

CASSIANO SPAZIANI PEREIRA

**PEGAMENTO DE FRUTOS E TEORES DE CARBOIDRATOS NAS FOLHAS  
DE LIMEIRAS ÁCIDAS 'TAHITI' ANELADAS E TRATADAS COM  
ÁCIDO GIBERÉLICO**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008

CASSIANO SPAZIANI PEREIRA

**PEGAMENTO DE FRUTOS E TEORES DE CARBOIDRATOS NAS FOLHAS  
DE LIMEIRAS ÁCIDAS 'TAHITI' ANELADAS E TRATADAS COM  
ÁCIDO GIBERÉLICO**

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

APROVADA: 8 de setembro de 2008.

---

Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão  
(Co-orientador)

---

Prof. Paulo Roberto Cecon  
(Co-orientador)

---

Prof. Cláudio Horst Bruckner

---

Prof. Gustavo de Azevedo Campos

---

Prof. Dalmo Lopes de Siqueira  
(Orientador)

*A Deus, pela vida e oportunidade do estudo.*

*Ao meu pai Stélio.*

*À minha mãe Maria Célia.*

*Aos meus sobrinhos Vinícius e Bianca, pelo carinho.*

*Aos meus sogros Luiz Carlos e Maria Aparecida*

*A todos que de alguma forma me ajudaram nesta caminhada.*

*Ofereço*

*À minha esposa, Juliana, por sempre ter me estimulado a conquistar o meu sonho:*

*“Ao lado de um grande homem há uma grande mulher. Não sou um grande homem, mas tenho uma grande mulher.” (Augusto Cury)*

*Ao meu filho Gabriel, pelos beijos diários, pelo carinho e por fazer a minha vida mais feliz.*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao professor Dalmo Lopes de Siqueira, pelos ensinamentos e pela eficiente orientação.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa.

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

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

Ao professor Cláudio Horst Bruckner, pelas sugestões e pelo apoio.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia e do Setor de Fruticultura da UFV que, direta ou indiretamente colaboraram para o bom êxito do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, do Setor de Fruticultura e do Pomar do Fundão que, direta ou indiretamente colaboraram com o trabalho.

Ao amigo Dierlei dos Santos, pela ajuda, pela dedicação e pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

A todos os amigos e colegas do Programa de Pós-Graduação: Danielle, Aline, Carlos Eduardo, Américo, Rodrigo, Cícero, José Osmar, Sergio, Robson e Hilário, pelo apoio, pela amizade e pela agradável convivência.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

CASSIANO SPAZIANI PEREIRA, filho de Stélio dos Reis Pereira e Maria Célia Spaziani Pereira, nasceu em São Carlos, São Paulo, em 13 de junho de 1977.

Em julho de 2001, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Lavras-MG.

Em fevereiro de 2004, concluiu o curso de Mestrado na Universidade Federal de Lavras-MG.

Em agosto de 2004, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Fitotecnia, na área de Fruticultura, na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, submetendo-se à defesa de tese em setembro de 2008.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	5
<b>ARTIGO 1 - PEGAMENTO DE FRUTOS E TEORES DE CARBOIDRATOS NAS FOLHAS DE LIMEIRAS ÁCIDAS 'TAHITI' COM INCISÃO ANELAR DE RAMOS E TRATADAS COM ÁCIDO GIBERÉLICO</b> .....	7
RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	7
INTRODUÇÃO .....	8
MATERIAL E MÉTODOS .....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
CONCLUSÕES .....	20
LITERATURA CITADA .....	20
<b>ARTIGO 2 - CRESCIMENTO VEGETATIVO DE LIMEIRAS ÁCIDAS 'TAHITI' ANELADAS E TRATADAS COM ÁCIDO GIBERÉLICO</b> .....	24
RESUMO .....	24
ABSTRACT .....	24
INTRODUÇÃO .....	25
MATERIAL E MÉTODOS .....	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
CONCLUSÕES .....	37
LITERATURA CITADA .....	38

<b>ARTIGO 3 - PEGAMENTO DE ESTRUTURAS FLORAIS E FRUTOS DE LIMEIRAS ÁCIDAS 'TAHITI' ANELADAS E TRATADAS COM ÁCIDO GIBERÉLICO .....</b>	<b>41</b>
RESUMO .....	41
ABSTRACT .....	41
INTRODUÇÃO .....	42
MATERIAL E MÉTODOS .....	43
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
CONCLUSÕES .....	54
LITERATURA CITADA .....	54
<b>ARTIGO 4 - PRODUÇÃO DE FRUTOS E TEORES DE CARBOIDRATOS NAS FOLHAS DE LIMEIRA ÁCIDA 'TAHITI' ANELADAS E TRATADAS COM ÁCIDO GIBERÉLICO .....</b>	<b>58</b>
RESUMO .....	58
ABSTRACT .....	58
INTRODUÇÃO .....	59
MATERIAL E MÉTODOS .....	61
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	64
CONCLUSÕES .....	72
LITERATURA CITADA .....	72
<b>APÊNDICE A - ARTIGO 1 .....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE B - ARTIGO 2 .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE C - ARTIGO 3 .....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE D - ARTIGO 4 .....</b>	<b>82</b>

## RESUMO

PEREIRA, Cassiano Spaziani, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2008. **Pegamento de frutos e teores de carboidratos nas folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ aneladas e tratadas com ácido giberélico.** Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira. Co-Orientadores: Luiz Carlos Chamhum Salomão e Paulo Roberto Cecon.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de quatro concentrações de ácido giberélico e três épocas de incisão anelar e anelamento de ramos sobre várias características vegetativas, os teores de carboidratos nas folhas, o pegamento e a produção de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’. Foram realizados dois experimentos. No primeiro, foi avaliado o efeito de três épocas de incisão anelar e quatro concentrações de GA<sub>3</sub> sobre os teores de açúcares solúveis totais e amido nas folhas, o pegamento de frutos e a produção em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ cultivadas em vaso. Para as variáveis teores de açúcares solúveis totais e amido utilizou-se o esquema de parcela subdividida no tempo, com um fatorial 4 x 3 nas parcelas. Quanto às variáveis pegamento de frutos e número de frutos colhidos, o esquema experimental foi apenas o fatorial 4 x 3. O primeiro fator foi a aplicação de GA<sub>3</sub> em quatro concentrações (0, 7, 14 e 21 mg/L), quando 80% das pétalas haviam sofrido abscisão, e o segundo, as duas épocas de incisão anelar: uma feita no início do florescimento (IAIF) e outra um mês após (IAMAF), mais a testemunha sem incisão anelar (SIA). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições e duas plantas por parcela. A aplicação de GA<sub>3</sub> e as épocas de anelamento não tiveram efeito sobre os teores de açúcares solúveis totais, o pegamento de frutos e a



produção. Verificou-se aumento nos teores de amido nas folhas das plantas com a IMAF aos 60 dias após o florescimento, mas ele não foi suficiente para promover aumento no pegamento de frutos e na produção. No segundo experimento, foi avaliado o efeito de três épocas de anelamento de ramos e a aplicação de quatro concentrações de GA<sub>3</sub> sobre o crescimento vegetativo, a cor verde das folhas (índice SPAD), os teores de açúcares solúveis totais e amido nas folhas, o pegamento de frutos, e a produção de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ cultivadas em campo. Para as variáveis altura das plantas, cor verde das folhas (índice SPAD) e crescimento dos frutos, utilizou-se o esquema de parcela subdividida no tempo, com um fatorial 4 x 3 nas parcelas. Quanto às variáveis pegamento de frutos, produção e peso médio dos frutos, foi utilizado apenas o fatorial 4 x 3, sendo o delineamento experimental e os fatores os mesmos do primeiro experimento; contudo, em vez de se utilizar a incisão anelar, foi usado o anelamento de ramos. Os teores de açúcares solúveis totais e amido foram avaliados apenas nas plantas aneladas, devido aos resultados positivos desta prática sobre o pegamento dos frutos, o que não ocorreu nas plantas com a aplicação de GA<sub>3</sub>. Verificou-se que as épocas de anelamento e o GA<sub>3</sub> anteciparam o crescimento inicial dos frutos, porém isso não influenciou o crescimento dos frutos até a colheita. O GA<sub>3</sub> não teve efeito sobre nenhuma outra variável. As épocas de anelamento reduziram o crescimento vegetativo das plantas e a cor verde das folhas; nas plantas com o anelamento no início do florescimento (AIF) os efeitos foram mais pronunciados do que naquelas com o anelamento um mês após o florescimento (AMAF). Essa diferença foi atribuída às melhores condições climáticas na recuperação dos tecidos anelados das plantas com o AMAF, em relação àquelas com o AIF. As plantas com o AIF e o AMAF tiveram o pegamento de frutos aumentado, em comparação com as plantas SA, em 220 e 229%, respectivamente, sendo esse efeito atribuído ao aumento de carboidratos (açúcares solúveis totais e amido) verificado nas folhas cerca de 30 dias após a realização dos anelamentos. O número de frutos colhidos foi 197 e 259% maior nas plantas com o AIF e AMAF, respectivamente, em relação às plantas AS, e a produção (peso/parcela) das plantas com o AIF e AMAF foi, respectivamente, 254 e 265% superior à das plantas SA. O maior pegamento e a maior produção promoveram redução no peso médio dos frutos das plantas com o AIF e AMAF de 19 e 8,59%, respectivamente, em relação às plantas SA.

## ABSTRACT

PEREIRA, Cassiano Spaziani, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2008. **Onset of fruit and carbohydrate contents of the acid lime tree 'Tahiti' leaves girdled and treated with gibberellic acid.** Adviser: Dalmo Lopes de Siqueira. Co-Advisers: Luiz Carlos Chamhum Salomão and Paulo Roberto Cecon.

The objective of this work was to evaluate the effect of four concentrations of gibberellic acid and three periods of girdle incisions and girdling of branches on various vegetative characteristics, the carbohydrate contents of the leaves, the onset and production of fruits of the acid lime tree 'Tahiti'. Two experiments were carried out. In the first one, the effect of three periods of girdle incisions and four concentrations of GA<sub>3</sub> on the total soluble sugar and starch contents in the leaves, the onset and production of fruit in plants of the acid lime tree 'Tahiti' grown in pots was evaluated. For the variables total soluble sugar and starch contents the design of subdivided plots in time was used, with a factorial 4 x 3 in the plots. As to the variables onset of fruits and number of fruits harvested, the experimental design used was only the 4 x 3 factorial. The first factor was the application of GA<sub>3</sub> in four concentrations (0, 7, 14 and 21 mg/L), when 80% of the petals had been abscised, and the second one, the two periods of girdle incision: one done at the beginning of flowering (IAIF) and the other one month later (IAMAF), plus the control without the girdle incision (SIA). The experimental design was in casualized plots, with five repetitions and two plants per plot. The application of GA<sub>3</sub> and the girdling periods did not have an effect on the total soluble sugar contents, on the onset and production of the fruits. An increase of the

starch contents in the leaves of the IMAF plants was observed at 60 days of flowering, but these were not enough to promote an increase in the onset and production of the fruits. In the second experiment, the effect of three periods of girdling of the branches and the application of four concentrations of GA<sub>3</sub> on the vegetative growth, on the green colour of the leaves (SPAD index), on the total soluble sugar and starch contents of the leaves, on the onset and production of fruits of the acid lime tree 'Tahiti' grown in the field was evaluated. For the variables height of the plants, green colour of the leaves (SPAD index) and growth of the fruits, the design of plots subdivided in time, with a factorial 4 x 3 in the plot was used. As to the variables onset, production and average weight of the fruits, only the factorial 4 x 3 was used, and the experimental design and their factors were the same used for the first experiment. However, instead of using the girdle incision, the girdling was used on the branches. The total soluble sugar and starch contents were evaluated only in the girdled plants, due to the positive results of this practice on the onset of the fruits, which did not occur on the plants with the GA<sub>3</sub> application. It was verified that the periods of girdling and the application of GA<sub>3</sub> anticipate the initial growth of the fruits but it did not have any influence on the growth of the fruits until the harvest. The GA<sub>3</sub> did not have any effect on other variables. The girdling periods reduced the vegetative growth of the plants and the green colour of the leaves. In the plants girdled at the beginning of the flowering (AIF), the effects were stronger than in those with the girdling done one month after flowering (AMAF). This difference was attributed to the better climatic conditions for the healing of the girdled tissues of the AMAF plants, in relation to AIF ones. The AIF and AMAF plants had an increase on the onset of the fruits compared with the SA plants, of 220 and 229%, respectively, and this effect was attributed to the increase of carbohydrates (total soluble sugars and starch) which were observed in the leaves at about 30 days after the girdling practice. The number of fruits harvested were 197 and 259% greater than of the AIF and AMAF plants, respectively, in relation to the AS plants, and the production (weight/plot) of the AIF and AMAF plants, was, respectively, 254 and 265% above those of the SA plants. The greatest onset production caused a reduction of 19 and 8.59% on the average weight of the fruits of the AIF and AMAF plants, respectively, in relation to the SA plants.

## INTRODUÇÃO GERAL

A produção da limeira ácida ‘Tahiti’ no Brasil é divulgada de forma conjunta com os dados de produção de limões verdadeiros e outras limas ácidas. Em 2007, a produção de limas e limões no País foi de 1 milhão de toneladas, e a limeira ácida ‘Tahiti’ representou entorno de 90% desse total, ou seja, aproximadamente 900 mil toneladas (Agrianual, 2008).

Existem três vantagens que favorecem o plantio da limeira ácida ‘Tahiti’ no Brasil. A primeira é que esta cultivar apresenta produtividade alta – mais de 200 kg de frutos por planta por ano – principalmente em regiões tropicais. Outra vantagem é a produção de frutos durante praticamente o ano todo. Por último, a vantagem da grande possibilidade de seu uso *in natura*, pela elaboração de sucos concentrados, e do emprego industrial como aromatizante de alimentos e ingrediente de perfumaria do óleo essencial retirado de sua casca (Luchetti, 2003).

A lima ácida ‘Tahiti’ apresenta propriedades medicinais, como estimulante da digestão, antioxidante e antisséptica, tendo amplo uso nas formulações homeopáticas (Luchetti, 2003).

Os frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ são apirênicos, ou seja, não apresentam sementes. Dessa forma, a polinização e fecundação não são importantes para a formação do futuro fruto, porém estes são mais propensos à abscisão do que os frutos de cultivares com sementes (Monselise, 1978). Essa propensão à abscisão diminui o pegamento de frutos, podendo ser esse um dos principais fatores limitantes à produção,

sobretudo nos anos em que as plantas apresentam baixo florescimento (Goldschmidt; Monselise, 1977).

O processo de abscisão é caracterizado pela expressão de alguns genes que sintetizam enzimas promotoras do enfraquecimento de células adjacentes a uma “zona de abscisão”, gerando a separação celular. A determinação de onde e quando a separação irá acontecer ocorre por meio da alteração do balanço entre os hormônios vegetais etileno e auxinas no tecidos. Na abscisão de frutos de *Citrus* existem duas “zonas de abscisão”: uma na união do ramo ao pedúnculo e outra na região do cálice (Taylor & Whitelaw, 2001).

A formação das “zonas de abscisão” ocorre graças à presença de algumas enzimas no local onde se formam as zonas de abscisão. Bonghi et al. (2000) relacionaram, em fruteiras, a abscisão à presença de duas enzimas hidrolíticas, a  $\beta$ -1,4-endoglucanase (EG) ou celulase e a poligalacturonase (PG), verificando que a ativação das zonas de abscisão é acompanhada pelo incremento em atividade, transcrição e acúmulo de uma ou de ambas as enzimas.

A principal hipótese da ocorrência do fenômeno de abscisão foi citada por Guardiola e Ruiz (1994) e Mehouchi et al (1996), os quais verificaram que baixos teores de sacarose podem ser um fator limitante para o pegamento de frutos em *Citrus*, mas seu papel é o de um “gatilho inicial” para ocorrência da abscisão. Quando ocorre redução nos teores de sacarose nos tecidos de uma planta, esta aumenta as concentrações de alguns hormônios nos frutos, que efetivamente regulam a abscisão, sendo a fixação de frutos relacionada com os teores de giberelinas, e a abscisão, com o etileno.

Diante da constatação da importância das giberelinas no pegamento de frutos, Guardiola & Ruiz (1994) propuseram a aplicação exógena de giberelinas nas plantas durante a fase de abscisão de pétalas, em que os teores desse hormônio são reduzidos nos tecidos dos frutos, para aumentar o pegamento das estruturas reprodutivas.

Atualmente, recomenda-se que a aplicação do ácido giberélico ( $GA_3$ ) seja realizada em pleno florescimento, em concentrações que variam entre 10 e 20 mg/L, verificando-se que o  $GA_3$  atua aumentando as atividades metabólicas do ovário, o alongamento, a divisão celular, bem como, conseqüentemente, a força de dreno dos frutos (Talon et al., 1998). Contudo, a resposta a esse hormônio depende de fatores climáticos, da época de aplicação e do cultivar, devendo ser realizadas pesquisas para ajuste das condições de aplicação para cada local e cultivar (Castro, 1998).

Em relação à época de aplicação, quando esse biorregulador é aplicado no pleno florescimento, os efeitos ocorrem apenas sobre o pegamento, sendo dificilmente efetivo sobre outras características fisiológicas dos frutos (Serciloto, 2001).

Almeida et al. (2002), avaliando os efeitos das concentrações de GA<sub>3</sub> entre 12,5 e 25 mg/L em associação com auxinas, aplicadas na época de abscisão de pétalas, sobre o desenvolvimento e a porcentagem de abscisão de frutos de laranjeira ‘Hamlim’ (*Citrus sinensis* Osbeck), verificaram que a utilização dos produtos não influenciou o desenvolvimento, crescimento e teor de suco dos frutos, aumentando efetivamente apenas o pegamento de frutos, destacando-se o tratamento GA<sub>3</sub> com 25 mg/L.

Em limeira ácida ‘Tahiti’, já existem resultados promissores da aplicação do GA<sub>3</sub>. Serciloto (2001), trabalhando com a fixação de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’, usando vários biorreguladores, verificou que os tratamentos com GA<sub>3</sub> (20 mg/L) e a combinação GA<sub>3</sub> (20 mg/L) + 2,4 D (8 mg/L) foram os mais eficientes em aumentar a fixação dos frutos, aumentando o pegamento em torno de 7%.

Outra forma de aumentar o pegamento de frutos é o uso da incisão anelar ou do anelamento de ramos, que pode ser útil para cultivares que não respondem à aplicação de ácido giberélico GA<sub>3</sub> (Cohen, 1981).

O anelamento e a incisão anelar são práticas antigas na fruticultura, e a diferença entre elas é a forma de elaboração dos cortes nos troncos. A incisão consiste em fazer um único corte na casca das plantas, tendo o cuidado de abranger toda a circunferência do tronco ou ramo. O anelamento é feito por meio de dois cortes paralelos e posterior retirada da casca, entre os dois cortes, em toda a circunferência do tronco (Sartori & Ilha, 2005).

A forma de atuação do anelamento ou da incisão anelar não é totalmente conhecida, podendo haver aumento na disponibilidade de hormônios, nutrientes e fotoassimilados para os frutos. Sabe-se atualmente que essa prática aumenta sobretudo a disponibilidade de carboidratos para a parte aérea das plantas e conseqüentemente para os frutos, principalmente por meio do acúmulo de amido nas folhas (Mataa, 1998; Rivas et al., 2006).

No tocante ao uso contínuo de anelamento ou incisão anelar em pomares comerciais, acredita-se que, quando a incisão anelar ou mesmo o anelamento são feitos de forma adequada, eles podem ser repetidos durante vários anos, sem que seja prejudicial às plantas (Guardiola, 1992).

A utilização simultânea de anelamento e do ácido giberélico para potencializar os efeitos de cada prática sobre o pegamento de frutos, mas pouco se sabe a esse respeito, devendo ser realizados mais estudos para obtenção de resultados mais embasados cientificamente, principalmente em limeira ácida ‘Tahiti’.

Shafer et al. (2001) testaram diferentes concentrações e épocas de aplicação de GA<sub>3</sub>, além da incisão anelar em laranjeiras de umbigo ‘Monte Parnaso’. Esses autores verificaram que apenas a aplicação de 5 mg/L de GA<sub>3</sub>, no final da floração, ou a incisão anelar, dez dias após a floração, de forma isolada, aumentaram o número de frutos por planta, não havendo efeito da interação entre os tratamentos.

Apesar do benefício do uso dessas práticas no aumento do pegamento de frutos, alguns efeitos indesejáveis podem ocorrer, sendo o principal problema a redução no tamanho e na qualidade dos frutos devido ao aumento da competição entre frutos e entre frutos e partes vegetativas das plantas (Primo-Millo et al., 1993).

Os objetivos deste trabalho foram:

- Avaliar os efeitos da incisão anelar de ramos em interação com a aplicação de quatro concentrações de GA<sub>3</sub> sobre as concentrações de carboidratos nas folhas, a abscisão de botões florais, flores e frutos e o pegamento de frutos de lima ácida ‘Tahiti’.
- Avaliar os efeitos do anelamento de ramos em interação com a aplicação de quatro concentrações de GA<sub>3</sub> sobre o crescimento vegetativo, os teores de clorofila nas folhas, a abscisão de botões florais, flores e frutos e sobre o crescimento, diâmetro final e pegamento de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Argos Comunicação, 2008. 536 p.

ALMEIDA, I. M. L.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Aplicação de reguladores vegetais no retardamento da abscisão de frutos da laranjeira 'Hamlin'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 306-311, 2002.

BONGHI, C.; TONUTTI, P.; RAMINA, A. Biochemical and molecular aspects of fruitlet abscission. **Plant Growth Regulation**, v. 31, p. 35-42, 2000.

CASTRO, P. R. C. Reguladores vegetais na citricultura tropical. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 5., 1998, Bebedouro, 1998. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p. 463-479.

COHEN, A. Recent developments in girdling of citrus trees. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 196-199, 1981.

GOLDSCHMIDT, E. E.; MONSELISE, S. P. Hormonal control of flowering in citrus and some other woody perennials. **Plant Growth Substances**, v. 170, p. 758-766, 1977.

GUARDIOLA, J. L. Frutificação e crescimento. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISILOGIA, 2., 1992, Bebedouro. **Seminário...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1992. p.1-26.

GUARDIOLA, J. L.; RUIZ, R. Carbohydrate and mineral nutrition of orange fruitlets in relation to growth and abscission. **Physiologia Plantarum**, v. 90, p. 27-36, 1994.

LUCHETTI, M. A. Aspectos gerais e distribuição de cultivo. In: MATTOS JR, D.; DE NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O. **Lima ácida 'Tahiti'**. Campinas: Instituto Agrônomo (IAC), 2003. p. 1-12.



MATAA, M.; TOMINAGA, S.; KOZAKI, I. The effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in ponkã mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). **Scientia Horticulturae**, v. 73, p. 203-211, 1998.

MEHOUACHI, J. TADEO, F. R.; ZARAGOZA, S.; PRIMO MILLO, E.; TALON, M. Effects of giberellic acid and paclobutrazol on growth and carbohydrate accumulation in shoots and roots of citrus rootstock seedling. **Journal of Horticultural Science**, v. 44, p. 311-320, 1996.

MONSELISE, S. P. Understanding of plant processes as a basis for successful growth regulation in citrus. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 250-255, 1978.

PRIMO-MILLO, E. Regulacion del cuajado del fruto en los citricos. In: CONGRESSO DE CITRICULTURA DE LA PLANA, 1., 1993. **Anais...** Valência: Ajunta de Nules, 1993. p.57-74.

