadas e submetidas a estresse hídrico, respectivamente.

Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Harty e Van Staden (1988), Iwahori e Tominaga (1986), Delgado et al. (1986), Snowball et al. (1994), Acosta et al. (1994), Ogata et al. (1995), Delgado et al. (1995), Okuda et al. (1996) e Yamashita et al. (1997), que também observaram aumento no número de flores, em diferentes espécies de citros tratadas com paclobutrazol.

O aumento das doses de paclobutrazol promoveu acréscimo linear no número de frutos (Figura 5c), nas plantas que foram irrigadas na ordem de 100,62% e nas que foram submetidas a estresse hídrico de 139,34%. Esse comportamento se deve ao fato de as plantas tratadas com paclobutrazol terem emitido maior número de flores. Fucik e Swietlik (1990) também constataram que a aplicação do paclobutrazol aumentou a porcentagem de frutos pequenos em pomelos 'Rio Red' (*Citrus paradisi*).

Em relação ao vingamento de frutos, não houve efeito das doses de PBZ aplicadas ao substrato (Figura 5d). Os valores apresentados foram, em média, 12,15 e 8,81% e estão acima dos valores encontrados na literatura, já que geralmente a porcentagem de flores que vingam no final do período de queda fisiológica, dependendo do cultivar, é menor que 1% (AGUSTÍ et al., 1982; EL-OTMANI et al., 1992). Esses resultados apresentados podem ser atribuídos à fase em que foram feitas essas avaliações, aproximadamente um mês após a antese. Nessa fase, os frutinhas ainda estão passando pelo período de queda fisiológica, que normalmente ocorre.

De forma similar aos resultados apresentados em relação ao número de brotações e de flores emitidas, houve efeito das doses de PBZ sobre todos os tipos de inflorescências emitidas.

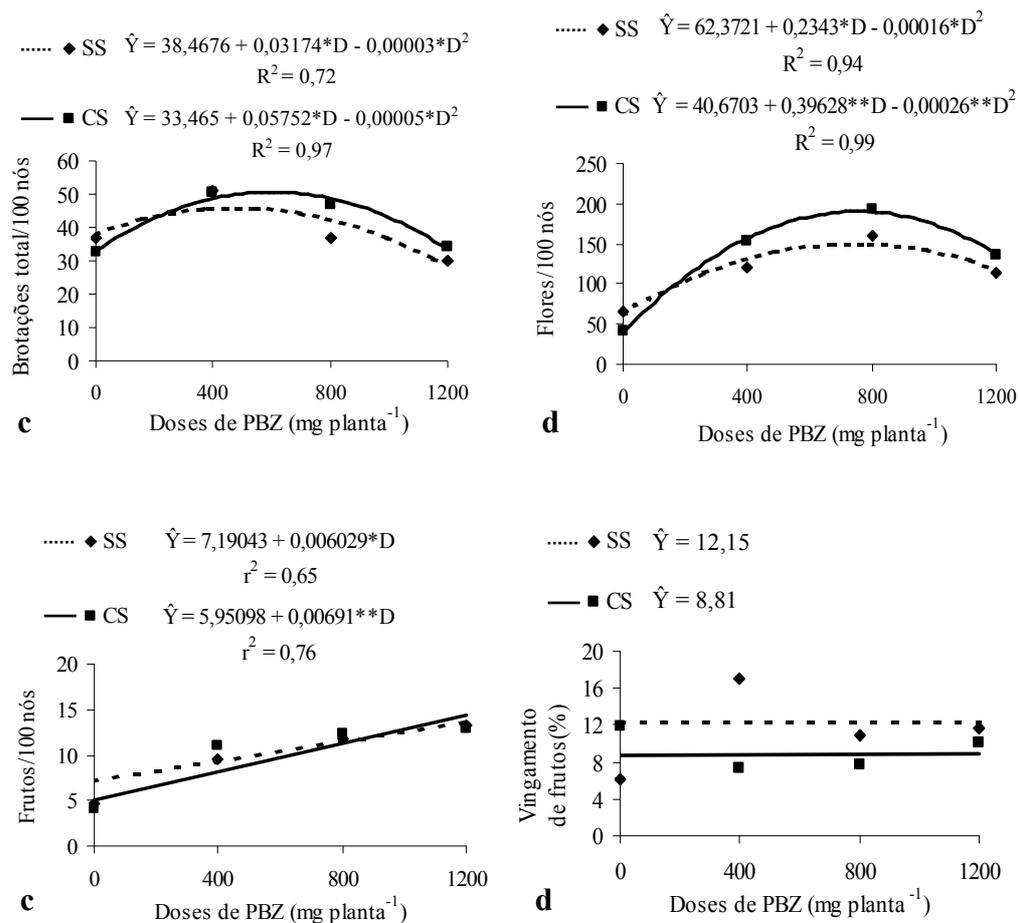


Figura 5 – Estimativas do número de brotações (a), flores (b), frutos novos (c), (d) e vingamento de frutos em plantas de lima ‘Tahiti’, em função das doses de PBZ.

O maior número de brotações floríferas multiflorais por 100 nós foi de 10,55, nas plantas irrigadas, alcançado com a dose de 574,0 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, que representou um aumento de 166,46% (Figura 6a). Nas plantas que foram submetidas ao estresse hídrico, a dose que correspondeu ao maior valor estimado foi de 704,0 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, com 17,76 brotações floríferas multiflorais por 100 nós, o que representou um aumento de 514,30%.

Quanto às brotações mistas multiflorais (Figura 6b), as doses que corresponderam aos maiores valores estimados foram de 835,50 e 913,75 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, com 20,59 e 23,15 brotações mistas multiflorais por 100 nós, o que representou aumentos de 210,53 e 258,47% nas plantas irrigadas e submetidas a estresse hídrico, respectivamente.

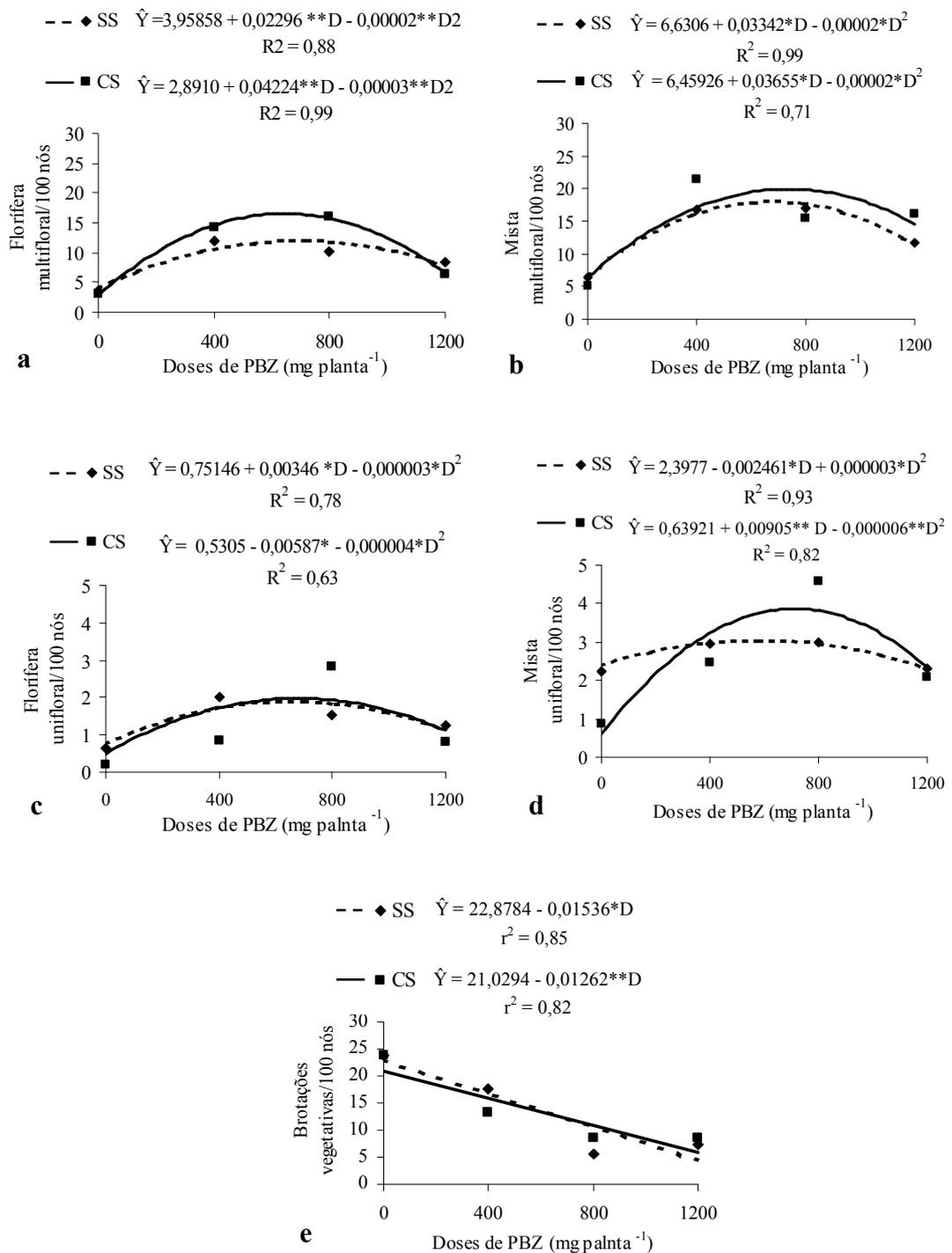


Figura 6 – Estimativas do número de brotações floríferas uniflorais (a), mistas uniflorais (c), floríferas multiflorais, mistas multiflorais (d) e vegetativas de limeiras ácidas ‘Tahiti’, em função das doses de PBZ.

As plantas irrigadas e submetidas a estresse hídrico apresentaram números máximos de brotações floríferas uniflorais de 1,75 e 2,68 por 100 nós (Figura 6c) com as doses de 576,66 e 733,75 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, o que representou aumentos de 132,88 e 405,2%.

Para as brotações mistas uniflorais (Figura 6d), as doses que corresponderam aos maiores valores estimados foram de 410,16 e 754,17 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, com 2,90 e 4,05 brotações mistas uniflorais por 100 nós, o que representou aumentos de 20,95 e 533,59% nas plantas irrigadas e submetidas a estresse hídrico, respectivamente.

As brotações vegetativas apresentaram decréscimo linear com o aumento das doses de paclobutrazol aplicadas (Figura 6e), tanto nas plantas que foram irrigadas quanto nas que sofreram estresse hídrico. Essa redução é atribuída ao aumento da relação brotos floríferos/brotos vegetativos. Resultados semelhantes foram observados por Goldschmidt e Monselise (1972), García-Luis et al. (1986) e Okuda et al. (1996).

Não houve diferenças entre as plantas irrigadas e submetidas a estresse sobre os tipos de inflorescências emitidas para nenhuma das doses, sendo as brotações mistas multiflorais as que prevaleceram em relação às demais (Tabela 3). Esse tipo de brotação com maior relação folha/fruto geralmente apresenta maior vingamento, pegamento, retenção de frutos, taxa inicial de crescimento e tamanho final de frutos (MOSS et al., 1972; ERNER; BRAVDO, 1983; ERNER; SHOMER, 1996; GUARDIOLA; GARCÍA-LUIS, 1998; TALON et al., 1998), provavelmente porque as inflorescências com folhas têm maior disponibilidade de carboidratos, maior força de dreno e melhor conexão vascular com o fruto, em decorrência da maior produção de hormônios pelas folhas (DAVIES; ALBRIGO, 1994).