RIVAS, F.; ERNER, E.; ALÓS, E.; JUAN, M.; ALMELA, V.; AGUSTÍ, M. Girdling increases carbohydrate availability and fruit-set in citrus cultivars irrespective of parthenocarpic ability. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 81, n. 2, p. 289-295, 2006.

SARTORI, I. A.; ILHA, L. L. H. Anelamento e incisão anelar em fruteiras de caroço. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 724-729, 2005.

SERCILOTO, C. M. Fixação e desenvolvimento dos frutos do tangor ‘Murcote’ (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* L. Osbeck) e da lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) com a utilização de biorreguladores. 2001, 88 f. Dissertação (Mestrado Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP, 2001.

SHAFER, G.; KOLLER, O. C.; SARTORI, I. A.; CASALI, M. E.; LIMA, J. G.; Efeito de reguladores de crescimento, aplicados em diferentes épocas, e da incisão anelar dos ramos principais sobre a produção da laranjeira de umbigo ‘Monte Parnaso’. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 577-581, 2001.

TALON, M.; TADEO, F. R.; BEN-CHEIKH, W.; GOMES-CADENAS, A.; MEHOUACHI, J.; PÉREZ-BOTELLA, J.; PRIMO-MILLO, E. Hormonal regulation of fruit set and abscission in citrus: classical concepts and new evidence. **Acta Horticulturae**, v. 463, p. 209-218, 1998.

TAYLOR, J. E.; WHITELAW, C. A. Signals in abscission. **New Phytologist**, v. 151, n. 2, p. 323-329, 2001.

## ARTIGO 1

### PEGAMENTO DE FRUTOS E TEORES DE CARBOIDRATOS NAS FOLHAS DE LIMEIRAS ÁCIDAS 'TAHITI' COM INCISÃO ANELAR DE RAMOS E TRATADAS COM ÁCIDO GIBERÉLICO

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de quatro concentrações de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) e três épocas de incisão anelar sobre os teores de carboidratos nas folhas, o pegamento e a produção de frutos em limeira ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka). As plantas utilizadas foram de limeira ácida 'Tahiti' enxertadas em limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), cultivadas em vasos. Para as variáveis teores de açúcares solúveis totais e amido, utilizou-se o esquema de parcela subdividida no tempo, com o fatorial 4 x 3 nas parcelas. Quanto às variáveis pegamento de frutos e número de frutos colhidos, o esquema experimental foi apenas o fatorial 4 x 3. O primeiro fator foi a aplicação do GA<sub>3</sub> em quatro concentrações (0, 7, 14 e 21 mg/L), quando 80% das pétalas haviam sofrido abscisão. O segundo fator foram as três épocas de incisão anelar: a primeira no início do florescimento (IAIF), a segunda um mês após o florescimento (IAMAF), mais a testemunha sem incisão anelar (SIA). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições e duas plantas por parcela. Com a aplicação dos tratamentos, não foram verificadas alterações nos teores de açúcares totais, no pegamento de frutos e na produção (número de frutos colhidos/parcela). Constatou-se um aumento nos teores de amido nas folhas das plantas com a IAMAF aos 60 dias após o início do florescimento, mas esse aumento não foi suficiente para promover alterações no pegamento e na produção de frutos de limeira ácida 'Tahiti'.

#### ONSET OF FRUIT AND CARBOHYDRATE CONTENTS IN THE LEAVES OF THE ACID LIME TREES 'Tahiti' WITH GIRDLE INCISIONS ON THE BRANCHES AND TREATED WITH GIBBERELIC ACID

#### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of four concentrations of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) and three periods of girdle incisions on the carbohydrate contents

in the leaves, on the onset and production of fruits of the acid lime tree ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka). The plants used were the acid lime ‘Tahiti’ grafted on lemon trees “Cravo” (*Citrus limonia* Osbeck), grown in pots. For the variables total soluble sugar and starch contents, the design of subdivided plots in time was used, with the factorial 4 x 3 in the plots. As to the variables onset of fruits and number of fruits harvested, the experimental design was only the factorial 4 x 3. The first factor was the application of GA<sub>3</sub> in four concentrations (0, 7, 14 and 21 mg/L), when 80% of the petals had been abscised. The second factor was the three periods of girdle incisions: the first one a month after flowering (IAIF), the second one a month after flowering (IAMAF), plus the control without the girdle incision (SIA). The experimental design was in casualized plots, with five repetitions and two plants per plot. With the treatments, changes in the total sugar contents, on the onset of fruits and on the production (number of fruits harvested/plot) were not observed. An increase of the starch contents in the leaves of the IAMAF plants at 60 days after the beginning of flowering was found, but this increase was not enough to promote changes on the onset and on the production of fruits of the acid lime ‘Tahiti’.

## INTRODUÇÃO

A limeira ácida ‘Tahiti’ ou limão ‘Tahiti’ possui algumas particularidades que podem favorecer o aumento do seu plantio no Brasil. A principal é sua fácil adaptação a regiões de clima tropical, ao contrário de laranjas e tangerinas, que, para produzir frutos de qualidade, devem ser cultivadas em regiões de clima subtropical (Coelho et al., 1991).

Nas variedades sem sementes, chamadas apirênicas, caso da limeira ácida ‘Tahiti’, um dos grandes desafios é reduzir a abscisão de frutos, pois esta é muito mais acentuada do que nos cultivares que produzem frutos com sementes (Monselise, 1978). Essa propensão à abscisão ocasiona um baixo pegamento, que pode ser limitante para a produção, principalmente naqueles anos em que as plantas apresentam baixo florescimento (Goldschmidt & Monselise, 1977).

Diante dos problemas de produção das variedades apirênicas, o uso de práticas que possam aumentar a fixação de frutos pode levar a significativos aumentos de produtividade e rentabilidade. Entre essas práticas, podem-se citar a incisão anelar e a pulverização foliar com ácido giberélico (GA<sub>3</sub>).

O GA<sub>3</sub> é um biorregulador que atua aumentando a elasticidade das paredes celulares, o que, conseqüentemente, resulta em maior fluxo de metabólitos para os frutos (aumento da força de dreno), evitando dessa forma a abscisão (Talon et al., 1998).

Concentrações de GA<sub>3</sub> entre 10 e 20 mg/L aplicadas em pleno florescimento são as mais recomendadas para aumentar o pegamento de frutos, porém a resposta depende de fatores climáticos, da época de aplicação e do cultivar, devendo ser realizadas pesquisas para ajuste das condições de aplicação para cada local e cultivar (Castro, 1998).

Em limeira ácida ‘Tahiti’ já existem resultados promissores. Spósito et al. (2003) verificaram aumentos na fixação de frutos, em florada extemporânea, de 0,46 para até 12,7% em plantas no campo, e Serciloto (2001), estudando a fixação de frutos usando vários biorreguladores, entre eles o ácido giberélico isoladamente, verificou aumento do pegamento dos frutos, em relação à testemunha, em torno de 7%.

Outra forma de aumentar a fixação de frutos em *Citrus* é a prática da incisão anelar de ramos, que pode ser útil para cultivares que não respondem ao uso de ácido giberélico. A incisão anelar consiste em realizar um único corte em toda a circunferência do tronco ou dos galhos principais, rompendo-se apenas a casca externa da planta, sendo efetiva quando efetuada antes do florescimento até o pico principal da queda dos frutinhos (Cohen, 1981).

A incisão anelar aumenta a disponibilidade de carboidratos na copa das plantas, reduzindo a competição entre crescimento vegetativo e reprodutivo ou mesmo entre frutos, resultando em aumentos consideráveis no pegamento e, conseqüentemente, na produção (Cohen, 1981).

Uma das questões que se tem levantado sobre a incisão anelar é a possibilidade de uso da prática por vários anos. Segundo Guardiola (1992), quando a incisão anelar é feita de forma adequada, ela pode ser repetida em vários anos, sem ser prejudicial às plantas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) e da incisão anelar sobre os teores de carboidratos nas folhas, o pegamento e a produção de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, no período de 3/8/2005 a 15/3/2006.

Foram utilizadas plantas de um ano e meio de idade de limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka), com aproximadamente 1,40 m de altura (do colo até o ápice das plantas) e 0,70 m de diâmetro de copa, enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck). O espaçamento entre plantas foi de 2,0 m entre linhas e 1,0 m entre plantas. As plantas foram cultivadas a céu aberto em recipientes plásticos de 18 litros, com substrato formado pela mistura de terra, areia e esterco bovino, na proporção de 1:1:1, e suplementadas com adubação mineral.

A irrigação das plantas foi feita manualmente, sempre que necessário, para a umidade se aproximar da capacidade de campo, disponibilizando 980 mL de água por vaso. A adubação foi feita de forma parcelada e com valores de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999).

Para as variáveis teores de açúcares solúveis e amido, o esquema experimental foi em parcelas subdivididas, com um fatorial 4 x 3. Quanto às variáveis número de frutos colhidos e pegamento de frutos (%), o esquema foi em fatorial 4 x 3. O primeiro fator, com quatro níveis, foi a aplicação de GA<sub>3</sub> (0, 7, 14 e 21 mg/L), e o segundo, com três níveis, as épocas de incisão anelar: a primeira no início do florescimento (IAIF) e a segunda, um mês após (IAMAF), mais o tratamento sem incisão anelar (SIA). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com cinco repetições, e cada unidade experimental foi constituída por duas plantas.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com cinco repetições, e as parcelas foram constituídas por duas plantas.

Para aplicação do GA<sub>3</sub> foi preparada uma calda para cada concentração do biorregulador a ser aplicada. As caldas foram preparadas no mesmo dia da aplicação 19/8/2006 e eram constituídas de GA<sub>3</sub>, água e um espalhante adesivo siliconado. Para o preparo das caldas, foi realizada a solubilização do GA<sub>3</sub> em KOH 1 N, adicionando-se 400 µL de KOH ao tratamento de 7 mg/L, 600 µL de KOH a 14 mg/L e 800 µL de KOH a 21 mg/L, e a adição do espalhante adesivo siliconado.

A aplicação do GA<sub>3</sub> nas plantas foi feita quando cerca de 80% das pétalas haviam sofrido abscisão seguindo recomendações de Primo-Millo et al. (1993), e com o auxílio de um pulverizador manual costal. A pulverização foi até o pleno molhamento das plantas, evitando o escorrimento da calda nas folhas.

A incisão anelar foi efetuada no caule principal, em torno de 10 cm acima da enxertia, próximo às pernadas, com o auxílio de um canivete, rompendo-se o floema do caule em toda a sua circunferência, sem remover a casca, tomando-se o cuidado de não

danificar o xilema. As épocas de realização da incisão anelar foram no início do florescimento (IAIF), dia 3/8/2005, e um mês após (IAMAF), no dia 3/9/2005.

Foram colocadas sob a copa das plantas redes do tipo “clarite”, para determinar o número de estruturas formadas que sofreram abscisão e conseqüentemente, o pegamento de frutos (%).

A colheita dos frutos foi feita de forma escalonada, em três épocas: a primeira no dia 22/1/2005, a segunda no dia 12/2/2005 e a terceira no dia 15/3/2005. Os frutos foram colhidos quando apresentavam coloração verde-clara e casca lisa, ponto em que o teor de suco está em torno de 40% (Gayet et al., 1995).

Com a colheita, obteve-se o número de frutos colhidos, e com a relação do número de frutos colhidos/número de estruturas reprodutivas que sofreram abscisão pode-se calcular o pegamento de frutos (%).

No tocante às análises dos teores foliares de amido e açúcares solúveis totais, foram coletadas mensalmente, a partir do início do florescimento, de agosto até dezembro de 2005, 10 folhas completamente expandidas por parcela, oriundas da brotação da primavera ou verão anterior.

Depois de coletadas, as folhas foram postas em sacolas de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingirem peso constante. Posteriormente, as amostras de cada parcela foram moídas em moinho tipo Wiley, de aço inoxidável, passadas em peneira de 20 mesh e acondicionadas em recipientes, para posteriores análises químicas.

Os extratos para determinação do amido e açúcares solúveis totais foram preparados de acordo com o método da antrona ácido-sulfúrico, como descrito por McCreedy et al. (1950).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste de “t” a 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico. As médias do fator qualitativo foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O GA<sub>3</sub> e a incisão anelar não alteraram o pegamento de frutos em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ (Tabela 1). O pegamento de frutos nas plantas da testemunha,

tratamento com 0 mg/L de GA<sub>3</sub> e SIA foi de 4%, sendo esse valor intermediário ao encontrado por outros autores que também avaliaram o pegamento de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ oriundos da florada de setembro. Serciloto (2001) encontrou em plantas no campo pegamento de 5,9%, e Spósito et al. (2003), de 1,85%.

**Tabela 1** - Pegamento de frutos (%) de limeira ácida ‘Tahiti’ sob quatro concentrações de GA<sub>3</sub> (0, 7, 14 e 21 mg/L) e sem incisão anelar (SIA), incisão anelar no início do florescimento (IAIF) e incisão anelar um mês após o florescimento (IAMAF)

Época de Anelamento	Concentração de GA <sub>3</sub> (mg/L)			
	0	7	14	21
SIA	4,00 a	2,10 a	2,81 a	2,11 a
IAIF	3,66 a	3,77 a	3,16 a	3,23 a
IAMAF	2,87 a	3,89 a	2,80 a	4,30 a
CV (%) = 86,31				

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

O GA<sub>3</sub> e a incisão anelar não tiveram efeito sobre o número de frutos colhidos por parcela (produção/parcela). Foram colhidos 23 frutos/parcela (11,5 frutos por planta) na testemunha (Tabela 2).

**Tabela 2** - Número de frutos colhidos/parcela em limeira ácida ‘Tahiti’ sob as quatro concentrações de GA<sub>3</sub> (0, 7, 14 e 21 mg/L) e sem incisão anelar (SIA), incisão anelar no início do florescimento (IAIF) e incisão anelar um mês após o florescimento (IAMAF)

Época de anelamento	Concentração de GA <sub>3</sub> (mg/L)			
	0	7	14	21
SIA	23,00 a	19,00 a	15,40 a	15,20 a
IAIF	22,80 a	18,60 a	27,00 a	21,80 a
IAMAF	20,40 a	19,60 a	19,40 a	20,60 a
CV (%) = 71,97				

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

Em relação à aplicação de GA<sub>3</sub>, os resultados obtidos neste trabalho estão em desacordo com aqueles encontrados por outros autores. Spósito et al. (2003), aplicando a concentração de 10 mg/L de GA<sub>3</sub> em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ durante uma florada extemporânea, verificaram pegamento de 12,75%, vinte e cinco vezes acima do

valor da testemunha, que foi apenas de 0,46%. Esses autores observaram que a concentração de 3 mg/L seria suficiente para obtenção de um pegamento superior a 10%. Serciloto (2001) também verificou aumento de 7% no pegamento de frutos com a aplicação de 20 mg/L de GA<sub>3</sub> após a queda das pétalas, em plantas também em campo.

Quando o GA<sub>3</sub> é aplicado, ocorre aumento na retenção de frutos, pois esse biorregulador aumenta a força de dreno dos frutos e de regiões apicais das plantas por carboidratos e minerais (Talon et al., 1997). Com o aumento na força de drenos dos frutos, além do pegamento, o GA<sub>3</sub> aumenta também nas folhas a condutância e a assimilação de CO<sub>2</sub>, aumentando, conseqüentemente, a taxa de fotossíntese e as reservas de carboidratos (Lenz, 1978; Martinez-Cortina & Sanz 1991).

Entretanto, os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com os obtidos por Guardiola (1996), o qual verificou que, quando o GA<sub>3</sub> é aplicado, promove apenas um atraso na abscisão dos frutinhas, entre 4-8 semanas após a floração, mas não diminui sua abscisão nem aumenta o pegamento em citros. Guardiola (1996) cita ainda alguns fatores relacionados à resposta das plantas ao GA<sub>3</sub> que também podem explicar os resultados deste trabalho, sendo eles: as concentrações de carboidratos e nutrientes nas plantas no momento da aplicação, as épocas de aplicação, a concentração a ser aplicada e as condições ambientais.

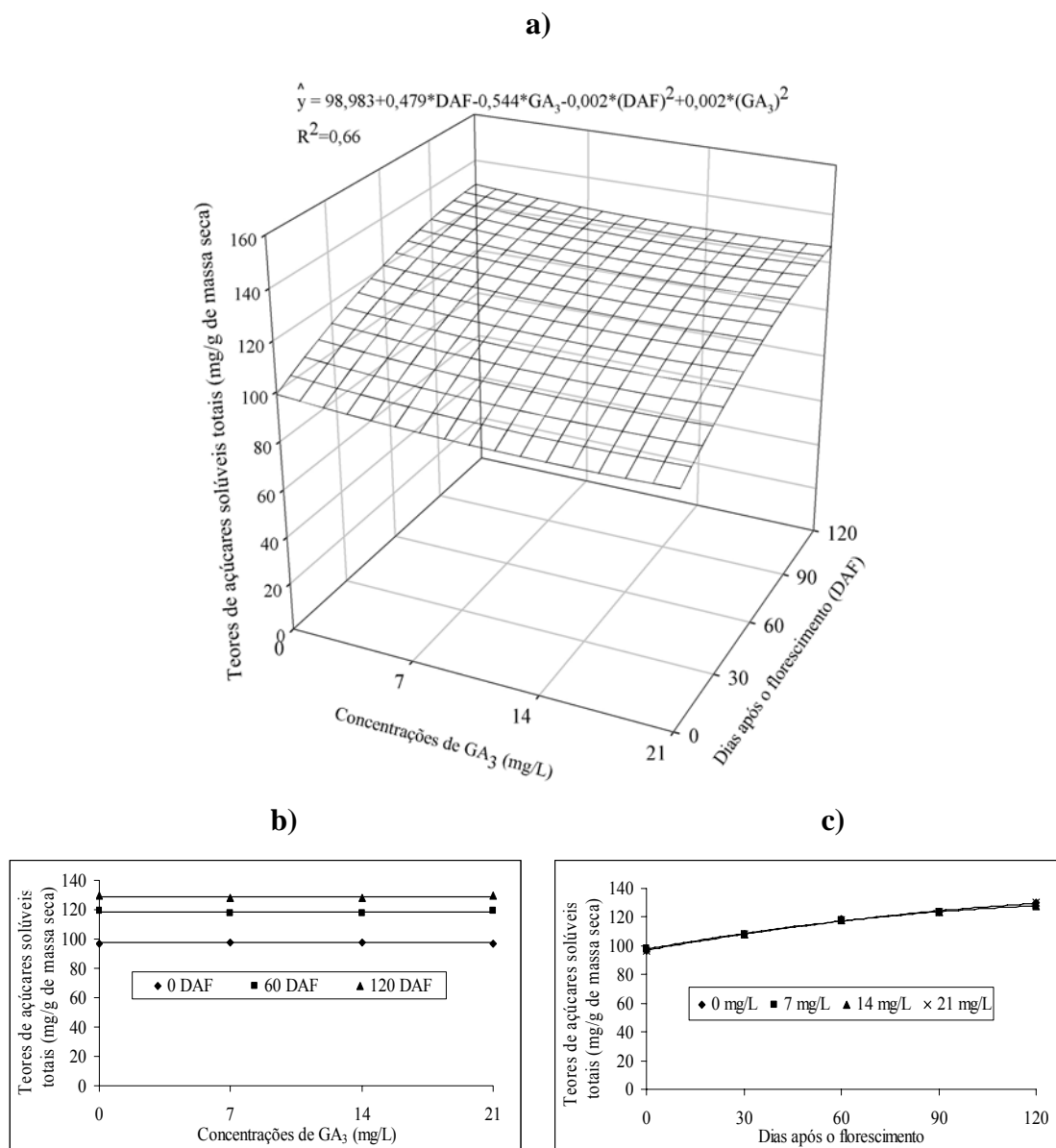
A ausência de efeito da incisão anelar sobre o pegamento de frutos difere dos resultados encontrados por outros autores, que afirmam ser essa prática eficiente em plantas de citros, aumentando o pegamento de frutos por meio de um incremento no suprimento de carboidratos, principalmente amido, para a parte aérea e conseqüentemente, para os frutos (Mataa et al., 1998; Rivas et al., 2006).

A incisão anelar provavelmente não alterou o pegamento de frutos, por ser uma prática cujo efeito tem um período curto. Segundo Sartori & Ilha (2005), o efeito da incisão anelar permanece durante aproximadamente sete dias, podendo não ser esse período suficiente para promover acúmulo de carboidratos nas plantas necessário para ocorrer aumento no pegamento de frutos.

Uma prática mais recomendada seria a utilização do anelamento, que, diferentemente da incisão anelar, consiste em realizar dois cortes paralelos e posterior retirada de uma pequena porção da casca, em toda a circunferência do tronco. Trata-se de uma prática mais drástica, que pode ter um período de efeito por até quatro meses (Sartori & Ilha, 2005).



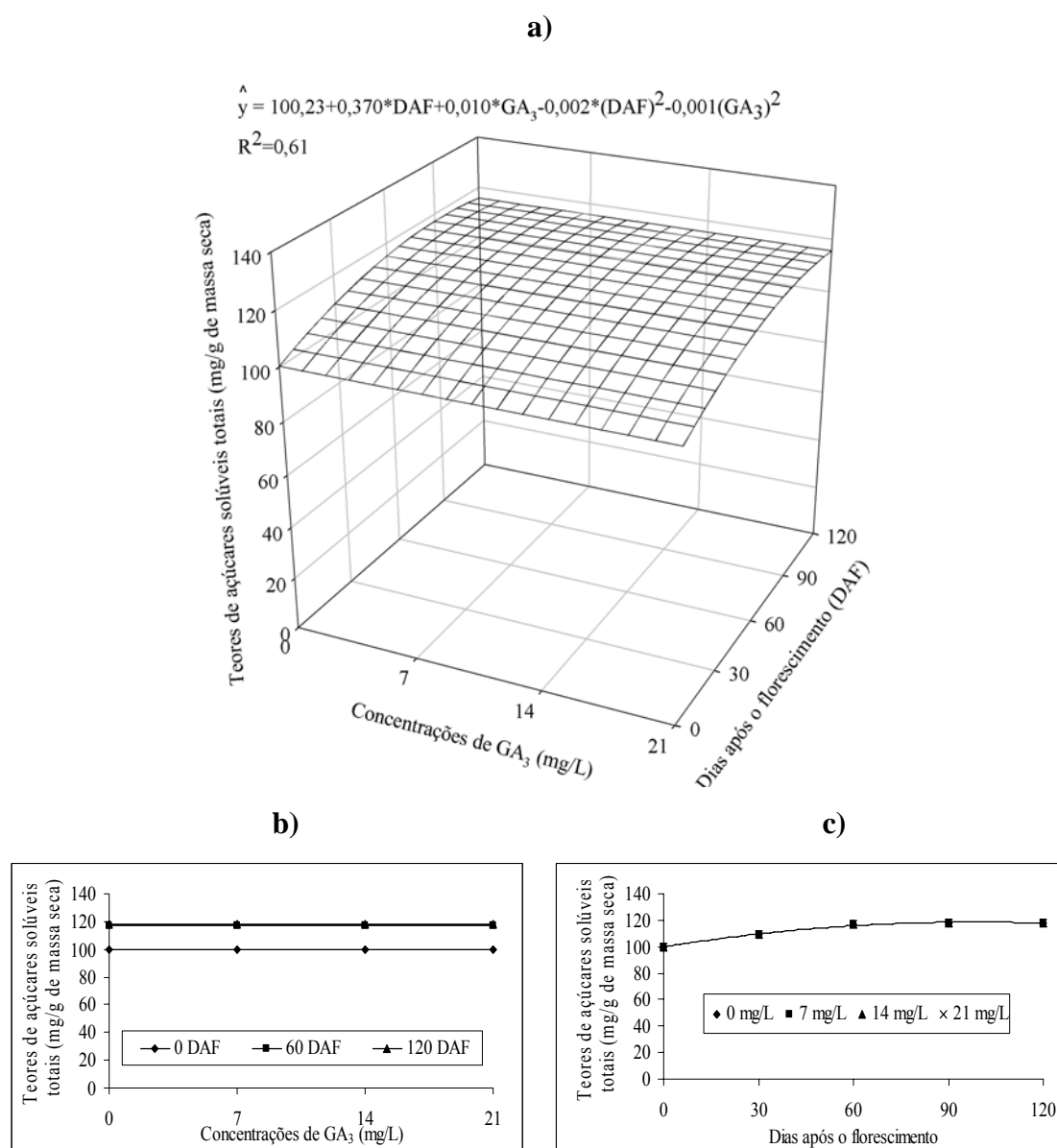
As concentrações de GA<sub>3</sub> não alteraram os teores de açúcares solúveis totais nas folhas das plantas SIA (Figura 1a, b). Estas plantas tiveram aumento de 25% nos teores foliares de açúcares solúveis totais do início do florescimento até o final da época de abscisão de frutos, aos 120 dias após o início do florescimento (Figura 1c).