### **Avaliação da cor verde - SPAD**

A aplicação do PBZ favoreceu aumentos nas leituras SPAD, tanto nas folhas de brotações novas quanto nas de brotações maduras. Ocorreram acréscimos nas leituras SPAD, na ordem de 25,09 e 32,32%, nas folhas dos novos surtos de crescimento das plantas que foram irrigadas e submetidas a estresse hídrico, respectivamente, com a dose de 1.200 mg planta<sup>-1</sup>, em comparação com as leituras SPAD nas folhas das plantas-testemunha (Figura 7a).

Tabela 3 – Médias do número de inflorescências floríferas uniflorais, mistas uniflorais, floríferas multiflorais, mistas multiflorais e brotações vegetativas em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ tratadas com PBZ, quando irrigadas (SS) e submetidas a estresse hídrico (CS)

Tipos de Inflorescências	0,0		400		800		1200	
	SS	CS	SS	CS	SS	CS	SS	CS
Florífera unifloral	0,64a	0,22a	2,03a	0,83a	1,52a	2,83a	1,23a	0,81a
Mista unifloral	2,24a	0,89a	2,95a	2,48a	2,98a	4,57a	2,31a	2,09a
Florífera multifloral	3,45a	2,96a	12,02a	14,34a	10,29a	16,0a	8,34a	6,48a
Mista multifloral	6,39 a	5,02a	16,77 a	21,41a	16,97a	15,54a	11,63a	16,06a

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas, para cada variável, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Nas folhas de surtos maduros, o acréscimo foi de 9,08% nas plantas que foram irrigadas e 14,15% naquelas submetidas a estresse hídrico em relação à testemunha (Figura 7b), indicando haver relação entre o aumento da cor verde nas folhas das plantas com as doses de paclobutrazol aplicadas.

Alguns trabalhos têm relacionado à aparência da cor com o aumento do teor de clorofila (WOOD, 1984; WANG et al., 1985). Entretanto, ainda não está esclarecido se o incremento no teor de clorofila é devido ao aumento da biossíntese de clorofila ou se é apenas um “efeito concentrador” devido à reduzida expansão da área foliar (DAVIES; SANKHLA, 1987).

As plantas tratadas com PBZ, tanto as submetidas a estresse hídrico quanto as irrigadas, apresentaram folhas com coloração mais intensa após a aplicação dos tratamentos. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Fernandes (2004), que, estudando o crescimento do limoeiro ‘Volkameriano’ tratado com paclobutrazol, encontrou aumentos crescentes nas leituras SPAD, com concentrações de paclobutrazol aplicadas, indicando haver relação entre o PBZ e o teor de clorofila nas folhas do limoeiro ‘Volkameriano’.

As leituras SPAD nas folhas maduras das plantas que estavam sendo irrigadas diferiram das que foram submetidas a estresse hídrico a partir dos 30 dias após a aplicação do estresse hídrico até 150 dias, em todas as doses (Tabela 4).

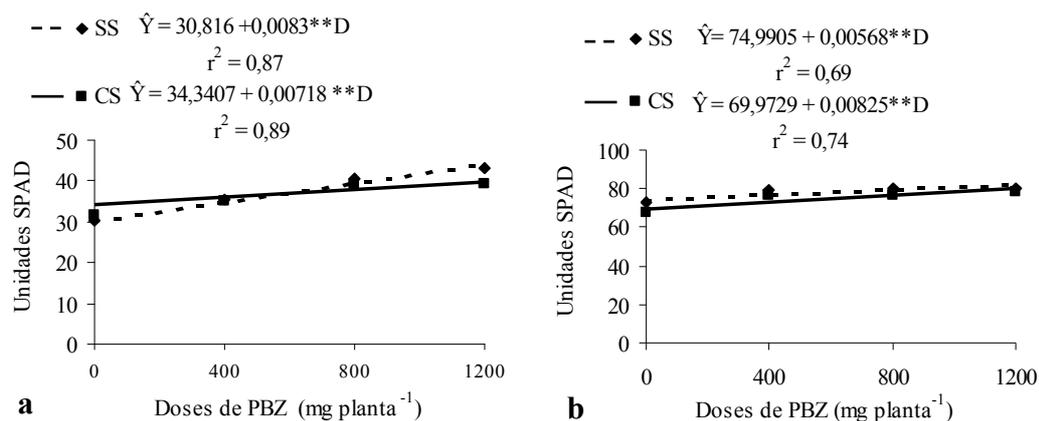


Figura 6 – Estimativas das leituras SPAD em folhas novas (a) e folhas maduras (b) de plantas de limeira ácida ‘Tahiti’, em função das doses de PBZ.

Tabela 4 – Valores médios obtidos com o medidor de clorofila SPAD-502 em folhas de brotações maduras e de novos surtos de crescimento de limeiras ácidas ‘Tahiti’, irrigadas (SS) e submetidas a estresse hídrico (CS) e tratadas com PBZ aos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a aplicação do PBZ

Dias	0		400		800		1200	
	SS	CS	SS	CS	SS	CS	SS	CS
----- Leituras SPAD em Folhas de Brotações Maduras -----								
0	70,2 a	69,3 a	70,9 a	71,5 a	72,3 a	71,9 a	74,0 a	75,9 a
30	72,0 a	67,9 b	81,5 a	75,8 b	80,7 a	75,3 b	80,2 a	77,4 b
60	70,0 a	65,3 b	83,8 a	79,9 b	83,8 a	80,0 b	83,7 a	79,4 b
90	75,8 a	66,4 b	81,6 a	75,9 b	81,5 a	75,9 b	82,0 a	78,3 b
120	73,7 a	66,3 b	79,4 a	75,8 b	80,0 a	77,1 b	81,5 a	77,7 b
150	70,3 a	68,2 a	81,1a	82,2 a	82,8 a	81,2 a	81,8 a	82,3 a
----- Leituras SPAD do Novo Surto de Crescimento -----								
0	36,7 a	24,8 a	34,5 a	37,1 a	36,5 a	37,4 a	36,5 a	31,8 a
30	34,72 a	27,6 b	36,3 a	35,1 a	38,7 a	37,10 a	34,1 a	35,9 a
60	37,5 a	29,2 b	37,1 a	32,5 a	39,3 a	36,4 a	39,7 a	39,4 a
90	35,1 a	25,6 b	35,8 a	37,3 a	42,8 a	39,9 a	37,5 a	39,9 a
120	33,4 a	27,5 b	34,5 a	37,0 a	43,7 a	41,1 a	42,4 a	40,9 a
150	30,7 a	25,5 b	33,6 a	31,7 a	43,5 a	43,2 a	42,4 a	47,7 a

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas, para cada variável, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Nas folhas dos novos surtos de crescimento, não houve diferenças nos valores das leituras SPAD entre as plantas irrigadas e as submetidas a estresse hídrico, tratadas com PBZ. Entretanto, as plantas que não receberam aplicação de PBZ quando submetidas a estresse hídrico apresentaram menores valores das leituras SPAD quando comparadas com as que estavam sendo irrigadas (Tabela 4).

#### 4. CONCLUSÕES

1. As doses de PBZ aplicadas aumentaram o número de flores emitidas nas plantas provenientes da casa de vegetação, nas que foram irrigadas e naquelas submetidas a estresse hídrico em 170,2%, 137,5% e 371,3%, respectivamente, quando comparadas com o número de flores emitidas pelas plantas-testemunha.
2. A elevação das doses de PBZ aumentou o número de brotações floríferas frutos nas plantas provenientes da casa de vegetação, nas plantas que foram irrigadas e nas submetidas a estresse hídrico, ocorrendo naquelas irrigadas e submetidas ao estresse redução das brotações vegetativas.
3. O PBZ aumentou a intensidade das unidades SPAD nas folhas dos brotos novos e maduros das plantas que foram irrigadas e submetidas a estresse hídrico.

#### 5. REFERÊNCIAS

ACOSTA, J. F. et al. Effect of growth regulator applications on the juvenile period of Valencia oranges (*Citrus sinensis*). **Centro Agrícola**, v. 21, p. 51-56, 1994.

AGUSTÍ, M.; GARCIA-MARI, F.; GUARDIOLA, J.L. The influence of flowering intensity on the shedding of reproductive structures in sweet orange. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 17, p. 343-352, 1982.

- BARRET, J. E.; BARTUSKA, C. A. PP333 effects on stem elongation dependent on site of application. **HortScience**, Alexandria, v. 17, p. 737-738, 1982.
- 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.
- DAVENPORT, T. L. Citrus flowering. **Horticultural Reviews**, New York, v. 12, p. 349-408, 1990.
- DAVENPORT, T. L. Efficiency of paclobutrazol on tropical fruit growth. In: ANNUAL MEETING OF PLANT GROWTH REGULATION SOCIETY OF AMERICA, 13., 1986: **Proceedings...** [S.l.], 1986. p. 242-243.
- DAVENPORT, T. L. Opportunities for tropical crop growth regulation. In: ANNUAL MEETING OF PLANT GROWTH REGULATION SOCIETY OF AMERICA, 13., 1987. **Proceedings...** [S.l.], 1987. p. 406-409.
- DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L.G. **Crop production science in horticulture 2: citrus**. Wallingford: CAB International, 1994. 254 p.
- DAVIES, T. D.; STEFFENS, G. L.; SANKHALA, N. Triazole plant growth regulators. **Horticultural Reviews**, New York, v. 10, p. 63-105, 1988.
- DAVIES, T. D.; SANKHLA, N. Altered diurnal leaf movements in soybean seedlings treated with triazole growth regulators. **Plant Cell Physiology**, v. 28, p. 1345-1349, 1987.
- DELGADO, R. R. et al. Paclobutrazol effects on oranges under tropical conditions. **Acta Horticulturae**, Wazeningen, v. 179, p. 537-543, 1986.
- DELGADO, R.; RODRIGUEZ, R.; CASAMAYOR, R. Empleo de paclobutrazol em plantas de lima persa sobre naranjo trifoliado 'Rubdoux' a altas densidades. **Agrícola Vergel**, p. 121-125, 1995.
- EL-OTMANI, M. Usos principais de reguladores de crescimento na produção de citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISILOGIA, 2., 1992, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992. p. 43-51.
- EL-OTMANI, M. et al. Plant growth regulators in citriculture: world current uses. **Critical Reviews in Plant Science**, v. 5, p. 395-447, 2000.
- ERNER, Y.; BRAVDO, B. The importance of inflorescence leaves in fruit setting of Shamouti orange. **Acta Horticulturae**, Wazeningen, v. 139, p. 107-113, 1983.
- ERNER, Y.; SHOMER, I. Morphology and anatomy of stems and pedicels of spring flush shoots associated with Citrus fruit set. **Annals of Botany**, London, v. 77, p. 537-545, 1996.

FERNANDES, A. R. **Crescimento do limoeiro 'Volkameriano' tratado com paclobutrazol e ácido giberélico**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

FUCIK, J. E.; SWIETLICK, D. Anti-gibberellins effect on grapefruit size and quality. **Proceedings Plant Growth Regulation of Society America**, v. 17, p. 107-113, 1990.

GARCÍA-LUIS, A. et al. Low temperature influence on flowering in citrus – The separation of inductive and bud dormancy releasing effects. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 86, p. 648-652, 1992.

GARCÍA-LUIZ, A. et al. Inhibition of flowering in vivo by exiting fruits and applied growth regulators in Citrus unshiv. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 66 p. 515-520, 1986.

GOLDSCHMIDT, E. E. et al. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 29, p. 159-166, 1985.

GOLDSCHMIDT, E. E.; GOREN, R. Gibberellins and flowering in citrus and other fruit trees: a critical analysis. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 463, p. 201-208, 1997.

GOLDSCHMIDT, E. E.; MONSELISE, S. P.; Hormonal control of flowering in citrus trees and other woody perennials. In: CARR, D. J. (Ed.). **Plant Growth Substances**. Springer, Heidelberg, 1972. p.758-766.

GOLDSCHMIDT, E. E.; TAMIM, M.; GOREN, R. Gibberellins and flowering in citrus and other fruit trees. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 464, p. 201-216, 1998.

GRAEBE, J. E. Gibberellin biosynthesis and control. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v. 38, p. 419-465, 1987.

GUARDIOLA, J. L.; GARCIA-LUIS, A. Thinning effects on citrus yield and fruit size. **Acta Horticulturae**, Wageningen, 1998. p. 209-217.

GUARDIOLA, J. L.; MONERRI, C.; AGUSTI, M. The inhibitory effect of gibberellic acid on flowering in *Citrus*. **Physiologia plantarum**, Copenhagen, v. 55, p. 136-142, 1982.

GUARDIOLA, J. L.; AGUSTÍ, M.; GARCÍA-MARÍ, F. Gibberellic acid and flower bud development in sweet orange. **Proceedings International Society of Citriculture**. [S.l.: s.n.], 1977. v.2, p.696-699.

HARTY, A. R.; STADEN, V. J. Paclobutrazol and temperature effects on lemon. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 6., 1988, Tel Aviv. **Proceedings...** [S.l.]:International Society of Citriculture, 1988. p. 343- 353.

- INTRIERI, C.; SILVESTRONI, O.; PONI, S. Preliminary experiments on paclobutrazol effects on potted grapevines (*V. vinifera*, cv. Trebbiano). **Acta Horticulturae**, Wazeningen, v. 179, p. 589-592, 1986.
- IQBAL, N.; SEN, F.; VIRK, N.A. Effect of inflorescence types on fruits quality of owari cultivar of 'satsuma' mandarin (*Citrus unshiu*, Marc.). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 7, n. 11, p. 1840-1846, 2004.
- IWAHORI, S.; TOMINAGA, S. Increase in first-flush flowering of 'Meiwa' kumquat, *Fortunella crassifolia* Swingle, trees by paclobutrazol. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 28, p. 347-353, 1986.
- 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.
- KRAJEWSKI, A. J.; RABE, E. Citrus flowering: a critical evaluation. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 70, n. 3, p. 357-374, 1995.
- LOVATT, C. J. et al. Phenology of flowering in *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. 'Washington Navel' orange. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 186-190, 1984.
- MATAA, M.; TOMINAGA, S.; KOSAKI, I. Relative effects of growth retardant (Paclobutrazol) and water-stress on tree growth and photosynthesis in Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco). **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Sakyo-Ru, v. 67, p. 28-34, 1998.
- MEHOUACHI, J. et al. Effects of gibberellic acid and paclobutrazol on growth and carbohydrate accumulation in shoots and roots of citrus rootstock seedlings. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 71, p. 747-754, 1996.
- MINOLTA CAMERA Co. Ltda. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka: Minolta, Radiometric Instruments Divisions, 1989. 22 p.
- MONSELISE, S. P. Citrus and related species. In: HALEVY, A. H. (Ed.). **CRC Handbook of flowering**, v. 2, p. 275-294, 1985.
- 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.
- MOSS, G. I.; STEER, B. T.; KRIEDMANN, P. E. The regulatory role of inflorescence leaves in fruit-setting by sweet orange (*Citrus sinensis*). **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 27, p. 432-438, 1972.
- OGATA, T. et al. Effects of gibberellin synthesis inhibitors on flower settings of Satsuma mandarin. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Sakyo-Ru, v. 64, p. 251-259, 1995.

OKUDA, H.; KIHARA, T.; IWAGAKI, I. Effects of paclobutrazol application to soil at the beginning of maturation on sprouting, shoot growth, flowering and carbohydrate contents in roots and leaves of Satsuma mandarin. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 71, p. 785-789, 1996.

RADEMACHER, W. Bioregulation of crop plants with inhibitors of gibberellin biosynthesis. **Proceedings Plant Growth Regulation of Society America**, v. 24, p. 27-31, 1997.

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

REYNOLDS, A. G.; WARDLE, D. A. Vegetative growth suppression by paclobutrazol in greenhouse-grown 'Pinot Noir' grapevines. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 10, p. 1250-1254, 1990.

SANCHES, F. R. **Aplicação de biorreguladores vegetais: aspectos fisiológicos e aplicações práticas na citricultura mundial**. Jaboticabal, SP: Funep, 2000. 160 p.

SNOWBALL, A. M. et al. Phase-change in citrus- The effects of main stem node number, branch habit and paclobutrazol application on flowering in citrus seedlings. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 69, p. 149-160, 1994.

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.

TALON, M. et al. Hormonal regulation of fruit set and abscission in citrus: classical concepts and new evidence. **Acta Horticulturae**, Wazeningen, v. 463, p. 209-217, 1998.

WAMPLE, R. L.; SHNABEL, B.; AHMEDULLAH, M. Leaf area, conductance, internode length, and root structure of five cultivars of *Vitis vinifera* treated with paclobutrazol. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 38, p. 255-259, 1987.

WANG, S. Y.; BYUN, J. K.; STEFFENS, G. L. Controlling plant growth via the gibberellin biosynthesis system – II. Biochemical and physiological alterations apples seedlings, **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 63, p. 169-175, 1985.

WOOD, B. W. Influence of paclobutrazol on selected growth and chemical characteristics of young pecan seedlings. **HortScience**, Alexandria, v. 19, p. 837-839, 1984.

YADAVA, U. L. A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 6, p. 1449-1450, 1986.

YAMASHITA, K.; KITAZONO, K.; IWASAKI, S. Flower bud differentiation of Satsuma mandarin as promoted by soil drenching treatment with IAA, Ba or paclobutrazol solution. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Sakyo-Ru, v. 66 p. 67-76, 1997.

**TEORES DE CARBOIDRATOS EM TANGERINEIRA ‘PONCÃ’ E LIMEIRA  
ÁCIDA ‘TAHITI’ SUBMETIDAS A ESTRESSE HÍDRICO E LIMEIRA  
ÁCIDA ‘TAHITI’ TRATADAS COM PACLOBUTRAZOL**

**RESUMO**

O paclobutrazol (PBZ) e o estresse hídrico podem retardar o crescimento e induzir o florescimento de citros mediante a inibição da biossíntese de giberelinas. Além disso, outras características das plantas podem ser influenciadas pela aplicação do PBZ, como as concentrações e distribuição de carboidratos. O trabalho foi realizado com o objetivo de estudar as possíveis relações entre concentrações e distribuição de carboidratos na planta e a aplicação do estresse hídrico em tangerineira ‘Poncã’ (*Citrus reticulata* Blanco.) e limeira ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tan.), bem como da aplicação do PBZ em limeira ‘Tahiti’, enxertadas em limoeiros ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck). No experimento com estresse hídrico, utilizou-se o esquema fatorial 4 x 2, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo quatro períodos de estresse hídrico (0, 15, 25, e 35 dias de estresse) e dois cultivares de citros. Para as determinações dos teores de carboidratos, amostras de folhas foram coletadas no final de cada período de estresse hídrico e após a brotação das plantas. Nas plantas do experimento com PBZ, utilizou-se um esquema fatorial 4 x 2, num delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores foram quatro doses de PBZ (0, 400, 800 e 1.200 mg planta<sup>-1</sup>) e dois níveis de estresse. As avaliações foram realizadas periodicamente antes e depois da florada de julho, aos 60 dias após a aplicação do PBZ, no final dos períodos de estresse intermitentes, 150 dias após a aplicação do PBZ e na florada de janeiro, 180 dias após a aplicação do PBZ, quando também foram coletados 2 a 4 g de raízes por planta, com diâmetro inferior a 2 mm. As folhas e raízes foram pesadas, lavadas, secadas e moídas. Foram determinados os teores de açúcares solúveis totais e açúcares redutores e de amido. O estresse hídrico reduziu os teores de carboidratos foliares na tangerineira ‘Poncã’ e limeira ácida ‘Tahiti’, devido ao aumento nas brotações emitidas. O PBZ causou reduções significativas nos teores foliares de carboidratos, por ter induzido maior florescimento das plantas. A aplicação do paclobutrazol resultou no acúmulo de reservas de carboidratos nas raízes.

## 1. INTRODUÇÃO

Os estímulos indutores associados aos mecanismos receptores e suas interações com outros fatores exógenos e endógenos da planta agem diretamente nos processos de determinação do florescimento. Como fatores endógenos, o balanço de carboidratos em laranjeiras pode determinar alterações na produção, tendo um papel direto sobre a formação das flores (GOLDSCHMIDT; COLOMB, 1982; GOLDSCHMIDT et al., 1985; AGUSTÍ, 2000).

Os carboidratos exercem papéis importantes durante todo o ciclo de vida de uma planta, embora ainda não tenha sido esclarecida a participação direta no florescimento dos citros. Não está claro se os carboidratos desempenham papel regulador específico na floração, ou se é apenas necessário um umbral energético mínimo desses compostos, para que ocorra a indução floral (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996).

Independentemente do papel regulador dos carboidratos na floração dos citros durante as fases que abrangem o processo reprodutivo, grandes quantidades de carboidratos são utilizadas no processo de formação e desenvolvimento de flores e frutos. A utilização dos carboidratos pelas plantas vai depender de inúmeros fatores, como alterações das condições ambientais e ocorrência de estresses, entre outros (ACOSTA et al., 1995; BOLDING et al., 2003; ITO et al., 2003).

A elevação da biossíntese de açúcares, o armazenamento e o fluxo de assimilados podem promover maior floração e frutificação em função da disponibilidade de carboidratos para as plantas de citros (KALIL et al., 1999).

A mobilização de carboidratos das folhas e do lenho adultos para as inflorescências é fundamental para que ocorram o bom vingamento, pegamento e desenvolvimento normal dos frutos (MOSS et al., 1972).

A evolução sazonal do teor de amido nas folhas e no lenho maduro indica que ele se acumula durante o repouso do inverno. Na primavera, as reservas de amido diminuem em função do transporte nas brotações vegetativas e floríferas em formação, iniciando, nesse momento, forte competição entre os órgãos em desenvolvimento (GUARDIOLA et al., 1984).

A indução floral provocada pelo estresse hídrico pode alterar a concentração de carboidratos nas plantas cítricas. Chaikiattiyos et al. (1994) encontraram um acúmulo de amido nas raízes em plantas de limoeiro submetidas a estresse hídrico, entretanto essa

alta concentração de amido associa-se melhor à ausência de crescimento vegetativo do que a floração.

Ali e Lovatt (1995) não detectaram mudanças na concentração de carboidratos (glicose e amido) nas folhas, durante o período de estresse hídrico em laranjeira 'Washington Navel'.

A aplicação de paclobutrazol, além de alterar características fenotípicas da planta (florescimento, encurtamento dos entrenós), pode modificar a concentração de carboidratos nela, bem como a relação carboidratos na parte aérea/raízes (MEHOUACHI et al., 1996; OKUDA et al., 1996). Essas modificações podem ser responsáveis pelas alterações fenotípicas mencionadas, embora seja difícil estabelecer relação de causa-efeito entre carboidratos e crescimento e desenvolvimento de plantas.

Na fase de iniciação floral, foi constatado aumento nas concentrações de carboidratos total nas raízes e redução nas folhas de laranja tratadas com PBZ (VU; YELENOSKY, 1992).

Em mudas de citrange 'Carrizo', tratadas com paclobutrazol, a concentração de sacarose na parte aérea reduziu 43%, em comparação com plantas que não receberam a aplicação desse produto. A concentração de amido aumentou em 36% na parte aérea e em 38% nas raízes quando o paclobutrazol foi aplicado (MEHOUACHI et al., 1996).