**Figura 1** - Superfície de resposta das estimativas dos teores de açúcares solúveis totais em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ coletadas de plantas sem incisão anelar (a) e respectivos cortes em função das concentrações de (0, 7, 14 e 21 mg/L) de GA<sub>3</sub> (b) e dos dias após o florescimento (DAF) (c).

As concentrações de GA<sub>3</sub> não alteraram os teores de açúcares solúveis totais nas folhas das plantas com a IAIF (Figura 2a, b). Estas plantas tiveram aumento de 16% nos

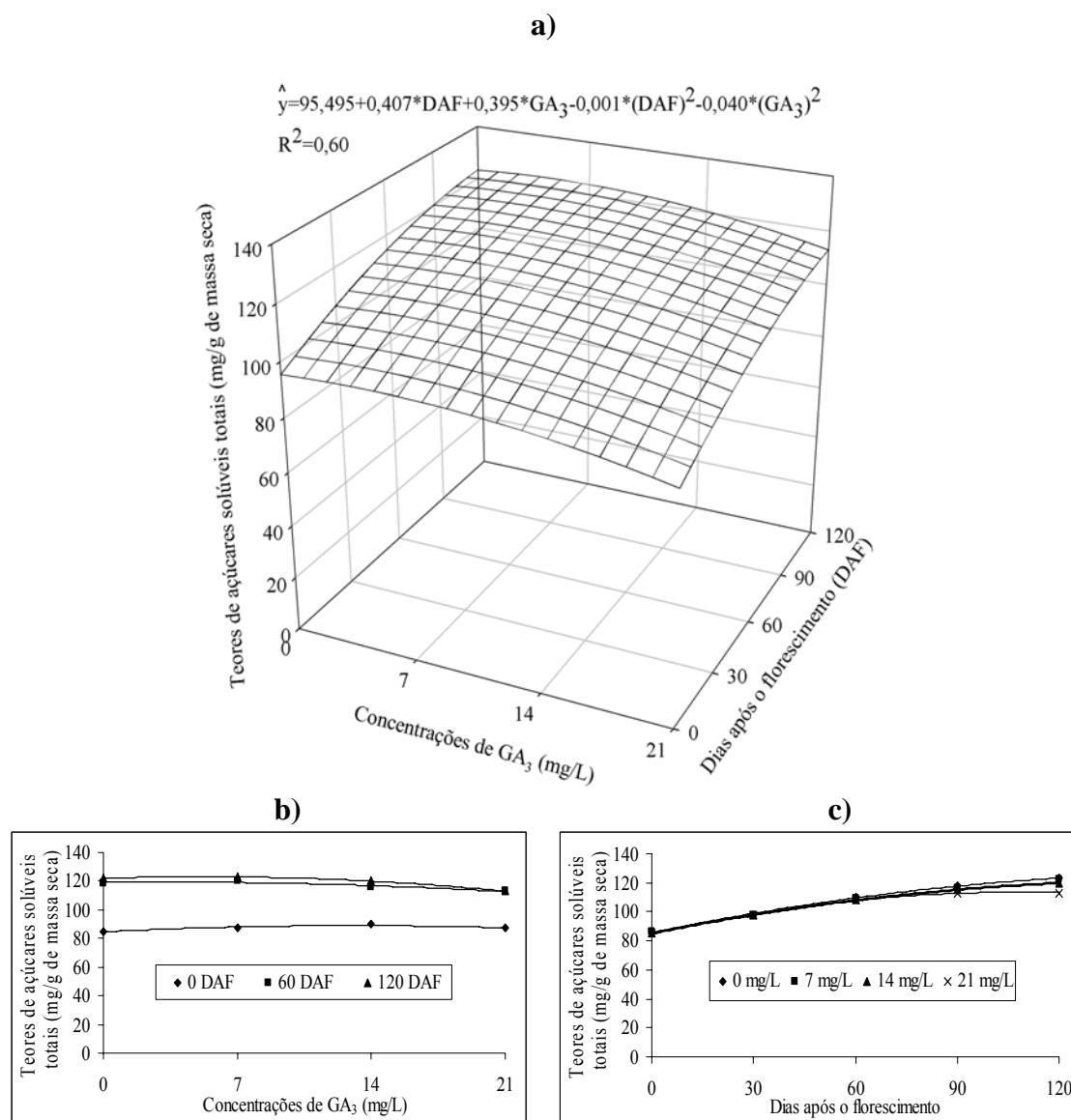
teores de açúcares solúveis totais do início do florescimento até o final da época de abscisão de frutos, 120 dias após o início do florescimento (Figura 2c).



**Figura 2** - Superfície de resposta das estimativas dos teores de açúcares solúveis totais em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ coletadas de plantas com a incisão anelar no início do florescimento (a) e respectivos cortes em função das concentrações (0, 7, 14 e 21 mg/L) de  $\text{GA}_3$  (b) e dos dias após o florescimento (DAF) (c).

As plantas com a IAMAF tiveram redução de 5 e 8% na concentração de açúcares solúveis totais na concentração de 21 mg/L de  $\text{GA}_3$  aos 60 e 120 dias após o florescimento, respectivamente (Figura 3a, b). As plantas que não receberam aplicação

de GA<sub>3</sub> (0 mg/L de GA<sub>3</sub>) com a IAMAF tiveram aumento de 30% nos teores de açúcares solúveis totais do início do florescimento até o final da época de abscisão de frutos, cerca de 120 dias após o início do florescimento (Figura 3c).



**Figura 3** - Superfície de resposta das estimativas dos teores de açúcares solúveis totais em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ coletadas de plantas com a incisão anelar um mês após o florescimento (a) e respectivos cortes em função das concentrações (0, 7, 14 e 21 mg/L) de GA<sub>3</sub> em mg/L (b) e dos dias após o florescimento (DAF) (c).

As épocas de incisão anelar não alteraram os teores de açúcares solúveis nas folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ em nenhuma das concentrações de GA<sub>3</sub> aplicadas, em nenhuma das épocas de avaliação (Tabelas 3, 4, 5 e 6).

**Tabela 3** - Teores de açúcares solúveis totais (mg/g) em folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ pulverizadas com 0 mg/L de GA<sub>3</sub>, em plantas sem incisão anelar (SIA), com incisão anelar no início do florescimento (IAIF) e incisão anelar um mês após o florescimento (IAMAF)

Época de anelamento	Dias após o início do florescimento (DAF)				
	0	30	60	90	120
SIA	83,88 a	92,92 a	130,45 a	115,61 a	125,85 a
IAIF	93,35 a	97,01 a	124,13 a	97,39 a	108,19 a
IAMAF	86,74 a	90,50 a	122,16 a	98,18 a	112,30 a
CV (%) = 18,01					
CV (%) = 16,67					

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

**Tabela 4** - Teores de açúcares solúveis totais (mg/g) em folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ pulverizadas com 7 mg/L de GA<sub>3</sub>, em plantas sem incisão anelar (SIA), com incisão anelar no início do florescimento (IAIF) e incisão anelar um mês após o florescimento (IAMAF)

Época de anelamento	Dias após o início do florescimento (DAF)				
	0	30	60	90	120
SIA	87,35 a	80,16 a	112,27 a	106,45 a	126,64 a
IAIF	88,96 a	98,42 a	102,59 a	110,58 a	109,34 a
IAMAF	81,87 a	86,30 a	115,15 a	104,74 a	119,16 a
CV (%) = 18,01					
CV (%) = 16,67					

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

**Tabela 5** - Teores de açúcares solúveis totais (mg/g) em folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ pulverizadas com 14 mg/L de GA<sub>3</sub>, em plantas sem incisão anelar (SIA), com incisão anelar no início do florescimento (IAIF) e incisão anelar um mês após o florescimento (IAMAF)

Época de anelamento	Dias após o início do florescimento (DAF)				
	0	30	60	90	120
SIA	99,97 a	98,01 a	121,16 a	104,13 a	111,89 a
IAIF	86,26 a	85,77 a	124,00 a	106,09 a	110,47 a
IAMAF	93,05 a	96,99 a	108,13 a	104,75 a	109,85 a
CV (%) = 18,01					
CV (%) = 16,67					

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

**Tabela 6** - Teores de açúcares solúveis totais (mg/g) em folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ pulverizadas com 21 mg/L de GA<sub>3</sub>, em plantas sem incisão anelar (SIA), com incisão anelar no início do florescimento (IAIF) e incisão anelar um mês após o florescimento (IAMAF)

Época de anelamento	Dias após o início do florescimento (DAF)				
	0	30	60	90	120
SIA	89,19 a	97,64 a	112,59 a	105,32 a	113,25 a
IAIF	100,73 a	86,16 a	113,10 a	100,73 a	111,61 a
IAMAF	89,29 a	92,23 a	101,12 a	95,60 a	117,93 a
CV (%) = 18,01					
CV (%) = 16,67					

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

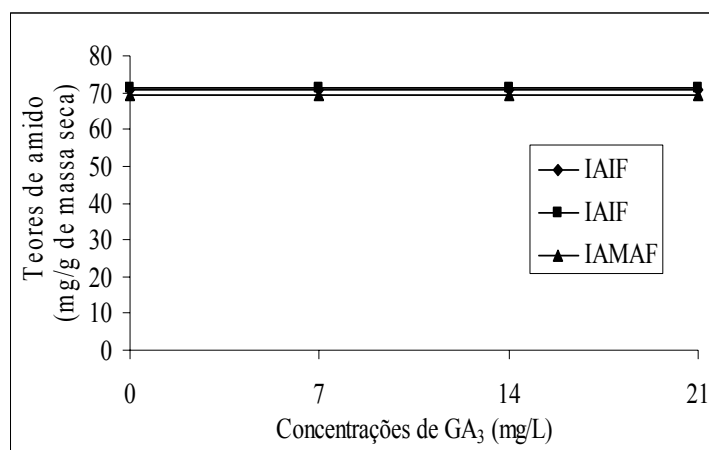
No início do florescimento (0 dia após o florescimento), os teores de açúcares solúveis totais nas folhas foram menores do que após a abscisão floral (120 dias após o florescimento), em razão de essa ser a época em que ocorre intenso consumo de carboidratos (principalmente açúcares solúveis totais) para a formação das brotações vegetativas e floríferas (Guardiola et al., 1984).

Aos 120 dias após o início do florescimento, além da menor demanda de carboidratos, o acúmulo de açúcares solúveis totais é favorecido pelas condições meteorológicas, pois neste período, início do verão, as plantas têm aumento nas taxas fotossintéticas e consequente aumento nos teores de carboidratos nas folhas (Goldschmidt & Golomb, 1982; Silva, 2001).

O GA<sub>3</sub> não alterou os teores de amido nas folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ (Figura 4).

As épocas de incisão anelar alteraram os teores de amido nas folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ apenas aos 60 dias após o início do florescimento (Tabela 7). Verificou-se, aos 60 dias após o início do florescimento, nas folhas das plantas com a IAMAF um aumento 15,5% nos teores de amido, que foi de 103,97 mg/g de massa seca, em relação às plantas SAI, que apresentaram um teor de 87,89 mg/g de massa seca (Tabela 7).

A ausência de efeito do GA<sub>3</sub> sobre os teores tanto de açúcares solúveis totais como de amido está em desacordo com o encontrado por outros autores, que citam os efeitos desse biorregulador no aumento da força de dreno nas regiões apicais dos ramos, o que aumenta a taxa fotossintética nas folhas e promove aumento nos teores de reservas de carboidratos nestas (Lenz, 1978; Arteca & Dong, 1981; Augustí et al., 1982; Mauk et al., 1986; Martinez-Cortina & Sanz, 1991; Talon et al., 1997).



**Figura 4** - Estimativa dos teores de amido (mg/g) nas folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ sob a aplicação de quatro concentrações de GA<sub>3</sub> (0, 7, 14 e 21 mg/L).

**Tabela 7** - Teores de amido (mg/g) nas folhas de plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ sob os tratamentos sem incisão anelar (SAI), incisão anelar no início do florescimento (IAIF) e incisão anelar um mês após o florescimento (IAMAF)

Tratamento	Dias após o florescimento (dias)				
	0	30	60	90	120
SAI	82,97 a	57,36 a	87,89 b	41,36 a	85,86 a
IAIF	79,64 a	65,95 a	89,13 b	40,92 a	86,78 a
IAMAF	81,92 a	59,21 a	103,97 a	44,41 a	82,02 a
CV a (%) = 20,88					
CV b (%) = 22,79					

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

Um dos fatores que podem ter influenciado a ausência de efeitos da aplicação do biorregulador são as condições de cultivo das plantas, porque nas plantas em vaso as limitações ao sistema radicular são muito maiores do que nas plantas em campo, principalmente pela dificuldade de adubação (Rober, 2000).

Outro fator que pode ter influenciado os resultados foi o número de aplicações realizadas, que neste experimento foi uma. Powell (1987) afirma que, para obtenção de aumento no tamanho das plantas, há necessidade de aplicações constantes de GA<sub>3</sub> para a maioria das espécies, já que uma única aplicação nem sempre é suficiente para obtenção de resultados.

A ausência de efeitos da incisão anelar sobre os teores de açúcares solúveis totais e o amido está em desacordo com o encontrado por outros autores, que citam o

efeito da incisão anelar no bloqueio do fluxo de fotoassimilados e fito-hormônios da parte aérea para as raízes, o que resulta em aumento na disponibilidade desses compostos para o pegamento dos frutos (Cohen, 1981; Barry & Bower, 1997; Mataa et al., 1998; Li et al., 2003; Rivas et al., 2006).

A explicação mais provável para a ausência de efeitos da incisão anelar sobre os teores de amido e açúcares solúveis totais pode ser a mesma dada para o GA<sub>3</sub>: o meio de cultivo das plantas em vaso, que não permitiu o livre desenvolvimento do sistema radicular, e a dificuldade de adubação desse tipo de recipiente (Rober, 2000).

Além das condições de cultivo, a incisão anelar provavelmente não alterou os teores de amido e açúcares solúveis totais, por ser uma prática cujo efeito tem período curto, aproximadamente sete dias, podendo não ser esse período suficiente para promover acúmulo de carboidratos nas plantas (Sartori & Ilha, 2005).

Provavelmente, uma prática mais recomendada seria a utilização do anelamento, que, diferentemente da incisão anelar, consiste em realizar dois cortes paralelos e posterior retirada de uma pequena porção da casca, em toda a circunferência do tronco. Trata-se de uma medida mais drástica, com um período de efeito maior, que pode chegar a quatro meses (Sartori & Ilha, 2005).

## CONCLUSÕES

A aplicação de GA<sub>3</sub> e as incisões anelares não alteraram os teores de açúcares solúveis totais em folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ cultivadas em vaso.

As plantas com a IAMAF tiveram aumento nos teores de amido nas folhas 60 dias após o florescimento, o qual não foi suficiente para alterar o pegamento e a produção de frutos nas plantas de limeira ácida ‘Tahiti’.

A aplicação de GA<sub>3</sub> até a concentração máxima de 21 mg/L e a incisão anelar de ramos não tiveram efeito sobre o pegamento e a produção de frutos de plantas ainda em crescimento de limeiras ácidas ‘Tahiti’.

## LITERATURA CITADA

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

- ARTECA, R. N.; DONG, C. H. Increased photosynthetic rates following gibberellic acid treatments to the roots of tomato plants. **Photosynthesis Research**, v. 2, p. 343-349, 1981.
- BARRY, G. H.; BOWER, J. P. Manipulation of fruit set and stylar-end fruit split in 'Nova' mandarin hybrid. **Scientia Horticulturae**, v. 702, p. 243-250, 1997.
- CASTRO, P. R. C. Reguladores vegetais na citricultura tropical. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 5, 1998, Bebedouro, 1998. **Anais...** Fundação Cargill, 1998. p. 463-479.
- COELHO, Y. S.; MASCARENHAS, J. M.; CARDOSO, C. E. L. Sazonalidade da safra do limão Tahiti no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 2, p. 69-75, 1991.
- COHEN, A. Recent developments in girdling of citrus trees. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 196-199, 1981.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.
- GAYET, J. P.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; BORDIN, M. R. Lima ácida 'Tahiti' para a exportação: **Procedimentos de colheita e Pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995. 36 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 12).
- 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.
- GOLDSCHMIDT, E. E.; MONSELISE, S. P. Hormonal control of flowering in citrus and some other woody perennials. **Plant Growth Substances**, v. 170, p. 758-766, 1977.
- GUARDIOLA, J. L. Future use of plant bioregulators. **Proc. Int. Soc. Citric.**, vol. 2, **Int. Soc. Citric.**, Sun City, Sur Afric., 1996. p. 938-944.
- GUARDIOLA, J. L.; GARCÍA-MARI, F.; AGUSTÍ, M. Competition and fruit set in Washington Navel orange. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 62, p. 297-302, 1984.
- GUARDIOLA, J. L. Frutificação e crescimento. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS:FISIOLOGIA. 2, 1992, Bebedouro. **Seminário...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1992. p. 1-26.
- LENZ, F. Photosynthesis and respiration as dependent upon fruit load. **Proceeding of the international Society of Citriculture**, v. 1, p. 70-71, 1978.
- LI, C. Y.; WEISS, D.; GOLDSCHMIDT, E. E. Girdling affects carbohydrates – related gene expression in leaves bark and roots of alternate-bearing citrus trees. **Annals of Botany**, v. 92, p. 1-7, 2003.



MARTÍNEZ-CORTINA, C.; SANZ, A. Comparison between the effect of the fruit and of exogenous GA<sub>3</sub> – applications on source-sink relationships in *Citrus* sprouts. **Annals of Botany**, v. 68, p. 143-149, 1991.

MATAA, M.; TOMINAGA, S.; KOZAKI, I. The Effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in ‘Ponkan’ mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). **Scientia Horticulturae**, v. 73, p. 203-211, 1998.

MAUK, C. S.; BAUSHER, M.G.; YELENOVSKY, G. Influence of growth regulator treatments on dry matter production, fruit abscission, and 14C-assimilate partitioning in citrus. **Journal of Plant Growth Regulator**, v. 5, p. 111-120, 1986.

McCREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.; OWENS, H. S. Determination of starch and amylase in vegetables; application to peas. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 22, p. 1156-1158, 1950.

MONSELISE, S. P. Understanding of plant processes as a basis for successful growth regulation in citrus. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 250-255, 1978.

PRIMO-MILLO, E. Regulacion del cuajado del fruto en los citricos. In: CONGRESSO DE CITRICULTURA DE LA PLANA, 1., 1993. **Anais...** Valência: Ajunta de Nules, 1993. p.57-74.

POWELL, L. E. The hormonal control of bud and seed dormancy in woody plants. In: DAVIES, P. J. (Ed.). **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1987. p. 539-552.

RIVAS, F.; ERNER, E.; ALÓS, E.; JUAN, M.; ALMELA, V.; AGUSTÍ, M. Girdling increases carbohydrate availability and fruit-set in citrus cultivars irrespective of parthenocarpic ability. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 81, n. 2, p. 289-295, 2006.

ROBER, R. Substratos hortícolas: Possibilidades e limites da sua composição e uso; exemplos da pesquisa, da industria e do consumo. In: KAMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.) **Substratos para pantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 123-138.

SARTORI, I. A.; ILHA, L. L. H. Anelamento e incisão anelar em fruteiras de caroço. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 724-729, 2005.

SERCILOTO, C. M. **Fixação e desenvolvimento dos frutos do tangor ‘Murcote’ (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* L. Osbeck) e da lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) com a utilização de biorreguladores**. 2001, 88 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura ~Luiz de Queiroz~, Piracicaba-SP, 2001.

SILVA, J. A. B. **Florescimento e frutificação em laranja ‘Pera’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] com clorose variegada dos citrus (CVC)**. 2001, 131 f. Tese (Doutorado em Biologia vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2001.

SPÓSITO, M. B.; MOURÃO FILHO, F. A. A. 'Tahiti' lime fruit set related to gibberellic acid application on out-of-season flowering and the accumulation of degree days. **Fruits**, v. 58, p. 151-156, 2003.

TALON, M.; TADEO, F.R.; BEN-CHEIKH, W.; GOMES-CADENAS, A.; MEHOUACHI, J.; PÉREZ-BOTELLA, J.; PRIMO-MILLO, E. Hormonal regulation of fruit set and abscission in citrus: classical concepts and new evidence. **Acta Horticulturae**, v. 463, p. 209-218, 1997.

TALON, M.; TADEO, F. R.; BEN-CHEIKH, W.; GOMES-CADENAS, A.; MEHOUACHI, J.; PÉREZ-BOTELLA, J.; PRIMO-MILLO, E. Hormonal regulation of fruit set and abscission in citrus: classical concepts and new evidence. **Acta Horticulturae**, v. 463, p. 209-218, 1998.

## ARTIGO 2

### **CRESCIMENTO VEGETATIVO DE LIMEIRAS ÁCIDAS ‘TAHITI’ ANELADAS E TRATADAS COM ÁCIDO GIBERÉLICO**

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ácido giberélico ( $GA_3$ ) e do anelamento de ramos sobre a intensidade da cor verde das folhas (índice SPAD), o crescimento vegetativo de limeiras ácidas ‘Tahiti’ e a velocidade de cicatrização dos tecidos das regiões aneladas em limeira ácida ‘Tahiti’. Foram utilizadas no experimento limeiras ácidas ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), em pomar com oito anos de idade localizado na UFV. Para as características altura de planta e cor das folhas (índice SPAD), o esquema foi em parcelas subdivididas no tempo, com o fatorial 4 x 3 nas parcelas. Quanto às características diâmetro das copas, volume de copas e comprimento dos ramos foi utilizado o esquema fatorial 4 x 3. O primeiro fator foi a aplicação, no dia 13/9/2006, de  $GA_3$  em quatro concentrações (0, 7, 14 e 21 mg/L). O segundo fator foram as duas épocas de anelamento: uma realizada no início do florescimento (AIF), dia 21/8/2006, e a outra um mês após o florescimento (AMAF), no dia 21/9/2006, mais um tratamento testemunha sem anelamento (SA). A aplicação de  $GA_3$  não alterou o crescimento vegetativo das plantas e a intensidade da cor verde das folhas. O anelamento retardou o crescimento vegetativo e reduziu a intensidade da cor verde das folhas. As plantas com o AIF foram as que apresentaram o maior retardo no crescimento vegetativo e na intensidade de cor verde das folhas. As plantas com o AMAF tiveram redução intermediária entre as plantas com o AIF e as AS, e essa diferença na intensidade de efeito entre as duas épocas de anelamento foi atribuída à influência das condições climáticas sobre a cicatrização dos tecidos anelados.

#### **VEGETATIVE GROWTH OF ACID LIME TREES ‘Tahiti’ GIRDLED AND TREATED WITH GIBBERELIC ACID**

#### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of gibberellic acid ( $GA_3$ ) and the girdling of branches on the intensity of the green colour of the leaves (SPAD index), on the vegetative growth of acid lime trees ‘Tahiti’ and on the speed of healing

of the tissues of the girdled regions in this species. In the experiment the acid lime tree ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) grafted on the lemon tree ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) in an orchard 8 years old located in the UFV Viçosa-MG, Brazil, was used. For the characteristics height of plants and colour of the leaves (SPAD index), the design was in subdivided plots in time, with the factorial 4 x 3 in the plots. As to the characteristics crown diameter, crown volume and branch length, the design was the factorial 4 x 3. The first factor was the application of GA<sub>3</sub> on 13/9/2006, in four concentrations (0, 7, 14 and 21 mg/L). The second factor was the two periods of girdling: one done at the beginning of flowering (AIF), on 21/8/2006, and the other one a month after flowering (AMAF), on 21/9/2006, plus a control treatment without girdling (SA). The application of GA<sub>3</sub> did not change the vegetative growth of the plants neither the intensity of the green colour of the leaves. The girdling delayed the vegetative growth and reduced the intensity of the green colour of the leaves. The AIF plants were those with the greatest delay on the vegetative growth and in the intensity of the green colour of the leaves. The AMAF plants had a reduction between the AIF and the AS plants and this difference in the intensity of the effect between the two girdling periods was attributed to the influence of the climatic conditions on the cicatrization of the girdled tissues.

## INTRODUÇÃO

As giberelinas são biorreguladores que determinam importantes modificações fisiológicas nas plantas, como a partenocarpia, expressão sexual, senescência e abscisão, quebra de dormência e floração (Metivier, 1979). As giberelinas atuam também na germinação das sementes, mobilização de reservas no endosperma, alongamento de brotos, fixação de frutos e desenvolvimento floral (Taiz & Zeiger, 2001).

A diminuição nas concentrações endógenas de giberelinas provoca nas plantas menor alongamento e divisão celular e, conseqüentemente, redução no crescimento dos ápices vegetativos. Assim, aplicações exógenas de GA<sub>3</sub>, freqüentemente, são eficazes para a superação da dormência e permitem que as plantas retomem seu crescimento (Tomlinson et al., 1985; Champagnat, 1992; Kavanagh et al., 1993).

O biorregulador GA<sub>3</sub> é considerado uma substância promotora do crescimento que produz, quando aplicado de forma exógena, grande efeito em plantas, especialmente no alongamento dos entrenós (Metivier, 1979; Huttly & Phillips, 1995).

Outra prática muito usada em várias espécies frutíferas, com inúmeras finalidades, é o anelamento de ramos; dependendo da época em que essa prática é realizada, ela estimula a floração (Pérez & Rodrigues, 1987) e aumenta a fixação de frutos (Agusti et al., 1996, 1999), aumentando, conseqüentemente, a produção e o tamanho das frutas e melhorando as características de qualidade de frutos, como cor, teor de açúcares e acidez (Agusti et al., 1996). Além disso, adianta a maturação e reduz o comprimento das brotações (Sartori et al., 2003).

Apesar das utilidades do anelamento, ele pode causar inúmeros problemas nas plantas, como redução no porte, diminuição da taxa fotossintética e amarelecimento das folhas (Fachinello, 1986). Os efeitos do anelamento ocorrem, em parte, devido ao acúmulo de carboidratos, principalmente o amido, que inibem a taxa fotossintética das plantas – fenômeno conhecido como retroinibição (Iglesias et al., 2002). O anelamento, quando não realizado de forma correta, pode promover a paralisação do crescimento radicular e até mesmo a morte de radículas e raízes, o que diminui a absorção de nutrientes e água para a parte aérea das plantas (Swietlik, 1986).

Diante do exposto, os objetivos deste trabalho foram:

- Avaliar o efeito da aplicação de quatro concentrações de (GA<sub>3</sub>) em interação com três épocas de anelamento sobre a cor verde das folhas (índice SPAD) e o crescimento vegetativo de limeiras ácidas ‘Tahiti’.
- Avaliar o ritmo de recuperação dos tecidos da região anelada em limeiras ácidas ‘Tahiti’.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Pomar do Fundão do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa-MG. O período de condução do experimento foi do dia 18/8/2006, início do florescimento, até a última colheita dos frutos, feita no final de abril de 2007.

Foram utilizadas plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka), em campo, com aproximadamente oito anos de idade, enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck). As plantas encontravam-se visivelmente uniformes quanto a porte, produtividade, sanidade e estado nutricional. Como foram podadas de forma drástica em 2006, as plantas possuíam tamanho reduzido e, por isso, ainda estavam com

a copa em crescimento durante o experimento. O espaçamento entre as plantas era de três metros, em fileira única.

Como tratos culturais, a cada dois meses, foram feitas aplicações foliares do fungicida Alliete®, para controle de gomose (*Phytophthora citrophthora*) e de herbicidas nas entrelinhas. As desbrotas foram realizadas sempre que necessário. A adubação foi feita de forma parcelada e com valores de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999). Não foram realizadas irrigações durante o experimento.

Para as características altura de planta e índice SPAD, o esquema experimental foi em parcelas subdivididas no tempo, com o fatorial 4 x 3 nas parcelas. Quanto às características diâmetro das copas, volume das copas e comprimentos dos ramos, o esquema experimental foi em parcelas subdivididas no tempo, com um fatorial 4 x 3 nas parcelas e o tempo de avaliação nas subparcelas. O primeiro fator foi a aplicação de GA<sub>3</sub> em quatro concentrações (0, 7, 14 e 21 mg/L) no dia 13/9/2006. O segundo fator foram as duas épocas de anelamento, sendo a primeira realizada no início do florescimento (AIF), dia 21/8/2006, e a segunda um mês após (AMAF), no dia 21/9/2006, mais um tratamento testemunha sem anelamento (SA).

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições e duas plantas por parcela.

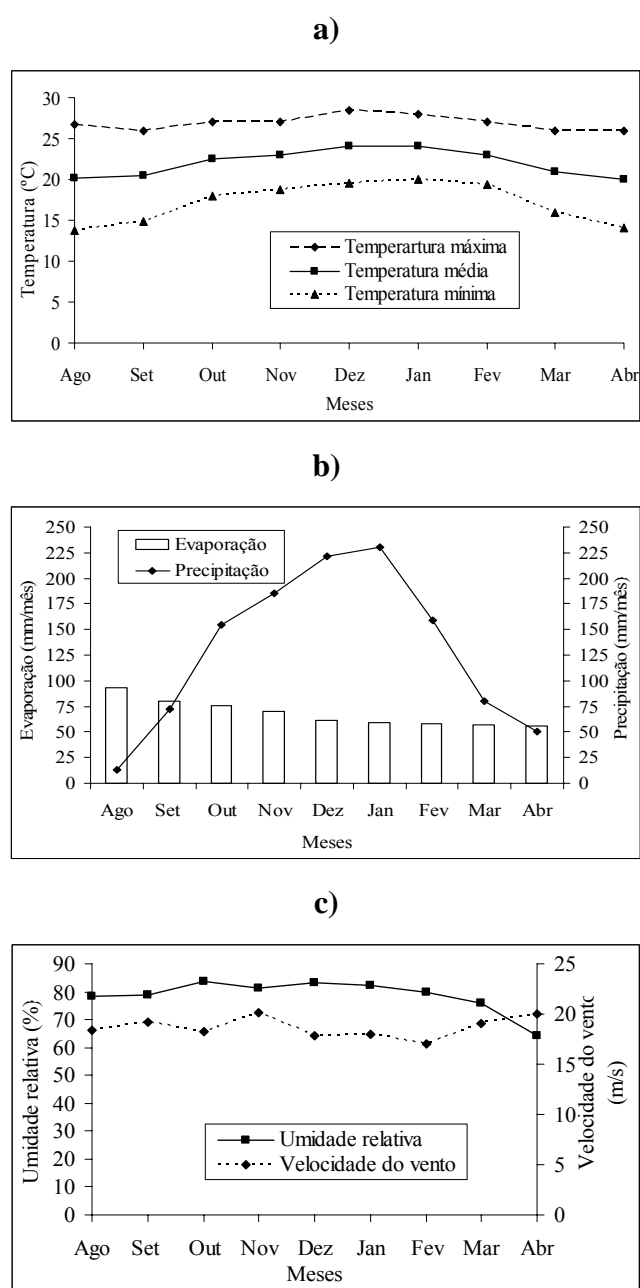
Para a aplicação do GA<sub>3</sub>, foi preparada uma calda para cada concentração do biorregulador a ser aplicada. As caldas foram preparadas no mesmo dia da aplicação (13/9/2006) e eram constituídas de GA<sub>3</sub>, água e um espalhante adesivo siliconado. Para o preparo das caldas, foi realizada a solubilização do GA<sub>3</sub> em KOH 1 N, adicionando-se 400 µL de KOH ao tratamento de 7 mg/L, 600 µL de KOH a 14 mg/L e 800 µL de KOH a 21 mg/L, e a adição do espalhante adesivo siliconado.

A aplicação do GA<sub>3</sub> nas plantas foi feita quando cerca de 80% das pétalas haviam sofrido abscisão, seguindo recomendações de Primo-Millo et al. (1993), e com o auxílio de um pulverizador manual costal. Tomou-se o cuidado de pulverizar as plantas até o pleno molhamento, evitando o escorrimento da calda nas folhas.

As plantas foram aneladas a aproximadamente 15 cm acima do local de enxertia, rompendo-se o floema em toda a sua circunferência, removendo porções da casca de aproximadamente 5 mm de espessura e tomando-se o cuidado de não aprofundar o canivete no lenho das plantas para não danificar o xilema, porque cortes muito profundos, que ultrapassem a faixa do câmbio e atingem o xilema, podem causar

extravasamento de seiva, interrompendo temporariamente o fluxo ascendente de água e nutrientes na região acima do anelamento (Sartori et al., 2003).

Os dados meteorológicos do período entre agosto de 2006 e abril de 2007 foram obtidos na estação climatológica da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG (Figura 1).



**Figura 1** - Características climáticas registradas na estação meteorológica da UFRV em Viçosa-MG, entre agosto e dezembro de 2006. Temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) (a); evaporação e precipitação pluvial (mm/mês) (b); e umidade relativa (%) e velocidade do vento (km/h) (c).

Foram avaliados no experimento a altura das plantas, o diâmetro das copas, o volume das copas, os comprimentos dos ramos floríferos, a cor verde das folhas (índice SPAD) e a cicatrização dos anelamentos.

A altura das plantas foi avaliada mensalmente, de agosto a abril, medindo-se do colo até o ápice. O diâmetro da copa foi avaliado uma vez, no dia 4/1/2007.

O volume de copa das plantas foi determinado pela equação proposta por Auler et al. (2008) para cálculo de volume de copa de citros, sendo ela:  $\text{volume de copa} = \frac{2}{3} * \pi * R^2 * H$ , em que R é o raio da copa e H a altura da planta medida do início da sua copa até o ápice, desconsiderando a altura do tronco.

O comprimento dos ramos foi determinado no dia 4/1/2007. Em cada planta foram selecionados quatro ramos, dispostos em diagonal para execução das avaliações, medindo-se seu comprimento com uma trena.

As determinações da cor verde das folhas (índice SPAD) foram efetuadas mensalmente, do início do experimento (agosto) até o final da colheita dos frutos (abril), amostrando-se seis folhas maduras por planta, 12 por parcela, localizadas na parte mediana das plantas, em ramos imediatamente abaixo dos ramos do último fluxo de crescimento. Foi utilizado para esta avaliação o medidor portátil de clorofila SPAD-502 [Soil-Plant Analysis Development (SPAD) Section, Minolta Camera Co., Ltd., Japão].

A cicatrização dos tecidos das regiões aneladas foi avaliada, mensalmente. Os tecidos anelados foram classificados em: não recuperados – quando havia ausência ou cicatrização parcial dos tecidos conectados à casca das regiões do caule acima e abaixo do anelamento; e recuperados – quando o tecido da parte acima do anel já havia cicatrizado em toda a circunferência do ramo ao tecido da parte localizado abaixo do anelamento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quanto ao fator quantitativo, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste “t” 5% de probabilidade de determinação, no valor do  $r^2$  ( $\text{SQRegressão}/\text{SQtratamentos}$ ) e no potencial para explicar o fenômeno biológico.

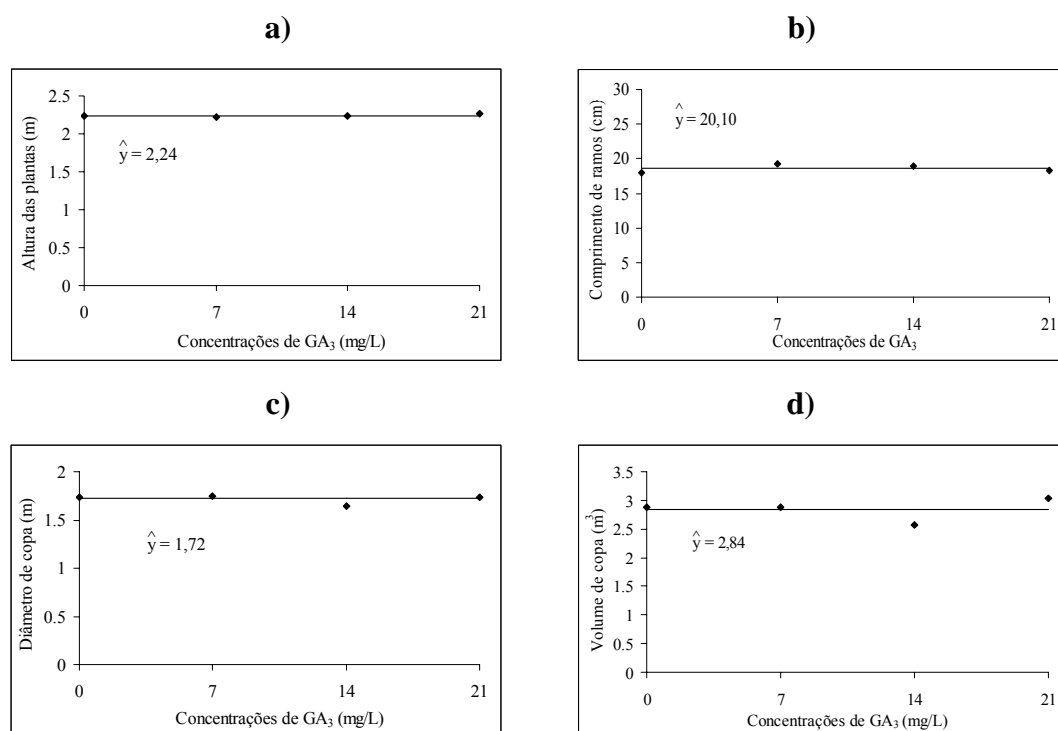
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A aplicação de GA<sub>3</sub> não teve efeito sobre o crescimento vegetativo (altura das plantas, comprimento de ramos, diâmetro de copa e volume de copa) da limeira ácida ‘Tahiti’ (Figura 2).



Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores: Serciloto (2001) não verificou efeito da aplicação da concentração de 20 mg/L de GA<sub>3</sub> sobre o crescimento de ramos em limeira ácida ‘Tahiti’; e Leonel & Rodrigues (1996) não constataram efeito do GA<sub>3</sub> sobre o crescimento de ramos do limoeiro ‘Cravo’ aplicando concentrações de 25, 50 e 75 mg/L.

Os efeitos do GA<sub>3</sub> no crescimento de plantas são atribuídos a um estímulo que esse biorregulador promove na força de dreno nas regiões apicais dos ramos, o que, conseqüentemente, aumenta a taxa fotossintética nas folhas, promovendo o crescimento das plantas (Lenz, 1978; Arteca & Dong, 1981; Mauk et al., 1986; Martinez-Cortina & Sanz, 1991; Leonel & Rodrigues, 1995).



**Figura 2** - Estimativas das características altura das plantas (a), comprimento de ramos (b), diâmetro de copas (c) e volume de copas (d) de limeira ácida ‘Tahiti’ em função de quatro concentrações de GA<sub>3</sub> (0, 7, 14 e 21 mg/L).

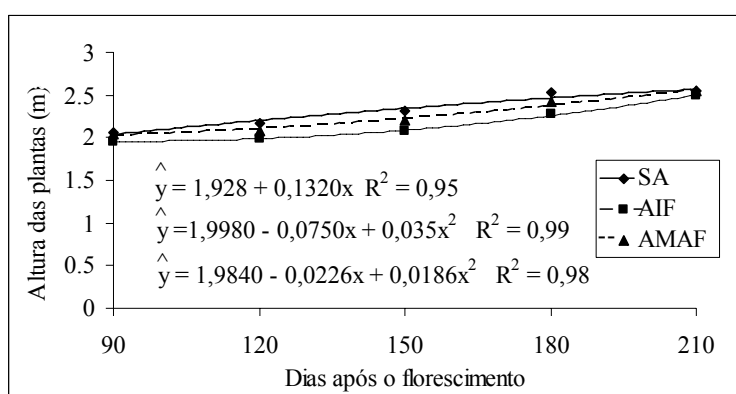
A ausência de efeitos da aplicação do GA<sub>3</sub> neste trabalho pode ser atribuída a diversos fatores, entre os quais podem-se citar: as concentrações utilizadas, que podem ter sido baixas para que ocorram respostas em limeira ácida ‘Tahiti’; os fatores climáticos, como, por exemplo, um período de veranico, que pode aumentar o acúmulo de cera nas folhas, dificultando a absorção do biorregulador (Albrigo, 1977); e o

número de aplicações realizadas, que neste experimento foi apenas uma. Powell (1987) afirma que, para obtenção de aumento no tamanho das plantas, há necessidade de aplicações constantes de GA<sub>3</sub> para a maioria das espécies, já que uma única aplicação nem sempre é suficiente para obtenção de bons resultados.

O anelamento de ramos, independentemente da época em que foi feito, retardou o crescimento vegetativo das plantas (altura, comprimento dos ramos, diâmetro e volume das copas) (Figura 3) (Tabela 1).

Observou-se menor crescimento das plantas em altura no período entre 120 e 180 dias após o florescimento, entre dezembro e fevereiro. Aos 60 dias após o florescimento (novembro), o anelamento ainda não havia promovido alterações na altura das plantas, e 210 dias após o florescimento (março), com a recuperação dos tecidos da região anelada, houve recuperação no crescimento das plantas aneladas, que se igualaram às da testemunha em altura.

Aos 150 e 180 dias após o início do florescimento, correspondente aos meses de janeiro e fevereiro, foram observadas as maiores diferenças entre os tratamentos. Em média, as plantas com o AIF e o AMAF tiveram redução nas suas alturas, em janeiro, de 10,77 e 5,17%, respectivamente, em relação às plantas SA. Em fevereiro, a redução foi de 9,88% nas plantas com o AIF e 4,34% nas plantas com o AMAF, em comparação com as plantas SA (Figura 3).



**Figura 3** - Altura das plantas (m) de limeira ácida ‘Tahiti’ sem anelamento (SA), com anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF), no período entre 60 dias após o início do florescimento e a colheita.

As plantas com o AIF tiveram menor comprimento de ramos, diâmetro de copa e volume de copa de 21,59, 10,92 e 30,38 %, respectivamente, em relação às

plantas SA. Nas plantas com o AMAF o retardo no crescimento vegetativo foi intermediário entre as plantas SA e aquelas com o AIF, sendo a redução de 14% para o comprimento de ramos, 6,56% para o diâmetro de copa e 18% para o volume de copa, em comparação com as plantas SA (Tabela 1).

**Tabela 1** - Médias de comprimento de ramos (CR), diâmetro de copas (DC) e volume de copas (VC) de plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ sem anelamento (SA), com anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF), 150 dias após o início do florescimento

Época de anelamento	Variáveis analisadas		
	CR (cm)	DC (m)	VC (m <sup>3</sup> )
AS	22,83 a	1,83 a	3,39 a
AIF	17,90 b	1,63 b	2,36 b
AMAF	19,63 b	1,71 ab	2,78 b
CV(%)	18,62	9,29	22,88

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

O efeito do anelamento sobre as características vegetativas está de acordo com os resultados encontrados por outros autores, que também observaram diminuição do crescimento vegetativo de plantas onde se realizou o anelamento (Andrews et al., 1978; Dann et al., 1984; Pérez & Rodriguez, 1987).

A diferença na intensidade do efeito entre as duas épocas de anelamento sobre o crescimento vegetativo pode ser atribuída às condições climáticas após a realização dos anelamentos. O AMAF foi realizado no início da primavera, época em que ocorreram melhores condições climáticas, com maiores precipitações, umidade relativa e temperatura (Figura 1), o que favoreceu a cicatrização dos tecidos das regiões aneladas.

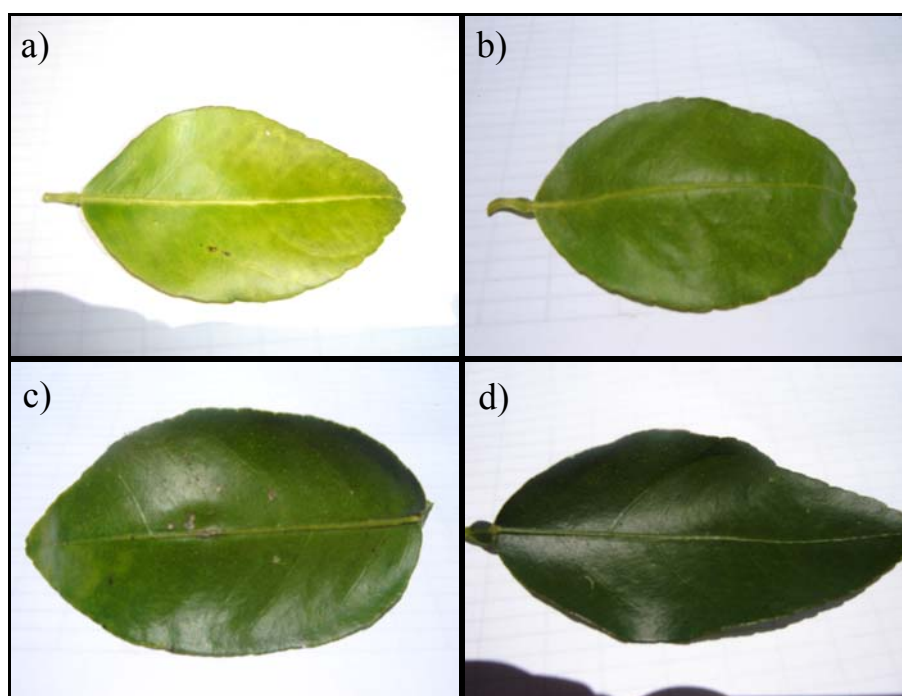
O AIF foi realizado no inverno, época em que as plantas deste tratamento ficam expostas por mais tempo a condições de temperatura, precipitação pluvial e umidade relativa mais baixas. As condições climáticas menos propícias retardaram a cicatrização dos tecidos anelados e, conseqüentemente, interferiram no crescimento vegetativo das plantas (Figura 6).

A redução no crescimento vegetativo das plantas pelo anelamento ocorre devido ao efeito negativo dessa prática sobre o crescimento radicular. O anelamento, ao impedir o fluxo de sacarose da parte aérea para as raízes, promove aumento nos teores de carboidratos nas folhas, o que é benéfico ao pegamento de frutos (Mataa et al., 1998);

em contrapartida, são verificadas reduções nos teores de açúcares solúveis e amido nas raízes (Siqueira et al., 2004; Li et al., 2003), o que promove diminuição do crescimento e aumento na morte de raízes (Fachinello, 1986), ocorrendo assim redução na absorção dos nutrientes minerais e produção de hormônios (Fachinello, 1986; Swietlik, 1986).