As raízes de tangerina 'Satsuma' tratadas com PBZ apresentaram maiores teores de amido do que as folhas. Os teores de amido no sistema radicular exibiram aumentos significativos de 92 a 165%, dependendo da concentração do PBZ aplicada, em comparação com o controle. Os teores de amido nas folhas foi reduzido, e a magnitude da redução está relacionada com a concentração do produto aplicada. No entanto, os teores foliares de açúcares redutores diminuíram à medida que aumentou a concentração aplicada, enquanto nas raízes houve aumento, independentemente da concentração aplicada do PBZ (OKUDA et al., 1996).

Siqueira et al. (2004) observaram que a aplicação do paclobutrazol em tangerineira Satsuma 'Owari' não influenciou as concentrações de carboidratos nas folhas e nas raízes.

Os efeitos do paclobutrazol sobre os carboidratos parecem variar não só em função da concentração aplicada, mas também da variedade e da resposta ao florescimento.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o acúmulo e a distribuição de carboidratos em tangerineira 'Poncã' e limeira ácida 'Tahiti' submetidas

a diferentes períodos de estresse hídrico e em limeira ácida ‘Tahiti’ tratada com diferentes doses de paclobutrazol, quando aplicado em plantas irrigadas e submetidas a estresse hídrico.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) e tangerineira ‘Poncã’ (*Citrus reticulata* Blanco) enxertadas sobre limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), cultivadas em vasos de cinco litros contendo substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>. As plantas foram conduzidas em câmara de crescimento, no período de fevereiro a junho de 2004, com temperatura controlada (25 °C dia/20 °C noite) e fotoperíodo de 16 horas de luz, com fluxo de fótons fotossintético (FFF) de aproximadamente 170  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

No primeiro experimento foram utilizados o esquema fatorial 4 x 2, sendo os fatores quatro períodos de estresse hídrico (0, 15, 25 e 35 dias de estresse), e dois cultivares de citros, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por uma planta, perfazendo um total de 32 plantas.

Para determinação dos teores de carboidratos foram coletadas, em cada tratamento, amostras de folhas no final de cada período de estresse e após a irrigação das plantas, quando as plantas se encontravam em fase de brotação, com o objetivo de obter informações sobre o seu comportamento ao longo do tempo e também comparar as concentrações entre as plantas submetidas aos diferentes tratamentos.

No segundo experimento foram coletadas amostras no experimento com plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ dispostas em esquema fatorial 4 x 2, no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores foram quatro doses de paclobutrazol (0, 400, 800 e 1200 mg planta<sup>-1</sup>) e dois ambientes (câmara de crescimento e casa de vegetação).

As amostras de folhas para análise de carboidratos foram coletadas antes e depois da fase de brotação e florescimento das plantas.

Aproximadamente 60 dias após a aplicação do PBZ, as plantas foram dispostas em esquema fatorial 4 x 2, no delineamento de blocos casualizados, com quatro

repetições, sendo quatro doses de paclobutrazol (0, 400, 800 e 1.200 mg planta<sup>-1</sup>) e dois níveis de estresse (com e sem estresse).

As plantas foram submetidas a três períodos de estresse hídrico intermitente até atingir um potencial hídrico foliar de -2 MPa, quando então voltaram a ser irrigadas.

Foi realizada, em cada tratamento, uma avaliação inicial dos teores de carboidratos, antes de as plantas serem submetidas a estresse hídrico, 60 dias após a aplicação do PBZ.

Aos 150 dias após a aplicação do PBZ, ao final dos períodos de estresse hídrico intermitente, foi repetida a coleta de folhas para análise de carboidratos. E aos 180 dias após a aplicação do PBZ, quando as plantas se encontravam em pleno florescimento, foram coletadas amostras de folhas e de raízes com diâmetro inferior a 2 mm.

As folhas e raízes foram pesadas, lavadas com água destilada por três vezes, e em seguida colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até peso constante. Posteriormente, as amostras foram pesadas, moídas separadamente em moinho Willey<sup>®</sup> de aço inoxidável, passadas em peneira de 20 mesh e guardadas em recipientes, que foram fechados hermeticamente até a sua análise.

Os extratos para determinação de amido, açúcares solúveis e açúcares redutores foram preparados de acordo com o método de McCready (McCREADY et al., 1950), enquanto os açúcares redutores foram determinados pelo método aplicado nos trabalhos de Nelson (1944) e Somogy (1952) e as análises de açúcares totais e amido, realizadas pelo método antrona sulfúrico (McCREADY et al., 1950).

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e regressão. Optou-se pelo desdobramento da interação, independentemente de ser ou não significativa, no sentido de estudar os efeitos dos níveis de estresse em cada cultivar e das doses de PBZ com e sem estresse hídrico.

Os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste 't' a 5%, no coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), o qual foi calculado pela razão entre a soma dos quadrados da regressão e a soma de quadrados de tratamentos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Experimento I

Não foi verificado efeito dos dias de estresse nos teores foliares de açúcares solúveis totais na tangerineira ‘Poncã’ e na limeira ‘Tahiti’, ao final de cada período de estresse hídrico (Figura 1a).

Os açúcares solúveis totais nas folhas de ‘Poncã’ foram reduzidos, em média 7,04 e 16,27% nas folhas de ‘Tahiti’, após a irrigação das plantas e das brotações emitidas (Figura 1b).

Esse comportamento, provavelmente, foi provocado devido à emissão de brotações novas (Figura 5b, p. 22), que ocorreram nas plantas após a suspensão do estresse hídrico.

Os teores foliares de amido mantiveram-se constantes durante todo o período de estresse hídrico, tanto nas plantas de ‘Poncã’ quanto nas de ‘Tahiti’ (Figura 1c). No entanto, após a época de brotação verificaram-se reduções de 44,88 e 59,37% das concentrações nas folhas das plantas de ‘Poncã’ e ‘Tahiti’, respectivamente (Figura 1d).

Possivelmente essa redução apresentada em relação aos teores de amido tenha ocorrido em função da demanda de açúcares durante a emissão das novas brotações, havendo com isso uma conversão do amido em açúcar. Segundo Guardiola et al. (1984), geralmente as reservas de amido diminuem em razão do transporte para brotações vegetativas em formação.

As concentrações de açúcares redutores se mantiveram constantes nas folhas das plantas de ‘Tahiti’ ao final de cada período de estresse hídrico. Nas plantas de ‘Poncã’ houve redução de 30,6% dos teores foliares de açúcares redutores (Figura 1e). Na época de brotação, constatou-se que a aplicação do estresse hídrico favoreceu um decréscimo nas concentrações foliares dos açúcares redutores nas plantas de ‘Poncã’ na ordem de 24,16%. Nas plantas de ‘Tahiti’, o menor valor estimado foi alcançado aos 18,68 dias de estresse, com 32,10 mg g<sup>-1</sup>, correspondendo à redução média de 5,78% (Figura 1f).

Os teores de açúcares solúveis totais, redutores e amido nas folhas da tangerineira ‘Poncã’ não diferiram com relação aos da limeira ‘Tahiti’, independentemente do período de estresse aplicado (Tabela 1), com exceção do período 0 e 35 dias de estresse para ‘Poncã’ antes da fase de brotação.

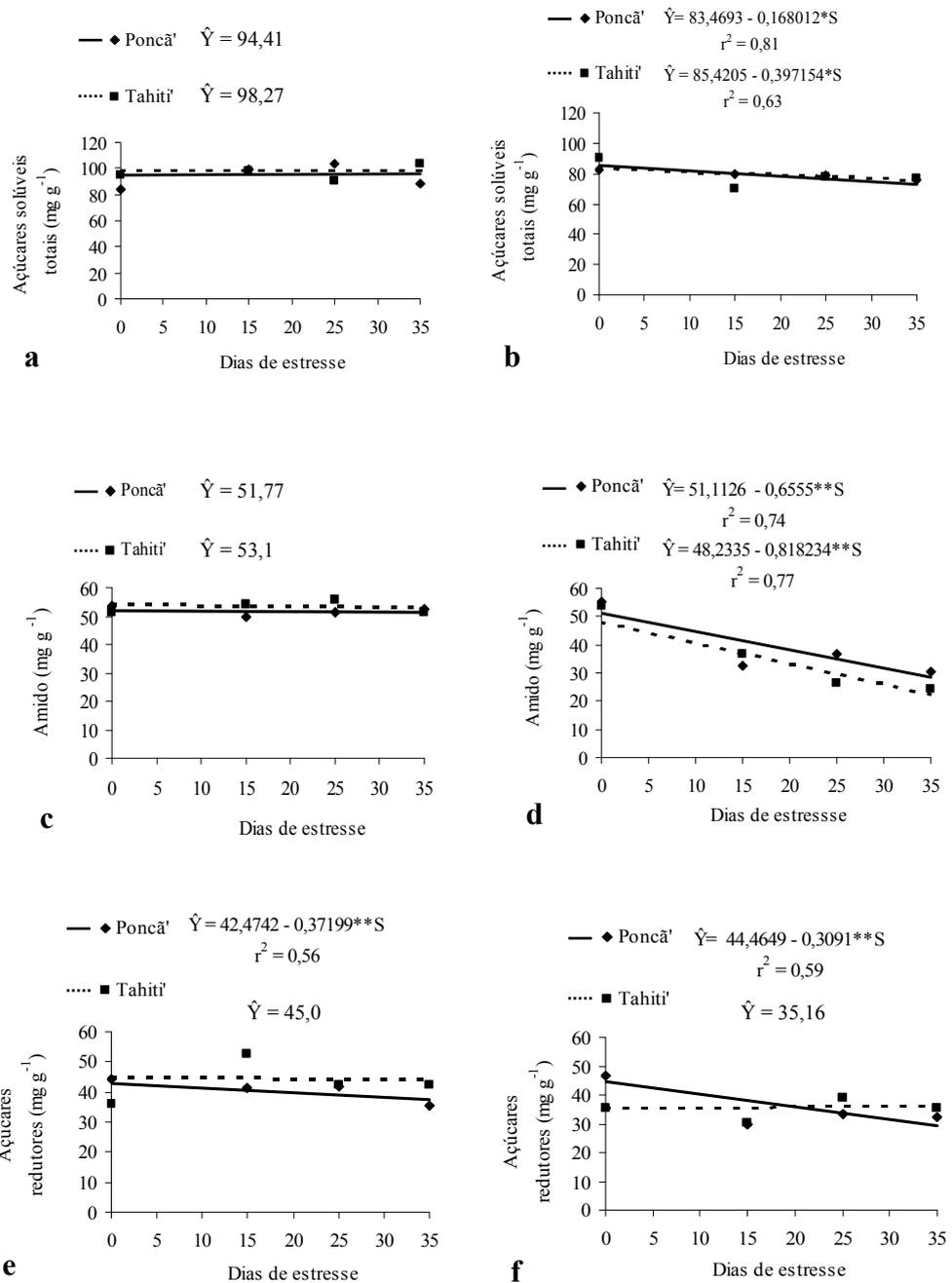


Figura 1 – Estimativas dos teores de açúcares totais, amido e açúcares redutores nas folhas de plantas de tangerineira ‘Poncã’ e limeira ácida ‘Tahiti’ ao final de cada período de estresse hídrico (a, c, e) e após a fase de brotação das plantas (b, d, f).

Apesar de não ter ocorrido florescimento nas plantas submetidas a estresse hídrico, de maneira geral os menores teores de açúcares solúveis totais e amido (Tabela 1) foram observados após a emissão das brotações nas plantas, provavelmente pela maior demanda de reservas de carboidratos, com exceção dos açúcares redutores, os quais não diferiram após a fase de brotação das plantas.