Além dos efeitos sobre as raízes, o anelamento pode ter reduzido o crescimento vegetativo das plantas, devido ao aumento no pegamento de frutos que essa prática promove (Mataa et al., 1998). Dessa forma, ao aumentar o número de frutos fixados por planta até a colheita, o anelamento possivelmente aumentou também a “concorrência” por fotoassimilados entre as partes vegetativas e os frutos, o que indiretamente reduziu o tamanho dos ramos e até mesmo os diâmetros dos frutos (Cutting & Lyne, 1993).

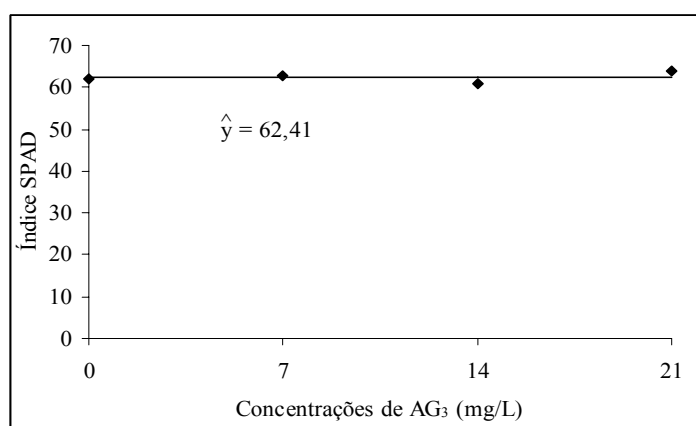
Nas avaliações de cor verde das folhas (índice SPAD), foram identificadas diversas tonalidades de coloração de folhas durante o experimento. Nas plantas sem anelamento, as folhas maduras ficaram em sua maioria dentro das colorações médias de 56 e 70,9. Nas plantas aneladas, as médias SPAD das folhas, no mês de dezembro, tiveram valores de coloração média um pouco abaixo daquelas das colorações médias de 56 unidades SPAD (Figura 4).



**Figura 4** - Tonalidade média de cor (índice SPAD) de folhas de lima ácida ‘Tahiti’: média de 27,8 (a); média de 44,6 (b); média de 56 (c); e média de 70,9 (d).

Pela coloração das folhas, pode-se medir de forma indireta seu teor de clorofila, estando essa coloração mais correlacionada com os teores de clorofila “a” do que com os de clorofila “b” (Neves et al., 2005). Além disso, muitos trabalhos têm demonstrado que o SPAD-502 pode ser usado na avaliação indireta do estado nutricional de nitrogênio e, conseqüentemente, fornecer informações sobre a adubação de muitas culturas (Fox et al., 1994).

Não foi observado efeito do GA<sub>3</sub> sobre os valores de índice SPAD nas folhas das limeiras ácidas ‘Tahiti’ (Figura 5).



**Figura 5** - Estimativa dos valores de índice SPAD de folhas de plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ sob quatro concentrações de GA<sub>3</sub>, no período de agosto de 2006 a março de 2007.

O valor médio de índice SPAD nas plantas dos tratamentos com a aplicação de GA<sub>3</sub> foi de 62,41 (Figura 5), estando de acordo com os valores encontrados por Seciloto (2001) e Cruz (2005), que, trabalhando com limeira ácida ‘Tahiti’, verificaram, respectivamente, em suas testemunhas, médias de 65,6 e 70,2 unidades SPAD.

A ausência de efeito do GA<sub>3</sub> sobre o índice SPAD das folhas está em desacordo com os resultados encontrados por Serciloto (2001), que verificou, no índice SPAD em folhas de limeira ‘Tahiti’ sob aplicação de 20 mg/L de GA<sub>3</sub>, um aumento de 9% em relação à testemunha.

As plantas SA não tiveram alterações significativas na coloração de suas folhas durante o período do experimento. A cor verde nas folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ foi alterada significativamente com a realização do anelamento de ramos (Tabela 2).

As plantas com o AIF foram as primeiras a iniciar o processo de amarelecimento de suas folhas – cerca de 60 dias após o anelamento ter sido realizado. No mês de

dezembro, 120 dias após o florescimento, verificaram-se as maiores reduções nos valores de índice SPAD, ocorrendo nas plantas do tratamento AIF uma redução de 12,34 unidades SPAD ou 18,61%, em relação às plantas SA (Tabela 2).

Para as plantas com AMAF, as maiores reduções no índice SPAD foram observadas aos 120 dias após o florescimento, e os valores obtidos nas plantas deste tratamento ficaram de forma intermediária entre a testemunha (SA) e as plantas com o AIF, tendo as plantas deste tratamento uma redução de 7,22 unidades SPAD ou 10,88%, em relação às plantas SA (Tabela 2).

**Tabela 2** - Índice SPAD médio nas folhas maduras de limeira ácida ‘Tahiti’ sem anelamento (SA), com anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF), no período de 30 até 210 dias após o florescimento, correspondente ao período entre os dias 20 de setembro de 2006 e 20 de março de 2007

Época de anelamento	Época de avaliação (dias após o florescimento)						
	30	60	90	120	150	180	210
SA	66,00 a	64,62 a	66,21 a	66,30 a	69,74 a	69,27 a	65,19 a
AIF	62,13 a	59,64 b	55,85 b	53,96 c	60,41 b	60,41 b	63,28 a
AMAF	62,13 a	63,33ab	66,21 a	59,08 b	63,63 b	63,63 b	62,24 a
CV a (%) = 13,29							
CV b (%) = 7,24							

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

A época em que foi verificada maior redução na tonalidade da coloração verde nas folhas, em relação à testemunha, ocorreu no mês de dezembro, 120 dias após o florescimento. Essa época coincidiu com o período de menor crescimento em altura das plantas, como apresentado anteriormente na Figura 1.

O amarelecimento das folhas das plantas aneladas foi verificado nas plantas com o AIF do 2<sup>o</sup> ao 6<sup>o</sup> mês e nas plantas com o AMAF do 4<sup>o</sup> ao 6<sup>o</sup> mês após a realização do anelamento; a intensidade e o período dos efeitos do anelamento dependeram das condições climáticas na época em que o anelamento foi feito, do potencial de recuperação das plantas e da espessura do corte (Cohen, 1984).

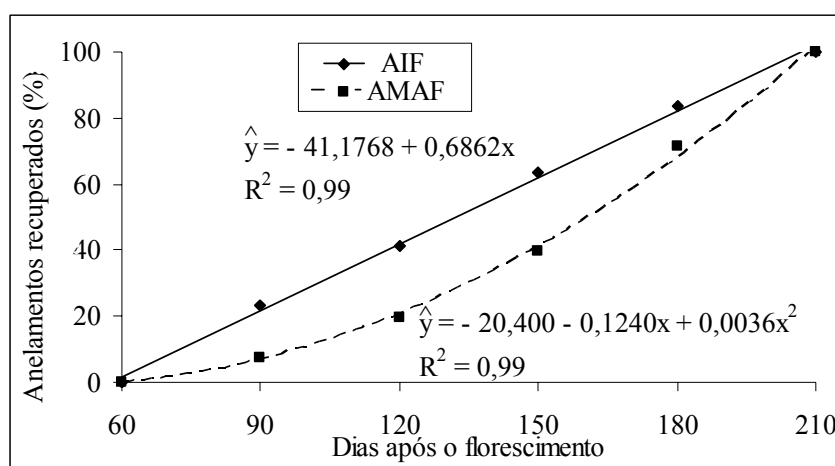
A alteração da cor das folhas das plantas que passam pelo anelamento pode ser explicada por várias hipóteses: a primeira seria pela morte das raízes, que propicia, conseqüentemente, redução na absorção de nutrientes, principalmente o nitrogênio (Fachinello, 1986; Swietlik, 1986); outra explicação para a alteração na tonalidade

verde das folhas seria o acúmulo de carboidratos, sobretudo o amido, nas folhas, que promove degradação da clorofila, alterando, conseqüentemente, a cor das folhas de verde para amarelo (Cohen, 1981; Iglesias et al., 2002). Os grânulos de amido se acumulam nas células e danificam a membrana do cloroplasto, degradando a clorofila e restringindo a difusão de CO<sub>2</sub> (Iglesias et al., 2002).

Outra hipótese, citada por Krapp (1993) e Williams et al. (2000), é de que o anelamento, por aumentar os teores de carboidratos, reduz a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> em 50%, pelo fato de reduzir diretamente a transpiração das plantas através do fechamento dos estômatos; esses autores concluem que a redução nas taxas de fotossíntese e amarelecimento das folhas ocorrem devido à redução da condutância estomática e não ao acúmulo de carboidratos.

As plantas aneladas tiveram a cicatrização total dos tecidos da região anelada aos 210 dias após o florescimento, ou seja, 210 dias após a realização do AIF e 180 dias após o AMAF. Com isso, as plantas com o AIF ficaram um mês a mais com os tecidos da região anelada em recuperação do que aquelas com AMAF (Figura 6).

Quando foi realizada a primeira avaliação da porcentagem de anelamentos recuperados, 60 dias após o florescimento, no mês de outubro, ainda não havia anelamentos totalmente recuperados; os primeiros anelamentos cicatrizados foram verificados apenas aos 90 dias após o início do florescimento (Figura 6).



**Figura 6** - Porcentagem de cicatrização das regiões aneladas nas plantas com o anelamento no início do florescimento (AIF) e um mês após o anelamento (AMAF), no período de 20 de outubro de 2006 (60 dias após o florescimento) e 19 de março de 2007 (210 dias após o florescimento).

A cicatrização dos tecidos anelados, nas plantas com o AIF, ocorreu de forma crescente e linear, havendo a recuperação total de cerca de 20% dos anelamentos a cada 30 dias. A recuperação dos tecidos anelados das plantas com AMAF apresentou comportamento quadrático, com maior valor de recuperação 100% aos 210 dias após o florescimento (Figura 6).

Essa recuperação diferenciada dos anelamentos pode ser explicada pela época em que eles foram feitos. O AIF foi feito ainda no inverno, quando as condições meteorológicas, como apresentado anteriormente na Figura 1, não eram ainda propícias para a recuperação dos anelamentos e até para o desenvolvimento das plantas. O AMAF foi feito no início da primavera, sendo esse período mais propício à recuperação dos anelamentos (Figura 1). Isso porque a velocidade de recuperação dos tecidos anelados ocorre em função das temperaturas, da umidade relativa e da precipitação no período de regeneração dos tecidos (Cohen, 1984).

## CONCLUSÕES

A aplicação do GA<sub>3</sub> não interferiu no crescimento vegetativo e na intensidade de cor verde das folhas da limeira ácida ‘Tahiti’.

As plantas aneladas apresentaram menor crescimento em altura nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (120, 150 e 180 dias após o início do florescimento) em relação às plantas sem anelamento; contudo, em março (210 dias após o início do florescimento), com a recuperação dos tecidos na região anelada, ocorreu a recuperação na altura das plantas aneladas.

As plantas cujo anelamento foi realizado no início do florescimento (AIF) apresentaram crescimento vegetativo mais lento do que as aneladas um mês após o florescimento (AMAF); essa diferença ocorreu porque o período de cicatrização da região anelada foi maior, devido às condições climáticas desfavoráveis no momento da cicatrização dos tecidos.

O anelamento de ramos reduziu os valores de índice SPAD nas folhas de plantas aneladas. As plantas com o anelamento no início do florescimento (AIF) tiveram a maior redução no índice SPAD. Nas plantas com o anelamento um mês após o florescimento (AMAF), a redução foi intermediária entre as plantas com AIF e aquelas sem anelamento (SA).



## LITERATURA CITADA

ALBRIGO, L. G. Comparison of some Antitranspirants on Orange Tree and Fruit. **J. Amer. Soc. Hortic. Sci.**, v. 102, n. 3, p. 270-273, 1977.

AGUSTÍ, M.; ORENGA, V. A.; MÁS, J. P. **Tratamientos para aumentar el tamaño del fruto em los agrios**: Valencia: generalitat valenciana. Conselleria d'Agricultura i Pesca, 1996. 79 p.

AGUSTÍ, M. Floración y fructificación de los cítricos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA, 1., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1999. p. 161-185.

ANDREWS, C. P. et al. Response of peach and nectarine cultivars to girdling. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 91, p. 175-177, 1978.

ARTECA, R. N.; DONG, C. H. Increased photosynthetic rates following gibberellic acid treatments to the roots of tomato plants. **Photosynthesis Research**, v. 2, p. 343-349, 1981.

AULER, P. A. M.; FIORI-TUTIDA, A. C. G.; TAZIMA, Z. H. Comportamento da laranjeira 'Valência' sobre seis porta-enxertos no noroeste do Paraná. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 30, n. 1, p. 229-234, 2008.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5<sup>a</sup>** Aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CHAMPAGNAT, P. Dormance des bourgeons chez les végétaux ligneux. In: CÔME, D. (Ed.). **Les végétaux et le froid**. Paris : Hermann, 1992. p. 203-260.

COHEN, A. Recent developments in girdling of citrus tree. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 196-199, 1981.

COHEN, A. Effect of girdling date on fruit size of Mars Seedless grapefruit. **Journal of Horticultural Science**, v. 59, n. 4, p. 567-573, 1984.

CRUZ, M. C. M. **Florescimento da tangerineira 'Poncã' e da limeira ácida 'Tahiti' submetidas a estresse hídrico e tratadas com paclobutrazol**. 2005, 82 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

CUTTING, J. G. M.; LYNE, M. C. Girdling and the reduction in shoot xylem sap concentrations of cytokinins and gibberellins in peach. **Journal of Horticultural Science**, v. 68, n. 4, p. 619-626, 1993.

DANN, I. R. WILDES, R. A.; CHALMERS, D. J. Effects of limb girdling on growth and development of competing fruit and vegetative tissues of peach trees. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 11, p. 49-58, 1984.

- FACHINELLO, J. C. **Efeitos morfo-fisiológicos do anelamento no enraizamento de estacas lenhosas de macieira cultivar Malling – Merton**. 106 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1986.
- FOX, R. H.; PIEKIELER, W. P.; MACNEAL, K. M. Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 25, p. 171-181, 1994.
- HUTTLY, A. K.; PHILLIPS, A. L. Gibberellin regulated plant genes. **Physiologia Plantarum**, v. 95, n. 2, p. 310-317, 1995.
- IGLESIAS, D. J.; LLISO, I.; TADEO, F. R.; TALON, M. Regulation of photosynthesis through source: sink imbalance in citrus is mediated by carbohydrate content in leaves. **Physiologia Plantarum**, v. 116, p. 563-572, 2002.
- KAVANAGH, K. L.; LEE, D. H.; DREW, A. P.; MAYNARD, C. A. The effects of GA<sub>3</sub> and organic solvents on acclimatization of tissue culture propagated black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.) plantlets. **Forest Science**, v. 39, n. 4, p. 644-654, 1993.
- KRAPP, A.; HOFMANN, B.; SCHAFFER C.; STITT, M. Regulation of the of *rbcS* and other photosynthetic genes by carbohydrates: a mechanism of the sink regulation of photosynthesis. **Plant Journal**, v. 3, p. 817-828, 1993.
- LENZ, F. Photosynthesis and respiration as dependent upon fruit load. **Proceeding of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 70-71, 1978.
- LEONEL, S.; RODRIGUES, J. D. Efeitos de fitorreguladores no crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto de limoeiro ‘Cravo’. **Laranja**, v. 16, n.1, p. 91-104, 1995.
- LEONEL, S.; RODRIGUES, J. D. Efeito de giberelinas, citocininas e nitrato de potássio no crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’. **Scientia Agricola**, v. 53, n. 2-3, 1996.
- LI, C. Y.; WEISS, D.; GOLDSCHMIDT, E. E. Girdling affects carbohydrates – related gene expression in leaves bark and roots of alternate-bearing citrus trees. **Annals of Botany**, v. 92, p. 1-7, 2003.
- MATAA, M.; TOMINAGA, S.; KOZAKI, I. The Effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in ponkã mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). **Scientia Horticulturae**, v. 73, p. 203-211, 1998.
- MARTÍNEZ-CORTINA, C.; SANZ, A. Comparison between the effect of the fruit and of exogenous GA<sub>3</sub> – applications on source-sink relationships in *Citrus* sprouts. **Annals of Botany**, v. 68, p. 143-149, 1991.
- MAUK, C. S.; BAUSHER, M.G.; YELENOVSKY, G. Influence of growth regulator treatments on dry matter production, fruit abscission, and 14C-assimilate partitioning in citrus. **Journal of Plant Growth Regulator**, v. 5, p. 111-120, 1986.

METIVIER, J. R. Dormência e germinação. In: FERRI, M. G. (Ed.). **Fisiologia Vegetal**, 2.ed., São Paulo: EPU, v. 2, p. 343-392, 1979.

NEVES, C. S. O.; CARVALHO, J. G. de; MARTINS, F. A. D.; PÁDUA, T. R. P. de; PINHO, P. J. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 517-521, 2005.

PÉREZ, B. H.; RQDRIGUEZ, A. J. Efecto del aniliado en el rendimiento y calidad del fruto de árboles de durazno (*Prunus persica* L.) bajo un sistema de producción intensiva. **Agrociencia**, n. 68, p. 63-73, 1987.

POWELL, L. E. The hormonal control of bud and seed dormancy in woody plants. In: DAVIES, P. J. (Ed.). **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Dordrecht : Kluwer Academic, 1987. p. 539-552.

250-255, 1978.

PRIMO-MILLO, E. Regulacion del cuajado del fruto en los citricos. In: CONGRESSO DE CITRICULTURA DE LA PLANA, 1., 1993. **Anais...** Valência: Ajunta de Nules, 1993. p. 57-74.

SARTORI, I. A. Aplicação de auxinas e incisão anelar em pessegueiros da cv. Sentinela. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 247-253, 2003.

SERCILOTO, C. M. **Fixação e desenvolvimento dos frutos do tangor ‘Murcote’ (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* L. Osbeck) e da lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) com a utilização de biorreguladores**. 2001, 88 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP, 2001.

SIQUEIRA, D. L.; BARCENA, J. L. G.; ESPOSTI, M. D. D. Florescimento de tangerinas satsuma ‘Owari’ tratadas com paclobutrazol, anelamento do caule e baixa temperatura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 406-409, 2004.

SWIETLIK, D. The effect of pruning and girdling on root: shoot interactions in sour orange seedlings. **Journal of Plant Nutrition**, v. 9, n. 8, p. 1135-1146, 1986.

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

TOMLINSON, P. B.; OLDEMAN, R. A. A.; HALLÉ, F. La dormance des bourgeons. In: COLLOQUE INTERNATIONAL SUR L’ARBRE, 1985, Montpellier. **Annales...** Montpellier : Naturalia Monspeliense, 1985. p. 5-23.

WILLIAMS L. E.; RETZLAFF W. A. ; WEIGANG YANG; BISCAY P. J. ; EBISUDA N. Effect of girdling on leaf gas exchange, water status, and non-structural carbohydrates of field-grown *Vitis vinifera* L. (cv. flame seedless). **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 51, n. 1, p. 49-54, 2000.

### ARTIGO 3

#### **PEGAMENTO DE ESTRUTURAS FLORAIS E FRUTOS DE LIMEIRAS ÁCIDAS ‘TAHITI’ ANELADAS E TRATADAS COM ÁCIDO GIBERÉLICO**

#### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) e do anelamento de ramos sobre o ritmo de abscisão de estruturas reprodutivas florais e o pegamento de frutos em limeira ácida ‘Tahiti’. Foram utilizadas plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), em pomar com oito anos de idade. Para as variáveis relacionadas à abscisão de estruturas reprodutivas, o esquema experimental foi em parcelas subdivididas no tempo, com o fatorial 3 x 4 nas parcelas. Quanto ao pegamento de frutos, o esquema experimental foi o fatorial 3 x 4. O primeiro fator foi a aplicação de GA<sub>3</sub> em quatro concentrações (0, 7, 14 e 21 mg/L), e o segundo, as duas épocas de anelamento: uma no início do florescimento (AIF) e a outra um mês após (AMAF), mais a testemunha sem anelamento (SA). O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições e duas plantas por parcela. Verificou-se que o GA<sub>3</sub> não alterou a abscisão das estruturas reprodutivas e o pegamento dos frutos de limeira ácida ‘Tahiti’. As plantas aneladas apresentaram redução na abscisão das estruturas reprodutivas. O pegamento nas plantas com o AIF foi de 15,66% e, naquelas com o AMAF, de 16,11%, aumento de 220% e 229%, respectivamente, em relação às plantas SA, que tiveram pegamento de 4,89%.

#### **THE ONSET OF THE FLORAL STRUCTURES AND FRUITS OF ACID LIME TREES ‘Tahiti’ GIRDLED AND TREATED WITH GIBBERILLIC ACID**

#### **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the effect of the gibberellic acid and of the girdling of branches on the abscission rhythm of the floral reproductive structures and on the onset of fruits of the acid lime tree ‘Tahiti’. Plants of the acid lime tree ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) grafted on the lemon tree “Cravo” (*Citrus limonia* Osbeck) were used, from an 8 years old orchard. For the variables related to the

abscission of the reproductive structures, the experimental design was on subdivided plots in time, with the factorial 4 x 3 in the plots. As to the onset of fruits, the experimental design was the factorial 4 x 3. The first factor was the application of GA<sub>3</sub> in four concentrations (0, 7, 14 and 21 mg/L), and the second one, the two periods of girdling: one at the beginning of flowering (AIF) and the other one a month later (AMAF), plus the control without girdling (SA). The experimental design was in casualized plots (DBC), with five repetitions and two plants per plot. It was observed that the GA<sub>3</sub> did not change the abscission of the reproductive structures and neither the onset of the fruits of the acid lime tree 'Tahiti'. The girdled plants had a reduction of the abscission of the reproductive structures. The onset in the AIF plants was of 15.66%, and, on the AMAF plants, the onset was of 16.11%, which were increases of 220 and 229%, respectively, in relation to the SA plants, that had an onset of 4.89%.

## INTRODUÇÃO

A florada dos *Citrus* é muito intensa, chegando a mais de 100 mil flores por planta; contudo, somente uma pequena parte dessas flores se transforma em frutos a serem colhidos, existindo uma variação muito grande em termos de porcentagem de pegamento entre os diferentes cultivares (Agustí et al., 1982).

A limeira ácida 'Tahiti', por ser uma cultivar partenocárpica, ou seja, produzir frutos sem sementes, tem a abscisão de suas estruturas reprodutivas (botões, flores e frutos) ainda mais acentuada do que a das variedades com sementes. Para se ter uma idéia, o pegamento final de frutos nesta variedade é de apenas 0,46% na florada de setembro e de 1,85% em floradas extemporâneas (Spósito, 2003), enquanto valores de até 20% têm sido encontrados em cultivares com sementes, como a tangerina 'Satsuma' (Almela et al., 1983).

A principal causa da abscisão de frutos partenocárpicos, como no caso do cultivar 'Tahiti', pode ser atribuída a desequilíbrios hormonais e nutricionais relacionados com a ausência de sementes e intensa floração em cachos florais desprovidos de folhas maduras (fontes), resultando em elevada abscisão de botões florais, flores e frutinhos em desenvolvimento (Shafer et al., 1999).