Tabela 1 – Valores médios de açúcares solúveis totais (AST), amido (AM) e açúcares redutores (AR) em folhas de tangerineira ‘Poncã’ e limeira ácida ‘Tahiti’ submetidas ao estresse hídrico, no final de cada período de estresse (antes da emissão das brotações) e durante a fase de brotação (após)

	0 Dias		15 Dias		25 Dias		35 Dias	
	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’
<b>AST</b>	----- mg g <sup>-1</sup> -----							
Antes	84,42Ab	95,13Aa	98,98Aa	98,06Aa	104,14Aa	90,84Aa	86,11Aa	104,08Aa
Após	82,91Aa	89,91Aa	79,72Ba	70,46Ba	78,39Ba	77,78Ba	78,73Ba	73,74Ba
<b>AM</b>	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’
Antes	53,42Aa	51,35Aa	45,83Aa	53,8Aa	46,30Aa	55,67Aa	53,55Aa	51,60Aa
Após	55,41Aa	53,89Aa	32,82Ba	26,87Ba	36,82Ba	26,61Ba	30,44Ba	24,26Ba
<b>AR</b>	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’	‘Poncã’	‘Tahiti’
Antes	44,44Aa	46,75Aa	41,31Aa	39,91Aa	41,78Aa	33,23Aa	35,71Ab	32,29 Aa
Após	36,75a	35,57Aa	40,71Aa	30,44Aa	40,15Aa	39,03Aa	32,49Aa	35,57Aa

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada variável, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## Experimento II

O aumento das doses de PBZ promoveu decréscimo linear nos teores foliares de açúcares solúveis totais das plantas provenientes da câmara de crescimento (Figura 2a), de 42,03% durante o período de indução floral e de 34,53% na época de florescimento das plantas. Em relação às plantas provenientes da casa de vegetação, constatou-se que não houve efeito das doses de PBZ nos teores de açúcares solúveis totais (Figura 2b).

Os teores foliares de amido mantiveram-se constantes nas plantas provenientes da câmara de crescimento entre as doses de PBZ aplicadas (Figura 2c) durante o período de indução floral. Quando as plantas se encontravam em pleno florescimento, o menor teor de amido foi de  $20,32 \text{ g mg}^{-1}$ , alcançado com a dose de  $727,75 \text{ mg planta}^{-1}$  de PBZ.

Quanto às plantas provenientes da casa de vegetação, os menores teores de amido corresponderam à dose de  $708,83 \text{ mg planta}^{-1}$  de PBZ, com  $14,57 \text{ mg g}^{-1}$ , durante o período de indução (Figura 2d). Porém, na época de floração das plantas, verificou-se que os teores de amido se mantiveram constantes.

Não foi verificado efeito das doses de PBZ sobre os teores foliares de açúcares redutores nas plantas provenientes da câmara de crescimento na fase de indução floral (Figura 2e). No entanto, quando as plantas atingiram o pleno florescimento, no mês de julho houve redução de 43,14% nos teores dos açúcares redutores nas folhas das plantas tratadas com PBZ em relação à testemunha. Comportamento semelhante foi observado em relação aos teores foliares nas plantas provenientes da casa de vegetação (Figura 2f), com redução de 12,75%.

Esses resultados podem estar relacionados com a demanda de carboidratos por ocasião do florescimento, pois, como as doses de PBZ exerceram influência sobre o número de brotações e flores emitidas (Figura 3ab, p. 39), conseqüentemente as plantas que emitiram maior número de brotações apresentaram menores teores de açúcares.

Os teores dos carboidratos (açúcares totais, redutores e amido) nas folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ se reduziram em função das doses de PBZ. Esse fato indica que, possivelmente, a influência do PBZ sobre a distribuição dos carboidratos ocorre de forma indireta, devido ao aumento do número de brotações e flores. Tais resultados concordam com os obtidos por Okuda et al. (1996) e Mehouchi et al. (1996), os quais observaram redução nas concentrações de açúcares solúveis, amido e açúcares redutores nas folhas de tangerina ‘Satsuma’ com a aplicação de PBZ.

Os teores de açúcares solúveis totais, amido e açúcares redutores não diferiram nas folhas das plantas da câmara em relação aos teores nas folhas das plantas provenientes da casa de vegetação, quando tratadas com PBZ, em nenhum dos ambientes (Tabela 2). No entanto, os teores de açúcares solúveis e amido foram menores nas folhas das plantas provenientes da casa de vegetação em relação às da câmara, nas plantas quando não receberam aplicação do PBZ.

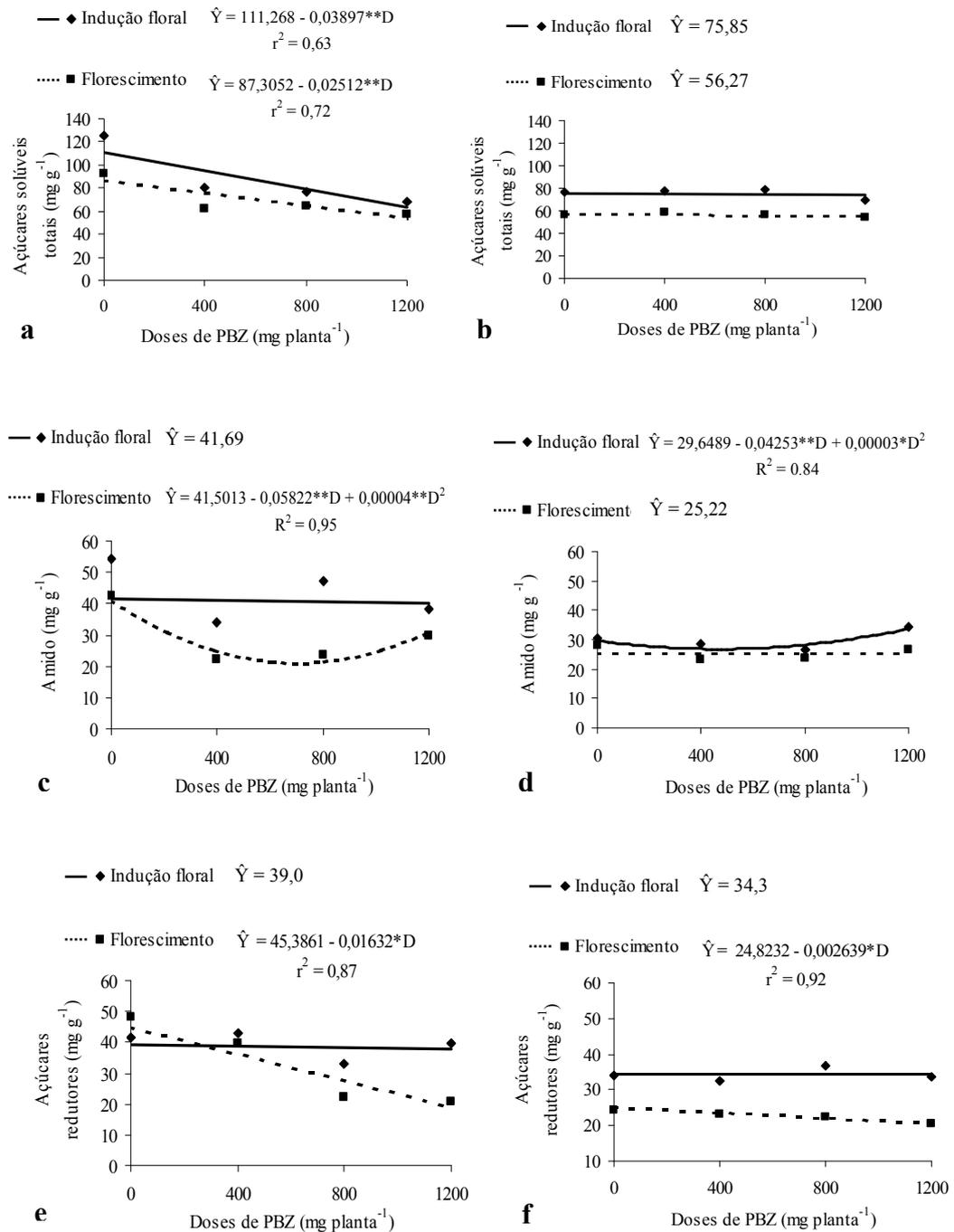


Figura 2 – Estimativas dos teores de açúcares solúveis totais, amido e açúcares redutores nas folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ provenientes da câmara de crescimento (a, c, e) e da casa de vegetação (b, d, f) tratadas com PBZ.

Tabela 2 – Valores médios de açúcares solúveis totais (AST), amido (AM) e açúcares redutores (AR), em folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ tratadas com PBZ, antes e depois do florescimento

Época	0,0		400		800		1200	
	CC	CV	CC	CV	CC	CV	CC	CV
<b>AST</b>	----- mg g <sup>-1</sup> -----							
Antes	125,14Aa	76,82Ab	80,61Aa	77,56Aa	77,17Aa	79,27Aa	68,60Aa	69,77Aa
Após	92,27 Ba	56,54Bb	62,41Aa	58,81Aa	64,74Ba	55,90Ba	56,97Aa	53,84Ba
<b>AM</b>	CC	CV	CC	CV	CC	CV	CC	CV
Antes	54,13Aa	30,70Ab	31,04Aa	28,47Aa	47,43Aa	26,64Aa	34,19Aa	34,22Aa
Após	42,33Ba	28,26Ab	22,30Aa	23,28Ba	21,69Ba	22,55Ba	29,95Aa	23,80Aa
<b>AR</b>	CC	CV	CC	CV	CC	CV	CC	CV
Antes	41,80Aa	35,16Aa	42,78Aa	32,55Aa	32,96Aa	36,81Aa	38,88Aa	32,68Aa
Após	48,23Aa	24,31Ba	39,61Aa	23,08Aa	22,45Ba	22,45Ba	20,96Ba	20,37Ba

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada variável, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em relação às épocas, de maneira geral as plantas que foram tratadas com PBZ apresentaram menores teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido nas folhas da limeira ‘Tahiti’ após o florescimento em relação aos teores avaliados antes do florescimento das plantas (Tabela 2).

Os teores de açúcares solúveis totais, redutores e amido foram reduzidos após a emissão das brotações vegetativas e floríferas, provavelmente provocadas pelo aumento da demanda por carboidratos que ocorreu devido ao aumento das brotações emitidas nas plantas tratadas com PBZ.

A partir dos dados apresentados, pode-se supor que ocorreu intensa demanda por carboidratos nas folhas das plantas dos dois ambientes, durante o período de floração. Tais resultados são semelhantes aos relatados por Goldschmidt e Golomb (1982), que, ao fazerem a avaliação dos teores de carboidratos em folhas, verificaram os menores teores de açúcares no período de desenvolvimento dos órgãos florais.

Os teores foliares de açúcares totais reduziram com o aumento das doses de PBZ, nas plantas irrigadas na ordem de 23,54 e de 17,92%, nas plantas submetidas a estresse hídrico, aos 60 dias após a aplicação do PBZ (Figura 3a). Ao final dos períodos

de estresse intermitentes, 150 dias após a aplicação do PBZ houve redução de 50,41% nas plantas que estavam sendo irrigadas (Figura 4a), enquanto nas plantas que foram submetidas a estresse hídrico os teores se mantiveram constantes. Na época do florescimento, 180 dias após a aplicação do PBZ a redução foi de 37,81 e 38,86% nas plantas irrigadas e submetidas ao estresse hídrico, respectivamente (Figura 5a).

Os teores de amido mantiveram-se constantes entre plantas tratadas com PBZ, quando avaliados nas folhas de plantas irrigadas e submetidas a estresse hídrico aos 60 dias após a aplicação do PBZ (Figura 3b) e ao final dos períodos de estresse intermitentes, ou seja, 150 dias após a aplicação do PBZ (Figura 4b). Apenas quando as plantas se encontravam em pleno florescimento, aos 180 dias da aplicação do PBZ, quando transferidas para as condições naturais, houve redução média de 42,88% nas plantas que foram irrigadas (Figura 5b).

Em relação aos teores foliares de açúcares redutores, a redução foi em média de 12,27% nas plantas submetidas ao estresse hídrico, aos 60 dias após a aplicação do PBZ (Figura 3c). Nas plantas submetidas ao estresse hídrico, os teores foliares de açúcares redutores não diferiram entre as doses de PBZ aplicadas. A redução foi na ordem de 42,12%, no final dos períodos de estresses intermitentes, nas plantas que estavam sendo irrigadas (Figura 4c). Após o florescimento das plantas, houve redução média de 58,23% nas plantas que foram submetidas a estresse hídrico (Figura 5c).

Esse decréscimo dos teores foi observado, principalmente, nas plantas tratadas com PBZ, visto que essas plantas foram as que emitiram maior número de brotações e de flores, de acordo com a Figura 5ab, p. 43.

Conforme relatado anteriormente, em geral ocorre um consumo de carboidratos por ocasião das brotações e flores emitidas. Portanto, as plantas que foram tratadas com PBZ apresentaram aumento no número de brotações e flores, e, conseqüentemente, verificaram-se menores teores de carboidratos nessas plantas.

Durante o período de indução floral, verificou-se redução gradativa nos teores foliares de açúcares totais, embora não existam evidências claras da participação direta dos carboidratos no florescimento dos citros (GARCÍA-LUIS et al., 1995; DAVENPORT, 1990; KRAJEWSKI; RABE, 1995; SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996; Goldschmidt, 1999). Isso pode ter ocorrido em função do papel energético desempenhado pelos carboidratos (SPIEGEL-ROY; GOLDSCHMIDT, 1996). Com isso, maior demanda pela utilização de reservas ocorreu na fase de diferenciação dos órgãos reprodutivos ou vegetativos.

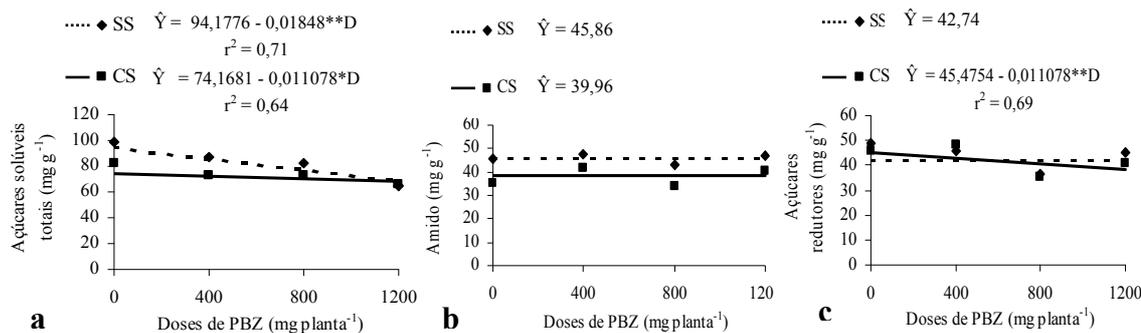


Figura 3 – Estimativa de açúcares solúveis totais, amido e açúcares redutores em folhas de limeira ácida ‘Tahiti’, 60 dias após a aplicação do PBZ.

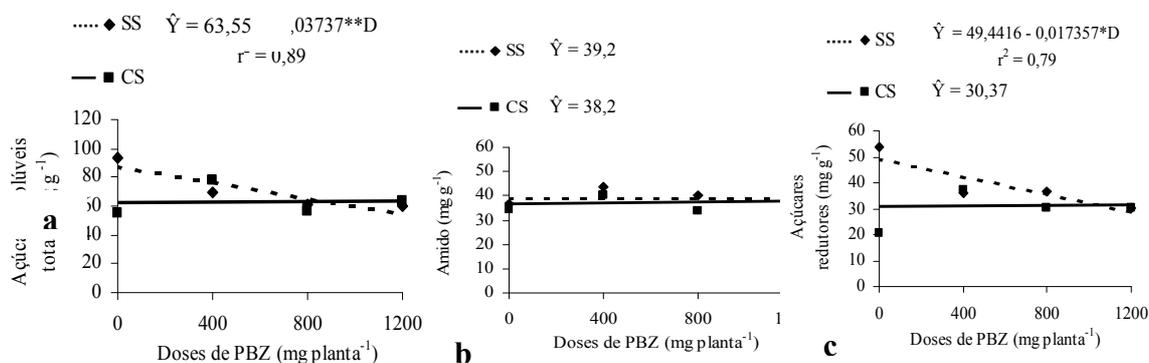


Figura 4 – Estimativa de açúcares solúveis totais, amido e açúcares redutores em folhas de lima ácida ‘Tahiti’, 150 dias após a aplicação do PBZ.

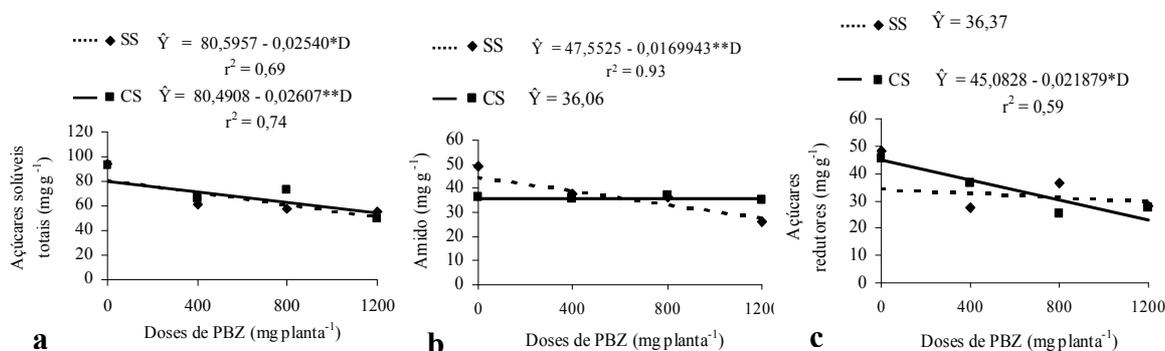


Figura 5 – Estimativa de açúcares solúveis totais, amido e açúcares redutores em folhas de limeira ácida ‘Tahiti’, 180 dias após a aplicação do PBZ.

De acordo com dados apresentados neste trabalho, pode-se inferir que, dependendo dos estádios de desenvolvimento das plantas, ocorre maior ou menor demanda por compostos, como açúcares. Além disso, a produção de flores pode ser sensivelmente afetada pelo desenvolvimento dos brotos vegetativos, devido ao fato de estes demandarem grande quantidade de carboidratos para o seu desenvolvimento.

Observou-se que, em geral, os teores de açúcares solúveis totais, redutores e amido entre as plantas irrigadas e as submetidas ao estresse hídrico não diferiram em todos os períodos avaliados (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios de açúcares solúveis totais (AS), amido (AM) e açúcares redutores (AS), em folhas de limeira ‘Tahiti’ irrigadas (SS) e submetidas ao estresse hídrico (CS) aos 60, 150 e 180 dias após a aplicação do PBZ

Época	0,0		400		800		1200	
	SS	CS	SS	CS	SS	CS	SS	CS
<b>AST</b>	----- mg g <sup>-1</sup> -----							
60	98,98a	82,32b	87,07a	73,43b	81,89a	72,80a	64,42a	70,88a
150	94,20a	55,72b	69,76a	77,73a	60,69a	60,80a	60,12a	60,86a
180	94,56a	92,08a	60,85a	65,40a	58,39a	72,44a	57,44a	48,92a
<b>AM</b>	SS	CS	SS	CS	SS	CS	SS	CS
60	45,78a	42,36a	47,67a	47,72a	43,20a	42,86a	47,17a	46,526a
150	36,5a	34,32a	43,62a	39,97a	40,18a	33,74a	36,53a	39,63Aa
180	48,83a	36,28b	37,63a	35,77a	36,35a	36,95a	26,20a	35,180a
<b>AR</b>	SS	CS	SS	CS	SS	CS	SS	CS
60	58,57a	48,46a	45,97a	35,32a	36,37a	35,03a	34,01a	35,81a
150	53,35a	20,82a	35,93a	37,37a	36,60a	27,07a	30,12a	30,24a
180	48,48a	45,32a	27,63	35,18a	36,35a	25,0a	28,18a	27,81a

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas, para cada dose e variável, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Nas raízes de limeira ácida ‘Tahiti’, os teores de açúcares solúveis totais, amido e açúcares redutores aumentaram com a aplicação das doses crescentes de PBZ (Figura 6), tanto nas plantas que foram irrigadas quanto nas submetidas ao estresse hídrico. Nas plantas irrigadas, as doses crescentes de PBZ aumentaram os teores de açúcares solúveis

em 56,33 e 52,06% nas plantas submetidas a estresse hídrico (Figura 6a). Os acréscimos nos teores de amido foram na ordem de 53,58 e 42,11% (Figura 6b), nas plantas irrigadas e submetidas ao estresse hídrico, respectivamente. Os açúcares redutores aumentaram em média 24,62% nas plantas que foram irrigadas e 32,78% naquelas submetidas a estresse (Figura 6c).

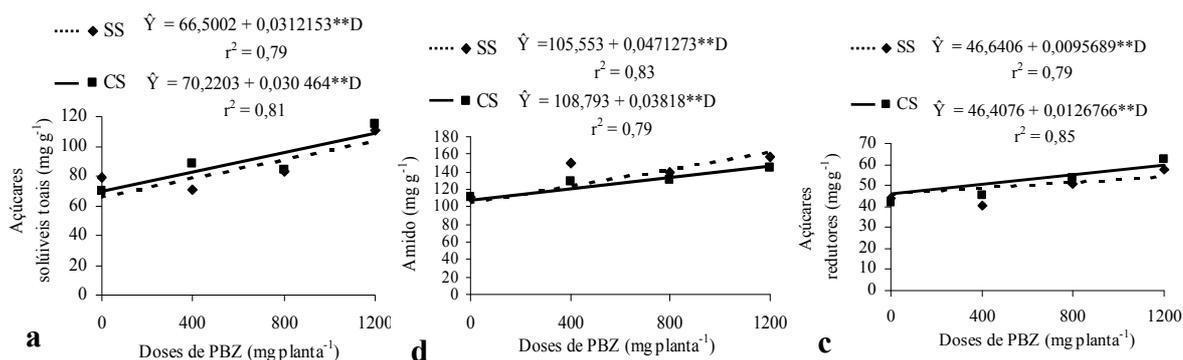


Figura 6 – Estimativa de açúcares solúveis totais, amido e açúcares redutores em raízes de limeira ácida ‘Tahiti’, 180 dias após a aplicação do PBZ.

O acréscimo dos teores de carboidratos nas raízes provavelmente ocorreu em função de um efeito “concentrador” desses carboidratos, devido à redução da massa da matéria seca das raízes. Fernandes (2004), avaliando a distribuição da matéria seca em limoeiro ‘Volkameriano’ tratado com PBZ, observou que a matéria seca das raízes diminuiu com o aumento da dose de PBZ aplicada.

Segundo Okuda et al. (1996), os acréscimos dos teores de carboidratos nas raízes, principalmente de amido, causados pela aplicação do PBZ podem ser um indicador útil para prever o florescimento, devido à redução do crescimento do sistema radicular. A aplicação do PBZ reduz o crescimento das raízes, principalmente das secundárias (FERNANDES, 2004). Assim, se o crescimento das raízes é inibido nas plantas tratadas com PBZ, a síntese de giberelinas é reduzida, pois estas são sintetizadas nas regiões de crescimento, entre elas ápices de raízes (CALDAS, 1996).

A aplicação do PBZ favoreceu o aumento dos teores de carboidratos nas raízes e o decréscimo nas folhas. Resultados semelhantes foram relatados por Vu e Yelenosky (1992), Okuda et al. (1996) e Mehouchi et al. (1996), que, ao fazerem a avaliação dos

teores de carboidratos em plantas tratadas com PBZ, também constataram aumento nos teores de carboidratos nas raízes e decréscimo nos teores foliares.