Para explicar o fenômeno da abscisão, existe a hipótese de que durante o desenvolvimento de flores e frutos de citros ocorre forte competição dessas estruturas com o crescimento vegetativo por carboidratos. Dessa forma, quando uma planta tem

um florescimento muito intenso, os níveis de carboidratos nos tecidos diminuem, havendo um comando interno, possivelmente hormonal, que engatilha uma resposta interna na planta e aciona o processo de abscisão, o que regula ou equilibra os teores de carboidratos com o número de frutos que irão chegar à colheita (Rivas et al., 2004).

Os hormônios que estariam envolvidos diretamente no processo de abscisão são o ácido abscísico e o etileno; as giberelinas teriam um efeito contrário ao dos dois primeiros, tendo este hormônio o efeito de reduzir a abscisão por meio do aumento da divisão e alongamento celular, aumentando a força de dreno do órgão onde este hormônio esteja presente (Talón et al., 2000).

Devido ao conhecimento do papel das giberelinas contrário à abscisão, alguns autores recomendam a aplicação exógena do GA<sub>3</sub> como alternativa para aumentar o pegamento de frutos, pois a aplicação no início da brotação não mais inibe o florescimento, e sim estimula a formação de folhas novas e aumenta sua superfície, incrementando, conseqüentemente, a síntese de fotoassimilados e o pegamento (Agustí & Almela, 1991; Primo-Millo et al., 1993).

Outra prática recomendada para evitar a abscisão de frutos é o anelamento dos ramos. Ele atua na retenção temporária de carboidratos na parte aérea das plantas, impedindo a translocação para o sistema radicular, o que faz com que a planta disponibilize mais carboidratos para os frutos, aumentando assim o pegamento (Agusti & Almela, 1991).

Diante do exposto anteriormente, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do anelamento de ramos e da aplicação do GA<sub>3</sub> na redução da abscisão de estruturas florais e, conseqüentemente, no pegamento de frutos produzidos na florada de agosto em limeira ácida ‘Tahiti’.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Pomar do Fundão, do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG. O período de condução do experimento foi do dia 18/8/2006, no início da floração, até a última colheita dos frutos, no final de abril de 2007.

Foram utilizadas plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka), em campo, com aproximadamente oito anos de idade, enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck). As plantas encontravam-se visivelmente uniformes em relação

a porte, produtividade, sanidade e estado nutricional. Como as plantas foram podadas de forma drástica em 2006, elas possuíam um tamanho reduzido e por isso ainda estavam com a copa em crescimento durante o experimento. O espaçamento entre as plantas era de três metros, havendo apenas uma linha de plantas.

Como tratos culturais, a cada dois meses, foram feitas aplicações foliares do fungicida Alliete®, para controle de gomose (*Phytophthora citrophthora*) e de herbicidas na entrelinha da cultura. Foram realizadas as desbrotas sempre que necessário. A adubação foi feita de forma parcelada e com valores de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999).

O esquema experimental utilizado para as variáveis de abscisão de estruturas reprodutivas foi em parcelas subdivididas no tempo, com o fatorial 3 x 4 nas parcelas. Para o pegamento de frutos, o esquema foi apenas o fatorial 3 x 4. O primeiro fator foi a aplicação de GA<sub>3</sub> em quatro concentrações (0, 7, 14 e 21 mg/L) no dia 13/9/2006. O segundo fator foram as duas épocas de anelamento: uma no início do florescimento (AIF), no dia 21/8/2006, e a outra um mês após (AMAF), no dia 21/9/2006, mais a testemunha sem anelamento (SA). O delineamento adotado foi em blocos casualizados, com cinco repetições e duas plantas por parcela.

Na aplicação do GA<sub>3</sub> foi preparada uma calda a ser aplicada para cada concentração do biorregulador. As caldas foram preparadas no mesmo dia da aplicação (13/9/2006) e eram constituídas de GA<sub>3</sub>, água e um espalhante adesivo siliconado. Para o preparo das caldas, foi realizada a solubilização do GA<sub>3</sub> em KOH 1 N, adicionando-se 400 µL de KOH ao tratamento de 7 mg/L, 600 µL de KOH a 14 mg/L e 800 µL de KOH a 21 mg/L, e a adição do espalhante adesivo siliconado.

A aplicação do GA<sub>3</sub> nas plantas foi feita com um pulverizador costal manual, quando cerca de 80% das pétalas haviam sofrido abscisão seguindo recomendações de Primo-Millo et al. (1993). Tomou-se o cuidado de pulverizar as plantas até o pleno molhamento, evitando o escorrimento da calda nas folhas.

As plantas foram aneladas a aproximadamente 15 cm acima do local de enxertia, rompendo-se o floema em toda a sua circunferência, removendo porções da casca de aproximadamente 5 mm de espessura e tomando-se o cuidado de não aprofundar o canivete no lenho das plantas, para não danificar o xilema. Esse cuidado foi tomado pelo fato de que cortes muito profundos, que ultrapassam a faixa do câmbio e atingem o xilema, podem causar extravasamento de seiva, interrompendo temporariamente o fluxo ascendente de água e nutrientes na região acima do anelamento (Sartori et al., 2003).

Foram avaliados o número e a abscisão acumulada de botões florais, flores e frutos que sofreram abscisão, o número de frutos colhidos e o pegamento dos frutos.

Para determinar o número de estruturas reprodutivas que sofreram abscisão, foram colocadas sob a copa das plantas redes do tipo “clarite”. A cada 15 dias, as estruturas reprodutivas eram coletadas, contadas e classificadas em botões florais, flores e frutos, de acordo com o estágio de desenvolvimento no momento da abscisão.

A colheita foi realizada semanalmente, do final de fevereiro até o final de abril, quando os frutos apresentavam a coloração verde-clara e casca lisa, características de frutos com teor suco normalmente superior a 40% (Gayet et al., 1995). Com a colheita, pode-se determinar o número de frutos colhidos por planta e, utilizando-se da relação número de frutos colhidos/número de estruturas florais que sofreram abscisão, o pegamento de frutos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

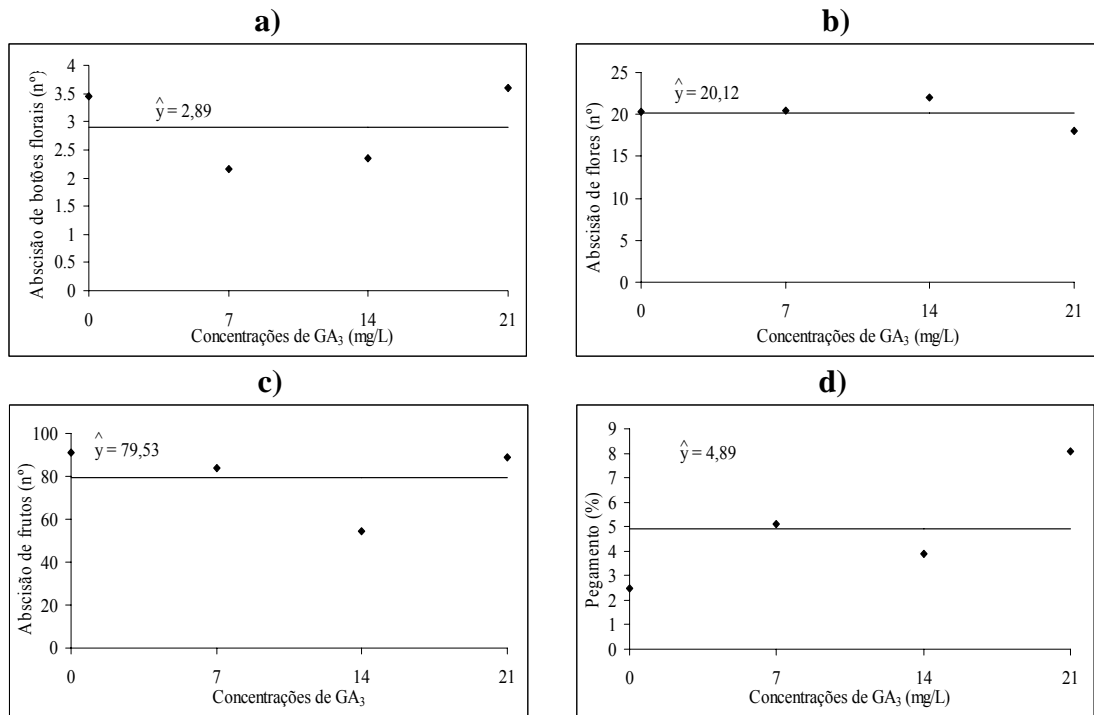
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O GA<sub>3</sub> não teve efeito significativo sobre a abscisão das estruturas reprodutivas, a abscisão acumulada de estruturas reprodutivas e o pegamento de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ (Figuras 1 e 2). Esse resultado difere do encontrado por outros autores. Spósito et al. (2003), aplicando GA<sub>3</sub> na concentração de 10 mg/L em plantas adultas de ‘Tahiti’, durante a abscisão das pétalas, verificaram pegamento de 12,75%, contra 0,46% da testemunha, sendo a concentração de 3 mg/L de GA<sub>3</sub> suficiente para obtenção de um pegamento superior a 10%.

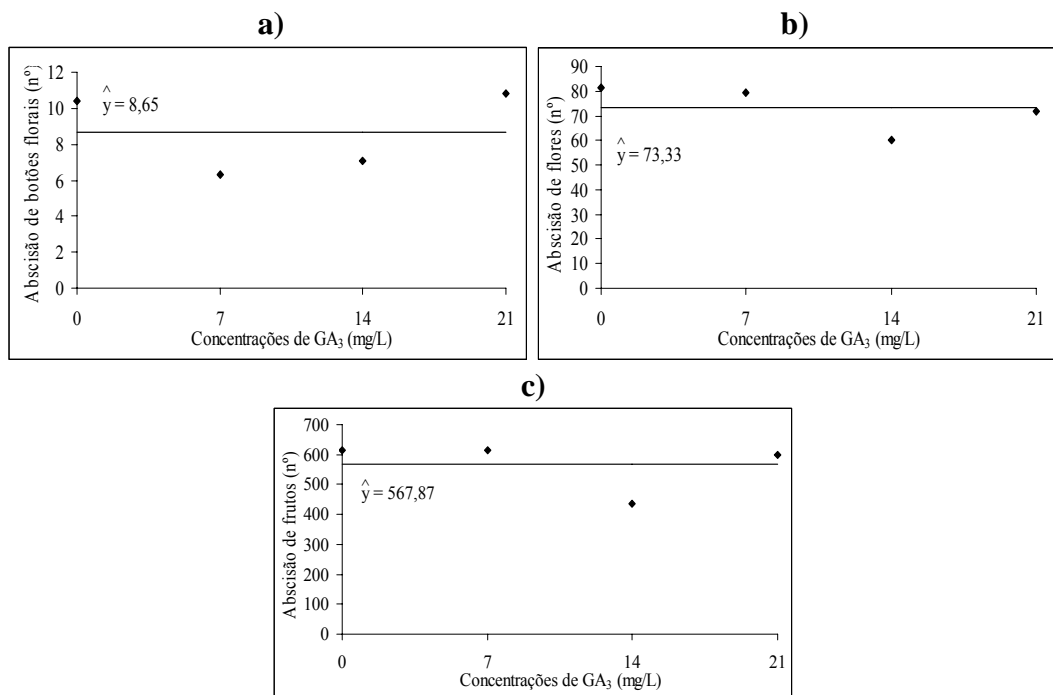
Serciloto (2001) também verificou aumento de 7% no pegamento de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ com a aplicação de 20 mg/L de GA<sub>3</sub> após a queda das pétalas no campo, em plantas adultas.

Geralmente a aplicação exógena de GA<sub>3</sub> atua aumentando a atividade metabólica do ovário, a síntese de fotoassimilados nas folhas e, conseqüentemente, o fluxo de metabólicos para o fruto, o que estimula a ligação entre os frutos e a planta, prevenindo assim a abscisão de frutos (Agusti & Almela, 1991; El-Otmani, 1992; Ragone, 1992; Primo-Millo et al., 1993; Talón, 1998).





**Figura 1** - Estimativas das médias de abscisão de botões florais (a), abscisão de flores (b), abscisão de frutos (c) por avaliação e por parcela e do pegamento de frutos (d) em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’, em função de quatro concentrações de GA<sub>3</sub>.



**Figura 2** - Estimativas dos valores acumulados da abscisão de botões florais (a), abscisão de flores (b) e abscisão de frutos (c) em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’, em função de quatro concentrações de GA<sub>3</sub>.

A ausência de efeitos do GA<sub>3</sub> pode ter ocorrido por diversos motivos, podendo-se citar: as baixas concentrações de carboidratos no momento da aplicação, pois a função do GA<sub>3</sub> é aumentar o fluxo de carboidratos para os frutos (Talon et al., 1998); o estado nutricional inadequado – o GA<sub>3</sub> funciona também como um promotor no fluxo de nutrientes; o momento de aplicação; a concentração aplicada e as condições ambientais (Guardiola, 1996); a natureza do espalhante utilizado – os mais recomendados são os surfatantes (Silwett L-77) (Greenberg et al., 1987; Henning & Coggins, 1988) – neste trabalho, utilizou-se um espalhante siliconado; as concentrações aplicadas; e o tempo de permanência do produto sobre os tecidos das folhas. Chuvas logo após a aplicação podem lavar o GA<sub>3</sub> (Coggins, 1987).

Em relação às épocas de anelamento, nas plantas com o AIF houve redução na abscisão de botões florais e flores. Nas plantas com o AMAF não foram verificadas alterações, porque o anelamento ocorreu após a abscisão de botões florais e flores (Tabelas 1 e 2).

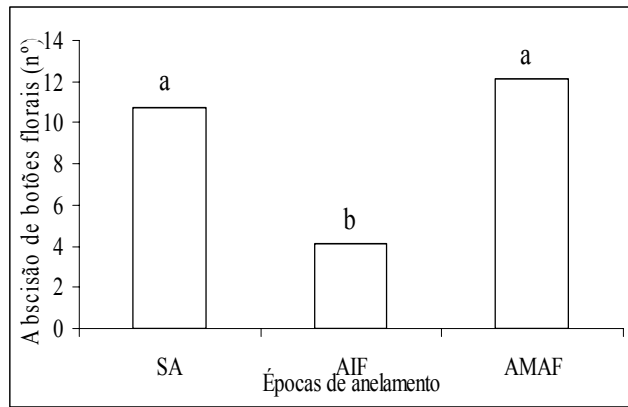
Para botões florais, o pico da abscisão ocorreu no intervalo entre 16 e 30 dias após o início do florescimento. No pico da abscisão de botões florais, as plantas com o AIF tiveram uma abscisão de 2,35 botões florais/parcela, e as plantas AS, de 7,30 botões/parcela – redução de 72% na abscisão de botões florais (Tabela 1).

**Tabela 1** - Valores médios de abscisão de botões florais/parcela nos tratamentos sem anelamento (SA), anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF), em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’, na florada de setembro de 2006

Época de anelamento	Época de avaliação (dias após início do florescimento)		
	0 – 15	16 – 30	31– 45
SA	2,15 a	7,30 a	1,35 a
AIF	1,15 a	2,35 b	0,65 b
AMAF	2,30 a	8,60 a	1,20 a
CV a (%) = 122,10			
CV b (%) = 153,58			

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

Verificou-se, na abscisão acumulada de botões florais, que as plantas SA e com o AMAF foram as de maior abscisão: 10,7 e 12,1 botões/parcela, respectivamente. As plantas com o AIF foram as de menor abscisão (4,15 botões/parcela), ou seja, redução de 57,94% em relação às plantas SA (Figura 3).



**Figura 3** - Abscisão acumulada de botões florais em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ em função das três épocas de anelamento: sem anelamento (SA), anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF). Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto às flores, o pico de abscisão, assim como de botões florais, ocorreu no intervalo entre 16 e 30 dias após o início do florescimento; nessa época, foram observadas as maiores diferenças entre os tratamentos. No pico da abscisão floral, as plantas com o AIF tiveram a abscisão de 20,55 flores/parcela – redução na abscisão de flores de 65,85% em relação às plantas SA, que tiveram abscisão de 66,05 flores/parcela (Tabela 2).

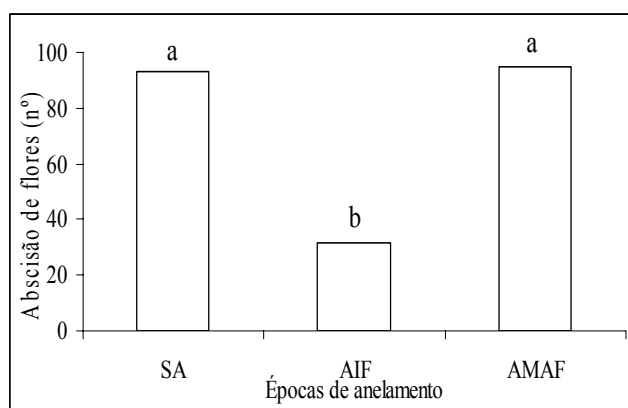
**Tabela 2** - Valores médios de flores/parcela que sofreram abscisão nos tratamentos sem anelamento (SA), anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF), em limeira ácida ‘Tahiti’, na florada de setembro de 2006

Época de anelamento	Época de avaliação (dias após o início do florescimento)			
	0 – 15	16-30	31 - 45	46 - 60
SA	26,20 a	66,05 a	2,40 a	0,95 a
AIF	18,35 a	20,55 b	2,05 a	0,50 a
AMAF	22,75 a	67,05 a	2,10 a	0,50 a

CV a (%) = 146,68  
CV b (%) = 142,88

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

Verificou-se, na abscisão acumulada de flores, que as plantas SA e com o AMAF foram as com maiores abscisões acumuladas: 93,1 e 94,85 flores/parcela, respectivamente. As plantas com o AIF foram as de menor abscisão (31,8 flores/parcela, mostrando redução de 65,84% em relação às plantas SA (Figura 4).



**Figura 4** - Abscisão acumulada de flores em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ em função das três épocas de anelamento: sem anelamento (SA), anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF). Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A abscisão de frutos foi alterada nas diferentes épocas de anelamento. No intervalo entre 31 e 45 dias após o início do florescimento, observou-se que as plantas com o AIF tiveram abscisão de 98,6 frutos/parcela, e as plantas AS, 247,8 frutos/parcela, ou seja, houve redução de 60,21%; contudo, entre 61 e 75 dias após o florescimento, as plantas com o AIF tiveram a abscisão de 110,4 frutos/parcela, superando em 60,77% as plantas AS, que tiveram abscisão média de 43,3 frutos/parcela, ou seja, parte da abscisão de frutos foi apenas retardada pelo anelamento (Tabela 3).

As plantas com o AMAF tiveram redução de 17,07, 32,03 e 31,99% na abscisão de frutos nos intervalos entre 31 e 45, 46 e 60 e 61 e 75 dias após o início do florescimento, respectivamente, em relação às plantas SA (Tabela 3).

**Tabela 3** - Valores médios de número de frutos/parcela que sofreram abscisão nos tratamentos sem anelamento (SA), com anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF), em limeira ácida ‘Tahiti’, na florada de setembro de 2006

Época de anelamento	Época de avaliação (dias após o início do florescimento)						
	15-30	31-45	46-60	61-75	76-90	91-105	106-120
AS	6,7 a	247,8 a	206,0 a	43,3 b	49,2 a	25,1 a	8,0 a
AIF	2,3 a	98,6 c	227,3 a	110,4 a	68,5 a	46,9 a	18,5 a
AMAF	5,3 a	205,5 b	140,1 b	54,1 b	57,0 a	34,3 a	14,8 a
CV a (%) = 147,00							
CV b (%) = 93,08							

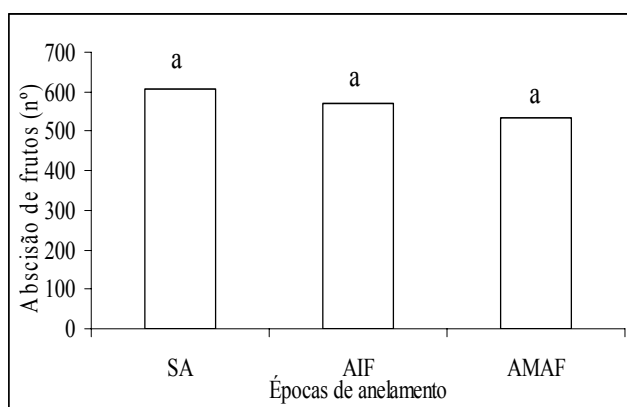
Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O aumento na abscisão de frutos, nas plantas com o AIF, entre 61 e 75 dias após o florescimento (Tabela 3) ocorreu possivelmente porque, mesmo que os teores de amido nas folhas sejam suficientes para o manter o pegamento de frutos, estes não são convertidos de forma rápida em açúcares solúveis totais, que são os açúcares utilizados pelas plantas. Desse modo, os carboidratos não estavam disponíveis aos frutos, o que permitiu a abscisão destes. Esse é um fenômeno considerado por alguns autores como um mecanismo autorregulatório da planta, o qual ajusta o número de frutos à sua capacidade de suprimentos (Goldschmidt & Monselise, 1977; Guardiola, 1988; Erner, 1989).

Como período de efeito do anelamento, as plantas com o AIF tiveram a abscisão de frutos reduzida até 30 dias após o anelamento, e as plantas com AMAF, até 45 dias após o anelamento (Tabela 3).

Na literatura, o período de efeito do anelamento ainda não está totalmente elucidado; o que se sabe é que alguns fatores atuam sobre o tempo de efeito do anelamento, sendo eles: a espessura em que foi realizado o anelamento, o cultivar anelado, a época do anelamento e o estado nutricional das plantas no momento do anelamento (Sartori & Ilha, 2005).

Quanto à abscisão acumulada de frutos, não foram verificadas diferenças entre os tratamentos, mas observou-se tendência de maior abscisão nas plantas SA: 608,45 frutos/parcela, contra 572,30 frutos/parcela nas plantas com o AIF (redução de 5,94% na abscisão em relação às plantas SA) e 534,8 frutos/parcela nas plantas com o AMAF (redução de 12,08% em relação às plantas SA) (Figura 5).



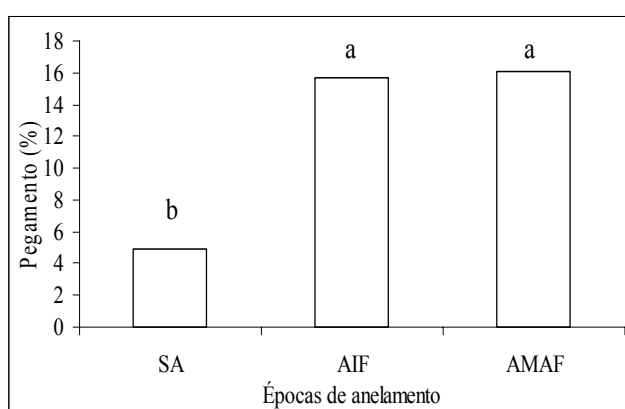
**Figura 5** - Abscisão acumulada de frutos em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ em função das três épocas de anelamento: sem anelamento (SA), anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF). Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As duas épocas de anelamento aumentaram o pegamento de frutos, não havendo diferença significativa entre elas. As plantas com o AIF e o AMAF tiveram pegamento de 15,66 e 16,11%, aumentando o pegamento de frutos em 220 e 229%, respectivamente, em comparação com as plantas SA, que tiveram pegamento de 4,89% (Figura 6).

O aumento no pegamento de frutos em plantas com anelamento observado neste trabalho também foi reportado anteriormente por Rivas et al. (2006), trabalhando com várias épocas de anelamento. Esses autores verificaram em tangerina ‘Fortune’ aumento de 250 e 350% quando o anelamento foi feito respectivamente 10 e 35 dias após a antese.