Esses resultados não indicam, contudo, uma relação direta com o florescimento, como observado por García-Luis et al. (1995), Davenport (1990), Krajewski e Rabe (1995) e Spiegel-Roy e Goldschmidt (1996). No entanto, a redução nos teores de carboidratos pode ser atribuída à demanda das plantas tratadas com PBZ, por ter induzido o maior florescimento das plantas.

Os teores de carboidratos não diferiram, entre as raízes de plantas irrigadas e submetidas ao estresse hídrico, pelo menos quando as plantas não apresentaram florescimento intenso ou não foram submetidas a estresses severos (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios de açúcares solúveis totais (AST), amido (AM) e açúcares redutores (AR), em raízes de limeira ácida ‘Tahiti irrigadas (SS) e submetidas ao estresse hídrico e tratadas (CS) com paclobutrazol

Variável	Estresse	Dose de PBZ (mg planta <sup>-1</sup> )			
		0,0	400	800	1200
		----- mg g <sup>-1</sup> -----			
AST	SS	78,89 a	71,12 a	84,99 a	110,89 a
	CS	69,42 a	88,59 a	83,91 a	111,05 a
AM	SS	89,93 a	149,75 a	139,40 a	156,22 a
	CS	102,18 a	128,14 a	151,22 a	145,47 a
AR	SS	42,67 a	40,15 a	50,80 a	57,88 a
	CS	41,82 a	45,03a	53,84 a	62,23 a

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas, para cada variável, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4. CONCLUSÕES

1. O estresse hídrico reduziu os teores de carboidratos foliares na tangerineira ‘Poncã’ e limeira ácida ‘Tahiti’, devido ao aumento nas brotações emitidas.
2. A aplicação do paclobutrazol causou reduções significativas nos teores foliares de carboidratos, por ter induzido o maior florescimento das plantas.
3. A aplicação do paclobutrazol resultou no acúmulo de reservas de carboidratos nas raízes

#### 5. REFERÊNCIAS

ACOSTA, J. F. et al. Efecto del estresse hidrico y las aplicaciones de urea sobre la inducion floral de los citricos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 17, p. 59-70, 1995.

AGUSTÍ, M. **Citricultura**. Madri: Edicones Mundi-Prensa, 2000. 415 p.

ALI, A. G.; LOVATT, C. J. Relationship of polyamines to low-temperature stress-induced flowering of the 'Washington' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 70, n. 3, p. 491-498, 1995.

BOLDING, H.; SMITH, G.S.; KLAGES, K. Seasonal concentration of non-structural carbohydrates of five *Actinidia* species in fruit, leaf and fine root tissue. **Annals of Botany**, London, v. 85, p. 469-476, 2003.

CALDAS, L. J. Giberelinas. In: **Curso de cultura de células e tecidos de plantas**. Brasília: CBAB/cnph, 1996.

CHAIKIATTIYOS, S.; MENZEL, C. M.; RASMUSSEN, T. S. Floral induction in tropical fruit trees: Effects of temperature and water supplay. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 69, p. 397-415, 1994.

DAVENPORT, T. L. Citrus flowering. **Horticultural Reviews**, New York, v. 12, p. 349-408, 1990.

FERNANDES, A. R. **Crescimento do limoeiro ‘Volkameriano’ tratado com paclobutrazol e ácido giberélico**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GARCÍA-LUIS, A.; KANDUSER, M. Changes in dormancy and sensitivity to vernalization in axillary buds of Satsuma mandarin examined in vitro during the annual cycle. **Annals of Botany**, London, v. 76, p. 451-455, 1995.

GOLDSCHMIDT, E. E. Carbohydrate supply as a critical factor for citrus fruit development and productivity. **HortScience**, Alexandria, v. 34, p. 1020-1024, 1999.

GOLDSCHMIDT, E. E. et al. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 29, p. 159-166, 1985.

GOLDSCHMIDT, E. E.; GOLOMB, A. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus tree and significance of reserves for flowering and fruiting. **Journal American Society Horticultural Science**, Michigan, v. 107, p. 206-208, 1982.

GUARDIOLA, J. L.; GARCIA-MARI, F.; AGUSTÍ, M. Competition and fruit set in Washington Navel orange. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 62, p. 297-302, 1984.

ITO, A.; HAYAMA, H.; KASHIMURA, Y. Sugar metabolism in bud during flower bud formation: a comparison of the Japanese pear [*Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nak.] cultivars possessing different flowering habitats. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 96, p. 163-175, 2003.

KALIL, G. P. C. et al. Anelamento e ácido giberélico na frutificação da uva ‘Maria’ sem sementes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, p. 1-15, 1999.

KRAJEWSKI, A. J.; RABE, E. Citrus flowering: A critical evaluation. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 70, n. 3, p. 357-374, 1995.

McCREADY, R. M. et al. Determination of starch and amylase in vegetables. Application to peas. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 22, p. 1156-1158, 1950.

MEHOUACHI, J. et al. Effects of gibberellic acid and paclobutrazol on growth and carbohydrate accumulation in shoots and roots of citrus rootstock seedlings. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 71, p. 747-754, 1996.

MOSS, G. I.; STEER, B.T.; KRIEDMANN, P. E. The regulatory role of inflorescence leaves in fruit-setting by sweet orange (*Citrus sinensis*). **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 27, p. 432-438, 1972.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 153, p. 375-380, 1944.

OKUDA, H.; KIHARA, T.; IWAGAKI, I. Effects of paclobutrazol application to soil at the beginning of maturation on sprouting, shoot growth, flowering and carbohydrate contents in roots and leaves of Satsuma mandarine. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 71, p. 785-789, 1996.

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.

SOMOGY, M. Notes on sugar determination, **Journal of Biology Chemistry**, Bethesda, v. 95, p. 19-23, 1952.

SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. Reproductive physiology: flowering and fruiting. In: \_\_\_\_\_. **Biology of citrus**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. p. 70-125.

VU, J. C.V.; YELENOSKY, G. Growth and photosynthesis of sweet orange plants treated, with paclobutrazol. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 11, n. 2, p. 85-89, 1992.

## CONCLUSÕES GERAIS

O estresse hídrico aplicado não induziu o florescimento da tangerineira 'Poncã' e da limeira ácida 'Tahiti' nas condições da câmara de crescimento, no entanto favoreceu o aumento do florescimento quando aplicado em tangerineira 'Poncã' e limeira ácida 'Tahiti' na casa de vegetação. Isso possivelmente foi devido à eliminação da dormência das gemas quando submetidas a baixas temperaturas que também ocorreram durante o período.

O estresse hídrico reduz o potencial hídrico foliar na tangerineira 'Poncã' e na limeira ácida 'Tahiti', entretanto pode variar em função de cultivares, observando-se os maiores valores na limeira 'Tahiti'.

Houve redução nos teores de carboidratos foliares na tangerineira 'Poncã' e limeira ácida 'Tahiti', devido ao aumento nas brotações emitidas, em razão da eliminação da dormência das gemas quando submetidas ao estresse hídrico.

As doses de PBZ aplicadas aumentaram o número de flores emitidas nas plantas provenientes da casa de vegetação, naquelas que foram irrigadas e nas submetidas a estresse hídrico em 170,2%, 137,5% e 371,3%, respectivamente, em comparação com o número de flores emitidas pelas plantas-testemunha.

As doses de PBZ que induziram maior número de flores foram de 819,81 mg planta<sup>-1</sup>, 732,2 mg planta<sup>-1</sup> e 762,1 mg planta<sup>-1</sup> de PBZ, nas plantas provenientes da casa de vegetação, naquelas que foram irrigadas e nas submetidas a estresse hídrico, respectivamente.

O PBZ aumentou o número de brotações total e de frutos nas plantas provenientes da casa de vegetação, nas que foram irrigadas e naquelas submetidas a estresse hídrico. No entanto, nas plantas irrigadas e submetidas ao estresse houve redução nas brotações vegetativas e aumento de todos os tipos de inflorescências emitidas e intensidade das unidades SPAD nas folhas dos brotos novos e maduros das plantas que foram irrigadas e submetidas a estresse hídrico.

Os teores foliares de carboidratos reduziram-se com a aplicação do PBZ, por terem induzido maior florescimento das plantas, porém resultaram no acúmulo de reservas de carboidratos nas raízes em razão, provavelmente, da redução na massa da matéria seca das raízes, ocorrendo efeito “concentrador” desses carboidratos.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE A

Quadro 1A – Resumo da análise de variância do número de brotações por 100 nós (NB) e do potencial hídrico foliar ( $\Psi_wF$ ) de tangerineiras ‘Poncã’ e limeiras ácidas ‘Tahiti’ induzidas ao florescimento, mediante a aplicação de estresse hídrico

FV	GL	Quadrado Médio	
		NB	$\Psi_wF$
B	6	126,3199	0,0022
Estresse (S)	3	588,0598**	14,1207**
Variedade (V)	1	44,06424**	0,7031**
S x V	3	607,6635**	0,4954**
Resíduo	42	130,1686	0,61354
CV (%)		23,0	3,70

\*\* F significativo a 1%.

Quadro 2A – Resumo da análise de variância conjunta do número de brotações por 100 nós (NB), potencial hídrico foliar ( $\Psi_wF$ ) de tangerineiras ‘Poncã’ e limeiras ácidas ‘Tahiti’ conduzidas em dois ambientes, câmara de crescimento e casa de vegetação

FV	GL	Quadrados Médios	
		NB	$\Psi_wF$
Bloco/Amb	10	80,3049	0,2006
Variedade (V)	1	501,6698 <sup>ns</sup>	0,1041 <sup>ns</sup>
Estresse (S)	2	551,0573 <sup>ns</sup>	52,6318**
V X S	2	59,3060 <sup>ns</sup>	0,1688 <sup>ns</sup>
Ambiente (A)	1	2475,649**	16,5331**
A x V	1	3,0559 <sup>ns</sup>	1,0114*
A x T	2	711,6223**	7,1752**
A x V x T	2	6,6488 <sup>ns</sup>	0,0516 <sup>ns</sup>
Resíduo	50	139,2572	0,2461
CV (%)		35,99	25,24

\*\* F significativo a 1%, \* F significativo a 5% e <sup>ns</sup> F não-significativo a 5%.

Quadro 3A – Resumo da análise de variância do número de flores (NF), brotações vegetativas (BV), brotações floríferas (BF) e brotações mistas (BM) por 100 nós de tangerineiras ‘Poncã’ e limeiras ácidas ‘Tahiti’ conduzidas na casa de vegetação

FV	GL	Quadrados Médios			
		NF	BV	BF	BM
Bloco	5	4444,921	152,4201	34,0431	165,4395
TRAT (T)	2	14360,940*	166,0723 <sup>ns</sup>	442,2191**	122,8870 <sup>ns</sup>
Variedade (V)	1	81204,920**	46,7071 <sup>ns</sup>	867,7976**	1530,612 <sup>ns</sup>
T x V	2	6885,699 <sup>ns</sup>	76,2399 <sup>ns</sup>	214,8600**	411,3963 <sup>ns</sup>
Resíduo	25	4064,944	58,9951	34,17120	205,9047
CV (%)		82,40	45,07	86,5	96,0

\*\* F significativo a 1%, \* F significativo a 5% e <sup>ns</sup> F não-significativo a 5%.

Quadro 4A – Resumo da análise de variância de brotações (NB) por 100 nós e do potencial hídrico foliar ( $\Psi_wF$ ) de tangerineiras ‘Poncã’ e limeiras ácidas ‘Tahiti’ conduzidas em câmara de crescimento

FV	GL	Quadrado Médio	
		NB	$\Psi_wF$
Bloco	3	141,2039	0,0687
Estresse (S)	3	94,71648*	16,7002**
Variedade (V)	1	5205,987**	8,3538**
T x V	3	25,77091 <sup>ns</sup>	1,5729**
Resíduo	21	89,84324	0,61354
CV (%)		27,73	12,51

\*\* F significativo a 1%, \* F significativo a 5% e <sup>ns</sup> F não-significativo a 5%.