O pegamento observado nas plantas testemunhas deste experimento ficou acima do encontrado por Spósito (2003), que verificou em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’, no campo, pegamento de 1,85% nas plantas testemunhas. Entretanto, as plantas com anelamento tiveram valor de pegamento acima do normal encontrado em *Citrus*, que raramente supera 10% das flores formadas, alcançando valores entre 0,5 e 3,5% (Agusti et al., 1982).

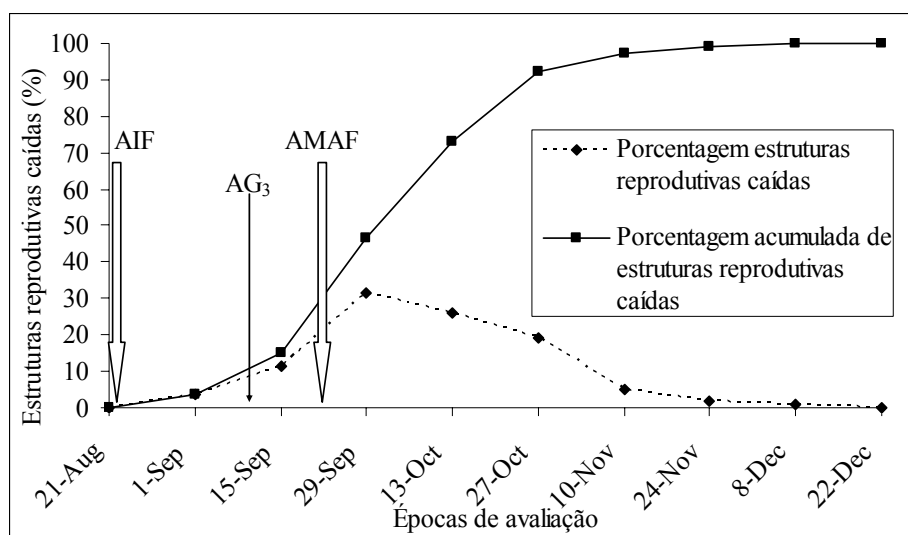
O efeito do anelamento sobre a retenção de botões florais, flores e frutos e o aumento do pegamento de frutos ocorre porque essa prática aumenta os teores de carboidratos, reguladores de crescimento e nutrientes nas folhas, o que promove consequentemente aumento nos teores dessas substâncias disponíveis às estruturas reprodutivas (Cohen, 1981; Garcia-Luis, 1988; Agusti & Almela, 1991; Primo-Millo et al., 1993; Mataa, 1998; Ruiz et al., 2001; Goren et al., 2003; Li, 2003; Rivas et al., 2006).



**Figura 6** - Pegamento de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’, na florada de setembro de 2006, nos tratamentos sem anelamento (SA), anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF). Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As duas épocas de anelamento se situaram antes da época de maior abscisão das estruturas reprodutivas (botões + flores + frutos). Quando as plantas sofreram o AIF, não havia ocorrido a abscisão das estruturas reprodutivas, e, no momento da realização do AMAF, apenas 28,65% dessas estruturas haviam sofrido abscisão, atestando-se dessa forma que as épocas escolhidas para a realização dos anelamentos foram as mais acertadas (Figura 7).

Cerca de 88,69% das estruturas reprodutivas sofreram abscisão no período entre a avaliação, do dia 1/9/2006, e o dia 27/10/2006. A época em que ocorreu a maior porcentagem de abscisão ocorreu entre os dias 15/9/2006 e 29/9/2006, quando 31,6% das estruturas reprodutivas sofreram abscisão. De 29/9/2006 a 13/10/2006 a 13/10/2006 e de 27/10/2006 ocorreu, respectivamente, abscisão de 26,23 e 19,31% das estruturas reprodutivas (Figura 7).



**Figura 7** - Porcentagem de abscisão e porcentagem acumulada de abscisão de estruturas reprodutivas em plantas de limeira ácida 'Tahiti' das plantas da testemunha (sem anelamento e sem o ácido giberélico), do início do florescimento até o final da abscisão de frutos.

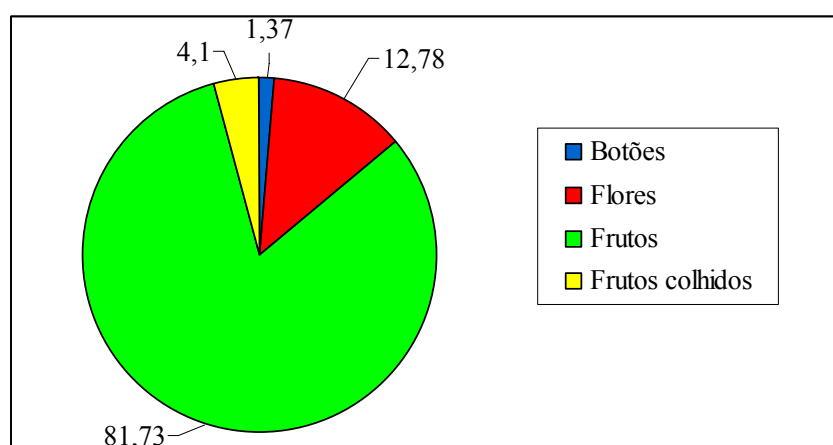
O fenômeno da abscisão de grandes quantidades de frutos em curto espaço de tempo ocorre porque durante o desenvolvimento dos frutos existe forte competição entre estruturas reprodutivas e o crescimento vegetativo por carboidratos. Dessa forma, a planta no início do desenvolvimento dos frutos não consegue sustentar o desenvolvimento de todas as estruturas, havendo um comando interno, por meio da ativação de genes específicos, os quais atuam no processo de abscisão e regulam o

número de frutos que irão chegar à colheita (Iglesias et al., 2002; Rivas et al., 2004, 2006).

Observou-se visualmente que a abscisão a partir do dia 29/9/2006 foi principalmente de frutos de pequeno tamanho. Ruiz et al. (2001) também verificaram abscisão de frutos do tamanho de  $\pm 6$  mm em época semelhante, final de setembro, trabalhando com ‘Washington Navel’. Esses autores consideram o final de setembro a época da abscisão fisiológica dos frutos nessa variedade, coincidindo com o resultado observado para lima ácida ‘Tahiti’ neste trabalho.

No período próximo ao final da abscisão de estruturas reprodutivas, a partir da avaliação do dia 10/11/2006, verificou-se visualmente que os frutos que sofriam abscisão possuíam tamanhos maiores, em torno de 4 cm. Outros autores, trabalhando com *Citrus*, também verificaram no final do período de abscisão frutos com tamanhos entre 2 e 4 cm de diâmetro (Koller et al., 1999; Schafer et al., 1999, 2001; Ruiz et al., 2001).

A porcentagem de abscisão de botões florais, flores e frutos, em relação às estruturas formadas no tratamento SA e com 0 mg/L de GA<sub>3</sub>, foi de 1,34, 12,78 e 81,73%, respectivamente, e o pegamento foi de 4,1% (Figura 8). Verifica-se que, em condições naturais, a abscisão de frutinhas supera muito a abscisão de flores e botões florais (Figura 8).



**Figura 8** - Porcentagem de abscisão de cada uma das estruturas reprodutivas: botões florais, flores, frutos e frutos colhidos, em plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ sem anelamento e sem a aplicação de GA<sub>3</sub> (testemunha).



## CONCLUSÕES

O GA<sub>3</sub> não teve efeito sobre a abscisão das estruturas reprodutivas e o pegamento de frutos.

As plantas com o AIF tiveram redução na abscisão de botões florais e flores e frutos em relação às plantas SA. As plantas com o AMAF tiveram redução na abscisão de frutos.

As plantas com o AIF e o AMAF tiveram o pegamento de frutos aumentado, em relação às plantas SA, em 220 e 229%, respectivamente. Assim pode-se recomendar a realização do anelamento do início do florescimento até um mês depois, sem a perda de eficiência dessa prática.

A abscisão de botões florais, flores e frutos representou 1,37, 12,78 e 81,73%, respectivamente, das estruturas reprodutivas que sofreram abscisão, e o pegamento de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ foi de 4,1%.

## LITERATURA CITADA

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura**. Barcelona: Aedos Editorial, 1991. 261 p.

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

ALMELA, V.; AGUSTÍ, M.; GUARDIOLA, J. L. Frutificación y características del fruto en el mandarino ‘Satsuma’ Actas I Cong. Nal. SECH. **Valência**, v. 2, p. 681-688, 1983.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5<sup>a</sup>** Aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

COGGINS, C. W. Jr. UC Treatment Guide for plant growth regulators. **California Citrograph**, v. 72, p. 223-225, 1987.

COHEN, A. Recent developments in girdling of citrus tree. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 196-199, 1981.

EL-OTMANI, M. Usos principais de reguladores de crescimento na produção de citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – FISILOGIA, 2, 1992, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 41-51.

- ERNER, Y. *Citrus* fruit set: carbohydrate, hormone and leaf mineral relationships. In: WRIGHT C. J. **Manipulation of fruiting**. London: Butterworths, p. 233-242. 1989.
- GUARDIOLA, J. L. Future use of plant bioregulators. **Proc. Int. Soc. Citric.**, v. 2, p. 938-944, 1996.
- HENNING, G. L.; COGGINS, C. W. Jr. Bioassay used to determine the impact of surfactants on the biological effectiveness of exogenous gibberellic. **Acid. Proc. Sixth Int. Citrus Cong.**, 1988. p. 325-331.
- GARCIA-LUIS, A.; FORNÉS, F.; SANZ, A.; GUARDIOLA, J. L. The regulation of flowering and fruit set in *Citrus*: relationship with carbohydrate levels. **Israel Journal of Botany**, v. 37, p. 189-201, 1988.
- GREENBERG, J.; HERTZANO, Y.; ESHEL, G. Improvement of giberellin efficiency in prolong the *Citrus* harvest season by the surfactant L-77. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v. 112, n. 4, p. 625-629, 1987.
- GAYET, J. P.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G., BORDIN, M. R. **Lima ácida ‘Tahiti’ para a exportação: Procedimentos de colheita e Pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995. 36 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 12).
- GOLDSCHMIDT, E. E.; MONSELISE, S. P. Hormonal control of flowering in citrus and some other woody perennials. **Plant Growth Substances**, v. 170, p. 758-766, 1977.
- GOREN, R.; HUBBERMAN, M.; GOLDSCHMIDT, E. E. Girdling: physiological and horticultural aspects. **Horticultural Reviews**, v. 30, p. 1-36, 2003.
- GUARDIOLA, J. L. Factor limiting productivity in citrus. A physiological approach. **Proc. 6<sup>th</sup>, Int. citrus Symposium**, 1988.
- GUARDIOLA, J. L. Future use of plant bioregulators. **Proc. Int. Soc. Citric.**, v. 2, p. 938-944, 1996.
- IGLESIAS, D. J.; LLISO, I.; TADEO, F. R.; TALON, M. Regulation of photosynthesis through source: sink imbalance in citrus is mediated by carbohydrate content in leaves. **Physiologia Plantarum**, v. 116, p. 563-572, 2002.
- KOLLER, O. C.; FERRARI SOBRINHO, F., SCHWARZ, S. F. Frutificação precoce de laranjeiras ‘Monte Parnaso’ com anelagem e pulverização de ácido giberélico e óleo mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 34, n.1, p. 63-68, 1999.
- LI, C. Y.; WEISS, D.; GOLDSCHMIDT, E. E. Girdling affects carbohydrates – related gene expression in leaves bark and roots of alternate-bearing citrus trees. **Annals of Botany**, v. 92, p. 1-7, 2003.
- MATAA, M.; TOMINAGA, S.; KOZAKI, I. The effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in ponkã mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). **Scientia Horticulturae**, v. 73, p. 203-211, 1998.

PRIMO-MILLO, E. Regulacion del cuajado del fruto en los citricos. In: CONGRESSO DE CITRICULTURA DE LA PLANA, 1., 1993. **Anais...** Valência: Ajunta de Nules, 1993. p.57-74.

RAGONE, M. L. Os reguladores de crescimento no cultivo cítrico da Argentina. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISILOGIA, 2, 1992, Bebedouro – SP. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992. p. 52-66.

RIVAS, F.; FRASCHINI, C.; LANFRANCO, M.; BORGES, A.,; ESPINO, M.; GRAVINA, A.; FRANCO, J. Characterization and improvement of potential productivity of ‘Nova’ mandarin in Uruguay. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR CITRICULTURE, Agadir, Marrocco. **Proceedings...**, Agadir, Marrocco, 2004. (Abstract , 44)

RIVAS, F.; ERNER, E.; ALÓS, E.; JUAN, M.; ALMELA, V.; AGUSTÍ, M. Girdling increases carbohydrate availability and fruit-set in citrus cultivars irrespective of parthenocarpic ability. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 81, n. 2, p. 289-295, 2006.

RUIZ, R.; GARCIA-LUIZ, A.; MONERRI, C.; GUARDIOLA, J. L. Carbohydrate availability in relation to fruitlet abscission in *Citrus*. **Annals of Botany**, v. 87, p. 805-812, 2001.

SARTORI, I. A. et al. Aplicação de auxinas e incisão anelar em pessegueiros da cv. Sentinela. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 247-253, 2003.

SARTORI, I. A.; ILHA, L. L. H. Anelamento e incisão anelar em fruteiras de caroço. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 724-729, 2005.

SCHAFFER, G.; KOLLER, O. C.; SARTORI, I. A. Retenção de frutos de laranjeiras de umbigo ‘Monte Parnaso’ em função da aplicação de 2,4 D, ácido giberélico, e da anelagem de ramos. **Ciência Rural**, v. 29, n. 4, p.639-644, 1999.

SCHAFFER, G.; KOLLER, O. C.; SARTORI, I. A.; CASALI, M. E.; LIMA, J. G. Efeito de reguladores de crescimento, aplicados em diferentes épocas, e da incisão anelar dos ramos principais sobre a produção de laranjeira de umbigo ‘Monte Parnaso’. **Ciencia Rural**, v. 31, n. 4, p.577-581, 2001.

SERCILOTO, C. M. **Fixação e desenvolvimento dos frutos do tangor ‘Murcote’ (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* L. Osbeck) e da lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) com a utilização de biorreguladores.** 2001, 88 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP, 2001.

SPÓSITO, M. B.; MOURÃO FILHO, F. A. A. ‘Tahiti’ lime fruit set related to gibberellic acid application on out-of-season flowering and the accumulation of degree days. **Fruits**, v. 58, p. 151-156, 2003.

TALON, M.; TADEO, F. R.; BEN-CHEIKH, W.; GOMES-CADENAS, A.; MEHOUACHI, J.; PÉREZ-BOTELLA, J.; PRIMO-MILLO, E. Hormonal regulation of fruit set and abscission in citrus: classical concepts and new evidence. **Acta Horticulturae**, v. 463, p. 209-218, 1998.

TALON, M.; MEHOUACHI, J.; IGLESIAS, D. J.; TADEO, F. R.; LLISO, I.; MOYA, J. L.; GÓMEZ-CADENAS, A.; PRIMO-MILLO, E. Citrus fruitlet abscission: physiological bases supporting the “competition hypothesis”. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR CITRICULTURE, 9., Orlando, FL. **Proceedings...** Orlando, FL, 2000. p. 602-604.

## ARTIGO 4

### **PRODUÇÃO DE FRUTOS E TEORES DE CARBOIDRATOS NAS FOLHAS DE LIMEIRA ÁCIDA ‘TAHITI’ ANELADAS E TRATADAS COM ÁCIDO GIBERÉLICO**

#### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) e do anelamento de ramos sobre os teores de carboidratos nas folhas, o crescimento e a produção e o peso de frutos de limeira ácida ‘Tahiti’. Foram utilizadas plantas enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) com oito anos de idade. Os teores de açúcares solúveis totais e amido foram avaliados apenas nas plantas aneladas. Quanto ao crescimento dos frutos medido pelo diâmetro, o esquema experimental foi em parcelas subdivididas, com o fatorial 3 x 4 nas parcelas. Para número de frutos colhidos/parcela, peso colhido/parcela e peso médio dos frutos e relação frutos/m<sup>3</sup> de copa, o esquema foi o fatorial 3 x 4. O primeiro fator foi a aplicação de GA<sub>3</sub> em quatro concentrações (0, 7, 14 e 21 mg/L), e o segundo, as duas épocas de anelamento: uma no início do florescimento e a outra um mês após, mais a testemunha sem anelamento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições e duas plantas por parcela. Verificou-se que o GA<sub>3</sub> não teve efeito sobre as variáveis de produção. O anelamento e as concentrações aplicadas de GA<sub>3</sub> anteciparam o crescimento dos frutos, porém, não foi verificada diferença no diâmetro destes na colheita. O anelamento de ramos, independentemente da época em que foi realizado, aumentou a produção das plantas e os teores de carboidratos nas folhas. A maior produção e a consequente maior relação frutos/m<sup>3</sup> de copa promoveu uma redução no peso médio nos frutos de limeira ácida ‘Tahiti’.

### **PRODUCTION OF FRUIT AND CARBOHYDRATE CONTENTS IN THE LEAVES OF THE ACID LIME TREE ‘Tahiti’ GIRDLED AND TREATED WITH GIBBERILLIC ACID**

#### **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the effect of the gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) and of the girdling of branches on the carbohydrate contents in the leaves, on the

growth and on the production and weight of fruits of the acid lime tree ‘Tahiti’. Plants grafted on the lemon tree “Cravo” (*Citrus limonia* Osbeck) eight years old were used. The total soluble sugar and starch contents were evaluated only in the girdled plants. As to the growth of the fruits measured by diameter, the experimental design was in subdivided plots, with the factorial 4 x 3 in the plots. For the number of fruits harvested/plot, weight harvested/plot and average weight of the fruits and of the relation fruits/m<sup>3</sup> of crown, the design was the factorial 4 x 3. The first factor was the application of GA<sub>3</sub> in four concentrations (0, 7, 14 and 21 mg/L), and the second one was the two periods of girdling: one at the beginning of flowering and the other one a month later, plus the control without the girdling. The experimental design was in casualized plots, with five repetitions and two plants per plot. It was observed that the GA<sub>3</sub> did not have an effect on the variables of production. The girdling and the concentrations of GA<sub>3</sub> anticipated the growth of the fruits but there was no difference on their diameter at harvest time. The girdling of the branches, independently of the periods, increased the production of the plants and the carbohydrate contents in the leaves. The greatest production and the greatest consequent relation fruits/m<sup>3</sup> of crown caused a reduction in the average weight of the fruits of the acid lime tree ‘Tahiti’.

## INTRODUÇÃO

Os *Citrus* produzem florações muito numerosas, chegando a mais de 100 mil flores por planta; contudo, apenas uma pequena parte destas flores se transformará em frutos a serem colhidos, existindo uma variação muito grande em termos de porcentagem de pegamento entre os diferentes cultivares (Agustí et al., 1982).

A limeira ácida “Tahiti”, por ser um cultivar partenocárpico, que apresenta frutos sem sementes, tem a abscisão de suas estruturas reprodutivas (botões, flores e frutos) ainda mais acentuada do que a das variedades com sementes. O pegamento final de frutos nessa variedade é de apenas 1,85% na florada de setembro e 0,46% em floradas extemporâneas (Spósito, 2003), enquanto valores de até 20% têm sido encontrados em cultivares como a tangerina ‘Satsuma’ (Almela et al., 1983). Por isso, muitas vezes o uso de algumas práticas pode ser interessante nesse cultivar, podendo-se citar, entre algumas das práticas normalmente recomendadas, o anelamento de ramos e a aplicação de GA<sub>3</sub> na época de abscisão de pétalas.

O anelamento consiste na remoção de uma pequena porção de casca em toda a circunferência (anel) do tronco de uma planta, que corresponde ao floema, bloqueando o fluxo de fotoassimilados da parte aérea para as raízes (Sartori, 2003).

Essa é uma prática muito antiga, sendo largamente utilizada em citros, videiras, pêsego e outras plantas frutíferas, com a finalidade principal de incremento do florescimento, pegamento e tamanho de frutos (Goren, 2003).

O anelamento pode ser muito efetivo, mas é preciso atentar sempre para a época de sua realização. Deve-se compreender que, para adoção dessa prática, é fundamental haver coincidência entre maiores níveis de carboidratos nas folhas e o início da época de abscisão das estruturas reprodutivas, sendo esta época o final do inverno (quando ocorre acúmulo de carboidratos) (Dann et al., 1984).

O aumento na produção e no pegamento de frutos em plantas que passaram pelo anelamento é explicado pelo acúmulo de carboidratos que essa prática promove na parte aérea das plantas (Rivas, 2006). Quando se faz o anelamento, o carboidrato que tem seus teores aumentados nas folhas é o amido (Mataa, 1998), sendo esse acúmulo provocado pela ativação de genes, os quais sintetizam enzimas que irão atuar na síntese e degradação de moléculas de amido nas folhas (Li, 2003).

Outra possibilidade de ampliar a produção em ‘Tahiti’ é o uso do biorregulador ácido giberélico ( $GA_3$ ) para aumentar o pegamento de frutos, geralmente aplicado na época da abscisão de 80% das pétalas (Primo-Millo et al., 1993).

Ragone (1992), na Argentina, conseguiu aumentar em 16,8% a produtividade da tangerineira ‘Ellendale’ com 10 mg/L de  $GA_3$  aplicados quando 75% dos botões florais estavam abertos, sendo atribuído a esse biorregulador um aumento na força de dreno pelos frutos.

Aplicações exógenas de  $GA_3$  são eficientes no aumento das taxas de pegamento de várias espécies de *Citrus* (Agustí & Almela, 1991); todavia, para haver resposta ao biorregulador, vários cuidados devem ser tomados, e a aplicação deve ser feita quando a planta se encontrar no estágio de máxima sensibilidade, que corresponde ao momento em que nos frutos o hormônio está em baixa concentração (Agustí & Almela, 1991), sendo um dos momentos entre a antese e a abscisão das pétalas (Castro, 1998).

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do anelamento de ramos e da aplicação do  $GA_3$  sobre os teores de carboidratos nas folhas, o crescimento dos frutos, a produção e o tamanho dos frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ no momento da colheita.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Pomar do Fundão, do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG. O período de condução do experimento foi do dia 18/8/2006, quando foi observado o início da floração, até a última colheita dos frutos, feita no final de abril de 2007.

Foram utilizadas plantas de limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka), em condições de campo, com aproximadamente oito anos de idade, enxertadas sobre o limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck). As plantas encontravam-se uniformes em relação a porte, produtividade, sanidade e *status* nutricional. O espaçamento entre as plantas na linha era de três metros, estando todas em apenas uma fileira.

Como tratos culturais, foram feitas aplicações foliares a cada dois meses do fungicida Alliete®, para controle de gomose (*Phytophthora citrophthora*) e de herbicidas na entrelinha da cultura. As desbrotas foram realizadas sempre que necessário. A adubação foi feita de forma parcelada e com valores de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999). Não foram realizadas irrigações durante o experimento.

Os teores de açúcares solúveis totais e amido foram avaliados apenas nas plantas aneladas, porque as diferenças em termos de produção e pegamento foram verificadas apenas nelas. Para o crescimento dos frutos em diâmetro, o esquema experimental foi em parcelas subdivididas, com um fatorial 3 x 4 nas parcelas. Quanto às variáveis número de frutos colhidos, peso colhido/parcela, peso médio dos frutos e relação frutos/m<sup>3</sup> de copa, o esquema experimental foi o fatorial 3 x 4. O primeiro fator foi a aplicação de GA<sub>3</sub> em quatro concentrações (0, 7, 14 e 21 mg/L), quando 80% das pétalas haviam caído. O segundo fator foram as duas épocas de anelamento: a primeira no início do florescimento (AIF) e, a segunda, um mês após o florescimento (AMAF), mais uma testemunha sem anelamento (SA). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), com cinco repetições e duas plantas por parcela.