Quadro 5A – Resumo da análise de variância do número de brotações (NB) por 100 nós de limeiras ácidas ‘Tahiti’ tratadas com PBZ e provenientes da câmara de crescimento

FV	GL	Quadrado Médio
		NB
Bloco	3	53.66392
Dose	3	543.6271**
Resíduo	9	20.04709
C.V (%)		27.012

\*\* F significativo a 1%.

Quadro 6A – Resumo da análise de variância das leituras SPAD nas folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ e tangerineiras ‘Poncã’ tratadas com PBZ quando induzidas e não-induzidas ao florescimento, mediante a aplicação do estresse hídrico

FV	GL	Quadrado Médio	
		CFM	CFN
Bloco	3	4.813094	8.285863
Estresse (S)	1	579.7169**	390.5215**
Dose(D)	3	861.4135**	801.1101**
E x D	3	26.33148*	73.68169*
Resíduo (a)	21	6.990162	25.49293
Época (EP)	5	203.6870**	40.90939 <sup>ns</sup>
EP x S	5	55.43453**	41.99764 <sup>ns</sup>
E x D	15	31.28654**	64.68556**
E x S x D	15	5.305573 <sup>ns</sup>	15.47131 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	120	4.389982	20.71953 <sup>ns</sup>
CV (%) parcela		3,44	13,56
CV (%) subparcela		2,73	12,22

\*\* F significativo a 1%, \* F significativo a 5% e <sup>ns</sup> F não-significativo a 5%.

Quadro 7A – Resumo da análise de variância do número de brotações (NB), número de flores (NF), número de frutos (NF) e vingamento de frutos (VF) de limeiras ácidas ‘Tahiti’ tratadas com PBZ e provenientes da casa de vegetação

FV	GL	Quadrado Médio							
		NB	NFL	NFR	VF	GU	MU	GM	MM
Bloco	3	50,2473	724,3962	119,4104	7,6716	11,05170	29,28765	10,90166	12,37018
Dose	3	817,7419*	8572,484*	1274,972*	240,1699**	9,020671 <sup>ns</sup>	1,1899160 <sup>ns</sup>	62,75749	429,9595**
Resíduo	9	122,7259	1517,491	187,1303	28,7541	3,759488	7,5360583	17,60568	55,23085
CV (%)		25,67	33,02	46,39	23,07	45,83	37,29	35,52	36,97

\*\* F significativo a 1%, \* F significativo a 5% e <sup>ns</sup> F não-significativo a 5%.

Quadro 8A – Resumo da análise de variância do número de brotações (NB), número de flores (NF), brotações vegetativas (BV) e brotações mistas uniflorais (MU), floríferas uniflorais (FU), mistas multiflorais e floríferas multiflorais (FM) por 100 nós de limeiras ácidas ‘Tahiti’ tratadas com PBZ quando aplicado em plantas induzidas e não-induzidas ao florescimento, mediante a aplicação do estresse hídrico

FV	GL	Quadrado Médio						
		NB	NF	BV	MU	FU	MM	FM
Bloco	3	14,86023	400,1134	5,503807	1,923652	0,9985	3,462287	0,3393594
Estresse (S)	1	493,6567 <sup>**</sup>	8015,334 <sup>**</sup>	93,34505 <sup>**</sup>	12,65668 <sup>**</sup>	8,205527 <sup>**</sup>	6,434311 <sup>ns</sup>	23,84472 <sup>**</sup>
Dose (D)	3	76,62098 <sup>ns</sup>	1658,5960 <sup>*</sup>	35,21526 <sup>*</sup>	0,6723814 <sup>ns</sup>	0,9848647 <sup>ns</sup>	4,706229 <sup>ns</sup>	2,164087 <sup>ns</sup>
D x S	3	30,7479 <sup>ns</sup>	534,9161 <sup>ns</sup>	7,507914 <sup>ns</sup>	0,4625494 <sup>ns</sup>	0,1049532 <sup>ns</sup>	3,087530 <sup>ns</sup>	27,2313 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	29,60985	502,9161	9,616430	0,996141	0,4035288	2,7548	1,416464
CV (%)		29,46	42,33	27,76	81,13	80,14	49,50	54,17

<sup>\*\*</sup> F significativo a 1%, <sup>\*</sup> F significativo a 5% e <sup>ns</sup> F não-significativo a 5%.

Quadro 9A – Resumo da análise de variância do número de brotações (NB), número de flores (NF), brotações vegetativas (BV), brotações floríferas uniflorais (GU), mistas uniflorais (MU), floríferas multiflorais (FM), mistas multiflorais (MM), número de frutos (NFU) por 100 nós e o vingamento de frutos (VFU) de plantas de limas ácidas ‘Tahiti’ tratadas com PBZ quando aplicado em plantas induzidas e não-induzidas ao florescimento, mediante a aplicação do estresse hídrico, aos 180 dias após a aplicação do PBZ

80

FV	GL	Quadrado Médio								
		NB	NF	BV	FU	MU	FM	MM	NFU	VFU
Bloco	3	367,9678	4271,727	143,3703	0,286731	1,0121	37,5833	47,0638	44,67767	48,68323
Estresse (S)	1	45,5767 <sup>ns</sup>	2073,183 <sup>ns</sup>	0,33662 <sup>ns</sup>	0,2744 <sup>ns</sup>	1,4214 <sup>ns</sup>	16,1613 <sup>ns</sup>	19,6027 <sup>ns</sup>	4,018178 <sup>ns</sup>	88,9472 <sup>ns</sup>
Dose (D)	3	568,3834 <sup>*</sup>	20981,170 <sup>**</sup>	484,3623 <sup>*</sup>	4,2947 <sup>**</sup>	6,0797 <sup>*</sup>	188,0897 <sup>**</sup>	265,2243 <sup>**</sup>	134,1167 <sup>**</sup>	27,18244 <sup>ns</sup>
D x S	3	73,50219 <sup>ns</sup>	1464,628 <sup>ns</sup>	20,4372 <sup>ns</sup>	2,2521 <sup>*</sup>	4,3991 <sup>ns</sup>	22,4097 <sup>ns</sup>	23,4782 <sup>ns</sup>	3,483369 <sup>ns</sup>	83,77947 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	150,4606	2761,492	144,3937	0,7031	1,6480	21,8062	38,2348	15,57974	77,04545
CV (%)		30,73	42,64	88,64	66,30	47,10	50,54	45,04	37,76	83,72

\*\* F significativo a 1%, \* F significativo a 5% e <sup>ns</sup> F não-significativo a 5%.

Quadro 10A – Resumo da análise de variância dos teores de carboidratos, açúcares solúveis totais (AST), amido (AM) e açúcares redutores (AR) em folhas de tangerineiras ‘Poncã’ e limeiras ácidas Tahiti’ submetidas a estresse hídrico

FV	GL	Quadrados Médios		
		AST	AM	AR
Bloco	3	42,56329	60,90945	71,0698
Variedade (V)	1	190,4731 <sup>ns</sup>	84,69414*	114,3685 <sup>ns</sup>
Estresse (S)	3	143,7925 <sup>ns</sup>	640,9726**	165,9942 <sup>ns</sup>
V x S	3	498,544*	4,94854 <sup>ns</sup>	443,1126*
Resíduo (a)	21	145,0344	17,46202	102,9073
Época (E)	1	6091,733*	4402,156**	1461,575**
E x V	1	597,4173 <sup>ns</sup>	210,7736**	87,39574 <sup>ns</sup>
E x S	3	108,6249 <sup>ns</sup>	633,9296**	316,6917*
E x V x S	3	222,006 <sup>ns</sup>	40,2226 <sup>ns</sup>	148,528 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	24	214,540	15,63593	95,8858
CV (%) parcela		11,55	9,46	10,22
CV (%) subparcela		13,48	8,96	12,92

\*\* F significativo a 1%, \* F significativo a 5% e <sup>ns</sup> F não-significativo a 5%.

Quadro 11A – Resumo da análise de variância dos teores de carboidratos, açúcares solúveis totais (AST), amido (AM) e açúcares redutores (AR) em folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ que receberam a aplicação de PBZ e eram provenientes da casa de vegetação e da câmara de crescimento

FV	GL	Quadrados Médios		
		AS	AM	AR
Bloco	3	19,38576	22,33142	16,3338
Ambiente (A)	1	2470,0191**	91,76521 <sup>ns</sup>	263,6019 <sup>ns</sup>
Dose (D)	3	1752,013**	243,2639**	131,6424 <sup>ns</sup>
A x D	3	1688,2870**	562,2524**	258,8638 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	21	172,4921	70,20592	139,1923
Época (E)	1	5886,224**	1708,258**	1979,878**
E x A	1	2,567692 <sup>ns</sup>	51,87339 <sup>ns</sup>	120,2459 <sup>ns</sup>
E x D	3	110,6201 <sup>ns</sup>	199,3840*	191,0620 <sup>ns</sup>
E x A x D	3	102,1607 <sup>ns</sup>	32,64415 <sup>ns</sup>	68,83505 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	24	200,6798	47,10541	83,7595
CV (%) parcela		8,17	14,33	9,17
CV (%) subparcela		9,59	9,52	6,84

\*\* F significativo a 1%, \* F significativo a 5% e <sup>ns</sup> F não-significativo a 5%.

Quadro 12A – Resumo da análise de variância dos teores de carboidratos, açúcares solúveis totais (AS), amido (AM) e açúcares redutores (AR) em folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ tratadas com PBZ quando induzidas e não-induzidas ao florescimento, mediante a aplicação do estresse hídrico

FV	GL	Quadrados Médios		
		AS	AM	AR
Bloco	3	96,9143	85,31698	20,63352
D (D)	3	3935,1500**	76,01339 <sup>ns</sup>	342,0348**
Estresse(S)	1	1877,2800**	27,29233 <sup>ns</sup>	206,0639 <sup>ns</sup>
D x S	3	739,0720**	127,6021 <sup>ns</sup>	387,2476**
Resíduo (a)	21	51,7701	68,43680	90,07561
Época (E)	2	1679,912**	653,7808**	342,1114*
E x D	6	688,5282**	87,64951 <sup>ns</sup>	91,8591 <sup>ns</sup>
E x S	2	470,2637**	0,0038366 <sup>ns</sup>	1160,165**
E x S x D	6	348,3009**	37,16641 <sup>ns</sup>	455,8512**
Resíduo (b)	48	83,2371	74,36602	71,45029
CV (%) parcela		10,70	20,52	19,14
CV (%) subparcela		13,57	21,39	17,05

\*\* F significativo a 1%, \* F significativo a 5% e <sup>ns</sup> F não-significativo a 5%.

Quadro 13A – Resumo da análise de variância dos teores de carboidratos, açúcares solúveis totais (AST), amido (AM) e açúcares redutores (AR) em raízes de limeiras ácidas ‘Tahiti’ tratadas com PBZ quando induzidas e não-induzidas ao florescimento mediante a aplicação do estresse hídrico

FV	GL	Quadrados Médios		
		AS	AM	AR
Bloco	3	102,9283	278.6162	2,535985
Estresse(S)	3	72,90353 <sup>ns</sup>	36.24410 <sup>ns</sup>	21,2947 <sup>ns</sup>
Dose (D)	1	2312,078**	4979.045**	318,5932**
S x D	3	193,2878 <sup>ns</sup>	565.9310 <sup>ns</sup>	6,797778 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	64,08822	233.2561	17,28178
CV (%)		9,23	11,50	7,81

\*\* F significativo a 1%, \* F significativo a 5% e <sup>ns</sup> F não-significativo a 5%.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)