Para aplicação do GA<sub>3</sub>, foi preparada uma calda para cada concentração do biorregulador a ser aplicada. As caldas foram preparadas no mesmo dia da aplicação (13/9/2006) e eram constituídas de GA<sub>3</sub>, água e um espalhante adesivo siliconado. No preparo das caldas, foi realizada a solubilização do GA<sub>3</sub> em KOH 1 N, adicionando-se 400 µL de KOH ao tratamento de 7 mg/L, 600 µL de KOH a 14 mg/L e 800 µL de KOH a 21 mg/L, e a adição do espalhante adesivo siliconado.



A aplicação do GA<sub>3</sub> nas plantas foi feita quando cerca de 80% das pétalas haviam sofrido abscisão, seguindo recomendações de Primo-Millo et al. (1993), e com o auxílio de um pulverizador manual costal. Tomou-se o cuidado de pulverizar as plantas até o pleno molhamento, evitando o escorrimento da calda nas folhas.

As plantas foram aneladas a aproximadamente 15 cm acima do local de enxertia, rompendo-se o floema em toda a sua circunferência, removendo porções da casca de aproximadamente 5 mm de espessura e tomando-se o cuidado de não aprofundar o canivete no lenho das plantas para não danificar o xilema, porque cortes muito profundos, que ultrapassam a faixa do câmbio e atingem o xilema, podem causar extravasamento de seiva, interrompendo temporariamente o fluxo ascendente de água e nutrientes na região acima do anelamento (Sartori et al., 2003).

Foram avaliadas as seguintes variáveis: teores de carboidratos (amido e açúcares solúveis totais), apenas para as plantas aneladas; crescimento dos frutos (diâmetro); produção (número de frutos colhidos/parcela, frutos colhidos/m<sup>3</sup> de copa de planta e o peso colhido/parcela); e peso médio dos frutos/parcela.

Para realização das análises dos teores foliares de amido e açúcares solúveis totais, foram coletadas mensalmente 10 folhas/parcela de agosto a dezembro, oriundas da brotação da primavera anterior, apenas nas plantas com o anelamento, por terem sido estas as únicas que mostraram diferenças significativas na produção e no pegamento de frutos, em relação às plantas da testemunha.

Depois de coletadas, as folhas foram colocadas em sacolas de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingirem peso constante. Posteriormente, as amostras de cada parcela foram moídas em moinho tipo Wiley, de aço inoxidável, passadas em peneira de 20 mesh e acondicionadas em recipientes, para posteriores análises químicas.

Os extratos para determinação de amido e açúcares solúveis totais foram preparados pelo método da antrona-ácido sulfúrico, como descrito por McCreedy et al. (1950).

O crescimento dos frutos foi medido pela mensuração contínua do diâmetro equatorial de 20 frutos/parcela, escolhidos de forma aleatória nas plantas e situados na região mediana das copas, avaliando-se sempre os mesmos frutos, com o auxílio de um paquímetro digital. As avaliações foram feitas quinzenalmente, do final da queda das pétalas até o momento do início da colheita, em fevereiro de 2007.

A colheita foi realizada semanalmente, do final de fevereiro até o final de abril, quando os frutos apresentavam a coloração verde-clara e casca lisa, características de frutos com teor de suco normalmente superior a 40% (Gayet et al., 1995). Com a colheita, pode-se determinar o número de frutos colhidos por planta e o pegamento. Assim, foram determinados: o número de frutos colhidos/parcela, o peso colhido/parcela, o peso médio dos frutos e o diâmetro dos frutos na colheita.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quanto ao fator quantitativo, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste “t” 5% de probabilidade de determinação, no valor do  $r^2$  (SQRegressão/SQtratamentos) e no potencial para explicar o fenômeno biológico.

No tocante à variável diâmetro de frutos, foi feita uma análise multivariada, utilizando o PROC GLM (Litell et al., 1996) com a opção MANOVA, com o intuito de avaliar a influência dos tratamentos sobre as estimativas dos parâmetros ( $a$ ,  $b$  e  $k$ ). Constatando-se essa influência, extraíram-se as médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos (LSMEANS), que foram submetidas à análise de agrupamento no PROC CLUSTER (Litell et al., 1996), com as distâncias calculadas pelo método centroide.

Após a análise, obtiveram-se os valores dos coeficientes de determinação em relação ao número de grupos. Para determinação do número ótimo de grupos, foi feita a observação da estabilização dos valores do coeficiente de determinação em função da formação de possíveis grupos. Como complemento dessa análise, utilizou-se o PROC TREE (Litell et al., 1996) para visualizar o dendrograma gerado e verificar quais tratamentos pertenciam aos diferentes grupos obtidos pela análise discriminante, em relação aos vetores dos parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $k$  (Souza et al., 2007).

Os tratamentos foram assim numerados:

- 1 – Testemunha (SA e sem GA<sub>3</sub>);
- 2 – SA e 7 mg/L de GA<sub>3</sub>;
- 3 – SA e 14 mg/L de GA<sub>3</sub>;
- 4 – SA e 21 mg/L de GA<sub>3</sub>;
- 5 – AIF sem GA<sub>3</sub>;
- 6 – AIF e 7 mg/L de GA<sub>3</sub>;
- 7 – AIF e 14 mg/L de GA<sub>3</sub>;

- 8 – AIF e 21 mg/L de GA<sub>3</sub>;
- 9 – AMAF sem GA<sub>3</sub>;
- 10 – AMAF e 7 mg/L de GA<sub>3</sub>;
- 11 – AMAF e 14 mg/L de GA<sub>3</sub>; e
- 12 – AMAF e 21 mg/L de GA<sub>3</sub>.

Após a análise, os tratamentos foram separados nos seguintes grupos:

Grupo 1: tratamentos 4, 6, 8, 9, 10 e 12.

Grupo 2: tratamentos 2, 5 e 11.

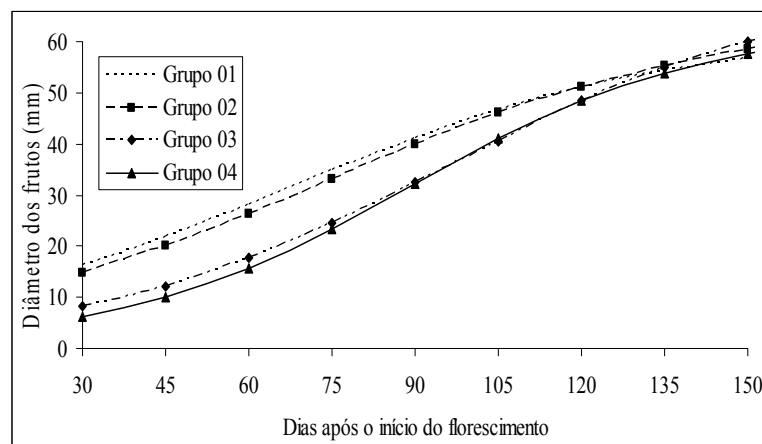
Grupo 3: tratamento 3.

Grupo 4: tratamento 1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao crescimento de frutos (diâmetro de frutos), houve diferença significativa nas interações entre épocas de anelamento x épocas de avaliação e concentrações de GA<sub>3</sub> x épocas de avaliação. O anelamento e o GA<sub>3</sub> isoladamente anteciparam o crescimento dos frutos no início do desenvolvimento, porém na colheita o diâmetro dos frutos era o mesmo em todos os tratamentos (Figura 1).

No início do crescimento, os frutos dos tratamentos pertencentes aos grupos 1 e 2 foram os de maior diâmetro; no grupo 3, o crescimento foi intermediário entre a testemunha (grupo 4) e os grupos 1 e 2 (Tabela 1).



**Figura 1** - Diâmetro equatorial dos frutos de lima ácida ‘Tahiti’, medido do final da queda fisiológica dos frutos até a colheita nas plantas sob os grupos de tratamento (1, 2, 3 e 4).

**Tabela 1** - Parâmetros estimados de curvas logísticas para o crescimento de frutos de lima ácida ‘Tahiti’  $Y = a/(1+e^{B-k*épocas})$  sob efeito do anelamento de ramos e aplicação do GA<sub>3</sub> em grupos correspondentes, formados pela análise de agrupamento

Grupo	Tratamento	A	b	k	R <sup>2</sup>
1	4	61,911	2,029	0,031	0,97
	9	61,634	2,202	0,031	0,99
	10	62,286	1,793	0,029	0,98
	12	62,673	1,908	0,029	0,99
	6	60,162	1,811	0,028	0,99
	8	60,802	1,696	0,028	0,99
<b>Média do Grupo 1</b>		<b>61,578</b>	<b>1,907</b>	<b>0,029</b>	<b>0,98</b>
2	5	67,514	1,838	0,026	0,99
	11	67,513	2,244	0,028	0,99
	2	66,565	2,462	0,030	0,99
	7	66,136	1,957	0,026	0,99
<b>Média do Grupo 2</b>		<b>65,861</b>	<b>2,082</b>	<b>0,028</b>	<b>0,99</b>
3	3	71,120	2,968	0,031	0,99
<b>Média do Grupo 3</b>		<b>71,120</b>	<b>2,968</b>	<b>0,031</b>	<b>0,99</b>
4	1	63,206	3,378	0,038	0,99
<b>Média do Grupo 4</b>		<b>63,206</b>	<b>3,378</b>	<b>0,038</b>	<b>0,99</b>

Todos os parâmetros foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste t.

O crescimento dos frutos apresentou comportamento de curva sigmoidal simples (Figura 1). Foram avaliadas as fases I e II de crescimento, porque os frutos foram colhidos antes de ocorrer o amadurecimento (fase III) (Figura 1). A fase I é caracterizada pela divisão celular e ocorre da antese até aproximadamente 45 dias após o início do florescimento. A fase II ocorre dos 45 dias após o início do florescimento até 150 dias depois deste (Bain, 1958), que, neste trabalho, foi quando ocorreu a colheita.

A diferença entre as fases de desenvolvimento dos frutos é que na fase I são formadas todas as células dos frutos, ou divisão celular, e a fase II é a de grande expansão dos tecidos, acompanhada por extenso alongamento celular e formação de um mesocarpo esponjoso, com ausência de divisão celular em quase todos os tecidos, exceto no exocarpo (Bain, 1958).

O aumento no crescimento inicial dos frutos, em plantas aneladas, pode ser explicado pelo acúmulo dos teores de carboidratos nas folhas promovido pela prática do anelamento, como discutido neste artigo (Tabelas 2 e 3).

O efeito do GA<sub>3</sub> sobre o crescimento inicial dos frutos ocorreu devido ao estímulo que o biorregulador promove no crescimento e divisão celular nas células do ovário dos frutos (Taiz & Zeiger, 2004; Guardiola, 1992), aumentando a força de dreno

dos frutos e de regiões apicais das plantas, por carboidratos e minerais, o que acelera consequentemente o crescimento dos frutos e ramos (Lenz, 1978; Martinez-Cortina & Sanz 1991; Talon et al., 1998).

Apesar de o maior crescimento dos frutos no início do desenvolvimento não ter alterado o seu diâmetro final, possivelmente esse crescimento, nas plantas aneladas, foi o responsável pelo pegamento e aumento da produção final (Figura 3b), porque os frutos que possuem taxas maiores de crescimento, no início do crescimento, têm maior pegamento e consequente aumento de produção (Guardiola & Ruiz, 1994).

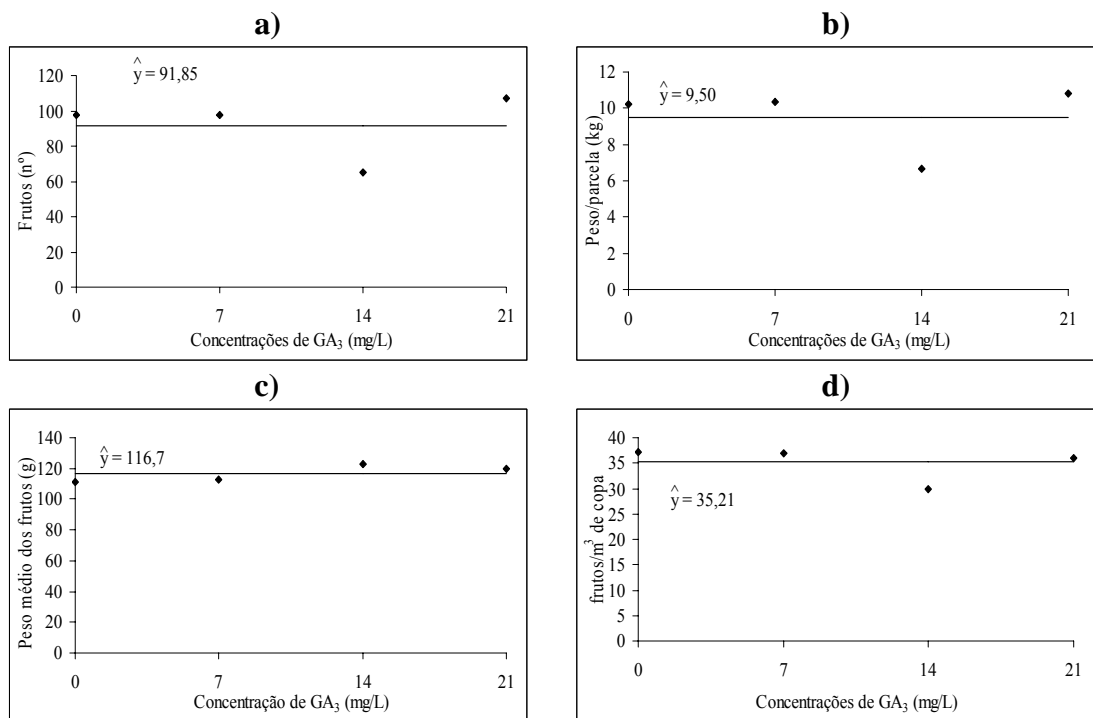
As épocas de anelamento não aumentaram o diâmetro dos frutos até a colheita, possivelmente por dois motivos. O primeiro seria o de que, apesar de o anelamento ter aumentado inicialmente os teores de carboidratos nas folhas, como foi verificado (Tabelas 2 e 3), esse acúmulo de carboidratos, principalmente amido, provavelmente promoveu redução na taxa fotossintética das folhas (fenômeno conhecido como retroinibição), o que resultou, com o tempo, em redução nos teores de carboidratos (açúcares solúveis totais) nas folhas próximo à colheita (Tabelas 2 e 3), fato também verificado por outros autores (Martinez-Cortina & Sanz, 1991; Iglesias et al., 2002; Rivas et al., 2006).

Outro fato que pode ter impedido o aumento no diâmetro dos frutos na colheita é o aumento no pegamento de frutos que o anelamento promove, aumentando consequentemente a concorrência entre frutos e entre frutos e partes vegetativas por fotoassimilados e carboidratos (Talón, 1998).

A aplicação de GA<sub>3</sub> não influenciou o número de frutos/parcela, o peso de frutos colhidos/parcela, o peso/fruto e o número de frutos/m<sup>3</sup> de copa (Figura 2).

A ausência de efeitos da aplicação do GA<sub>3</sub> sobre as características número de frutos colhidos/parcela, peso colhido/parcela e frutos/m<sup>3</sup> de copa está em desacordo com os resultados obtidos por outros autores.

Spósito et al. (2003), aplicando a concentração de 10 mg/L de GA<sub>3</sub> em plantas adultas de 'Tahiti' em florada extemporânea, verificaram pegamento de 12,75%, vinte e cinco vezes acima do valor da testemunha, que foi de apenas 0,46%. Serciloto (2001) também verificou, em limeira ácida 'Tahiti', aumento de 7% no pegamento de frutos com a aplicação de 20 mg/L de GA<sub>3</sub>, após a queda das pétalas, em plantas também em campo.



**Figura 2** - Estimativas das características: número de frutos colhidos/parcela (a), peso colhido/parcela (b), peso/fruto (c) e frutos colhidos/m<sup>3</sup> de copa (d), de plantas de limeira ácida ‘Tahiti’, em função de quatro concentrações de GA<sub>3</sub> (0, 7, 14 e 21 mg/L).

Quando o GA<sub>3</sub> é aplicado, na época de abscisão de pétalas, em concentrações entre 3 e 20 mg/L, espera-se que ocorra aumento na retenção de frutos e na produção, pois esse biorregulador aumenta a força de dreno dos frutos e de regiões apicais das plantas por carboidratos e minerais (Agusti & Almela, 1991; EL – Otmani, 1992; Talón et al., 1998).

A ausência de efeitos do GA<sub>3</sub> sobre a produção e sobre o peso médio dos frutos verificada neste trabalho também foi reportada por Guardiola (1996), que observou na aplicação do GA<sub>3</sub> apenas um atraso na abscisão dos frutinhas, entre 4-8 semanas após a floração, mas não a diminuição na sua abscisão ou o aumento de seu pegamento em citros.

Guardiola (1996) cita alguns fatores relacionados à resposta das plantas ao GA<sub>3</sub> que também podem explicar a ausência de efeitos neste trabalho: as concentrações de carboidratos e nutrientes nas plantas, as épocas de aplicação, a concentração a ser aplicada e as condições ambientais.

Como medida para potencializar o efeito do GA<sub>3</sub>, Guardiola (1980) recomenda, para o pegamento de flores em tangerina ‘Clementina’ e em laranja-doce ‘Navelate’ e

consequentes aumentos de produção, que sejam feitas pulverizações de GA<sub>3</sub> na concentração de 5 mg/L mais Zn e Mn para a primeira variedade e de 5 mg/L de GA<sub>3</sub>, anelamento de ramos mais Zn, Mn e K quando 90% das pétalas tiverem sofrido abscisão.

As plantas com anelamento de ramos tiveram aumento na produção (número de frutos colhidos/parcela e peso colhido/parcela) e na produção de frutos/m<sup>3</sup> de copa (Figura 3a, b e c).

As plantas com o AIF e o AMAF produziram 113 e 118 frutos/parcela, 254 e 265% superior às plantas SA, que produziram 44,5 frutos/parcela (Figura 3a). O peso colhido/parcela das plantas com o AIF e o AMAF foi, respectivamente, de 10,9 e 12 kg/parcela, superior 201 e 222% ao das AS, que alcançaram 5,4 kg/parcela (Figura 3b).

O número de frutos colhidos/m<sup>3</sup> de copa nas plantas com o AIF e AMAF foi de 41,67 e 50,27 frutos/m<sup>3</sup>, 197 e 259%, respectivamente, superior ao das plantas SA, que produziram 14 frutos/m<sup>3</sup> de copa (Figura 3c).

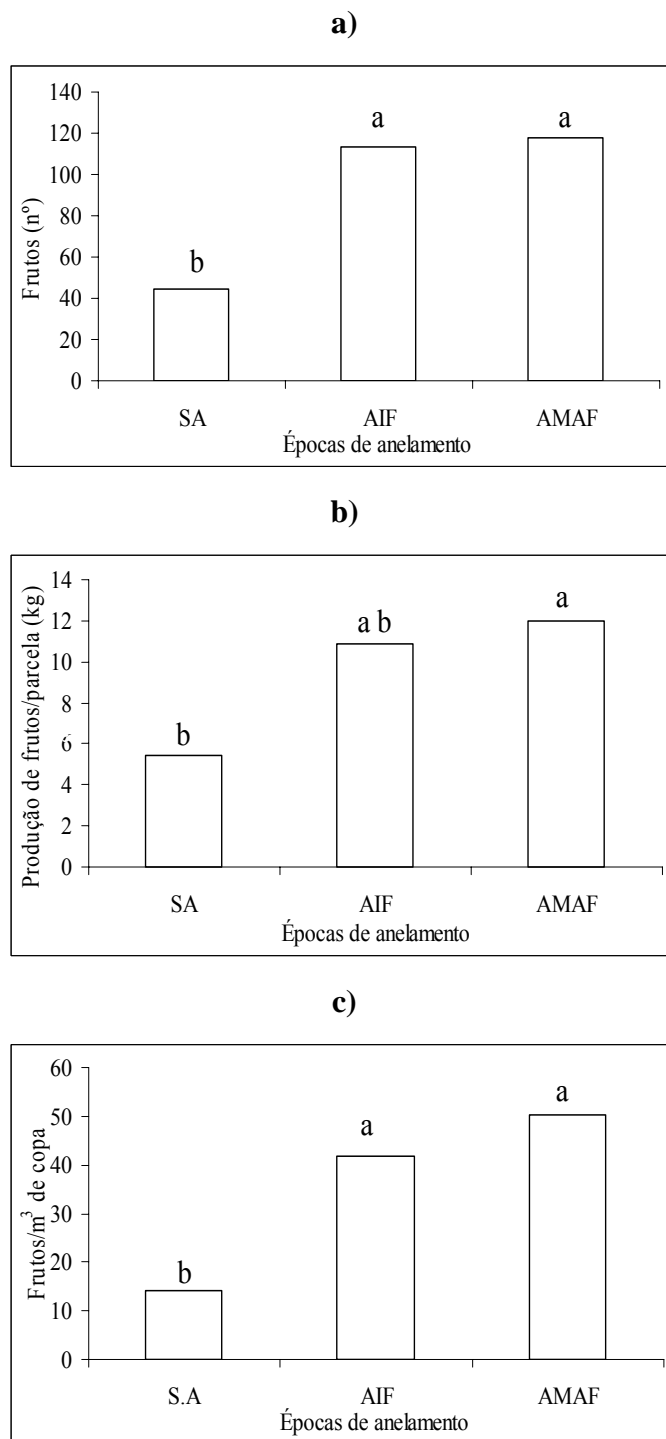
Outros autores também verificaram aumento no pegamento e na produção de frutos de citros quando o anelamento foi feito no período da antese (Cohen, 1981; Mataa et al., 1998; Rivas et al., 2006).

O aumento na produção das plantas aneladas pode ser atribuído ao incremento no suprimento de carboidratos (amido e açúcares solúveis totais), na região acima do anelamento, cerca de 30 dias após a realização dos anelamentos, como verificado nas Tabelas 2 e 3.

Além do efeito sobre os carboidratos, acredita-se que possa haver efeito do anelamento no acúmulo de hormônios vegetais na parte aérea das plantas. Sanyal & Bangerth (1998) mostraram que o anelamento pode ter influência sobre o balanço do ácido indol acético (AIA), promovendo decréscimo na exportação desse hormônio das folhas para as raízes e acréscimo na parte aérea, reduzindo a abscisão dos frutos.

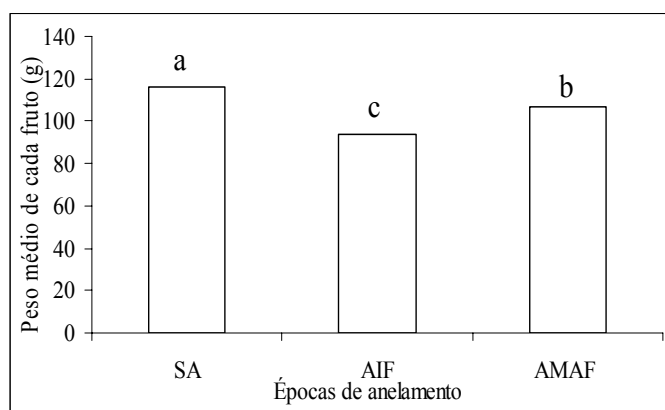
O anelamento reduziu o peso médio dos frutos/parcela (Figura 4). Nas plantas SA, o peso médio dos frutos foi de 116,74. Nas plantas com AIF e AMAF, as médias foram de 94,61 e 106,71 g, com uma redução de 19 e 8,59%, respectivamente, em relação às plantas SA (Figura 4).

O menor peso dos frutos na colheita em plantas aneladas pode ser atribuído ao aumento no pegamento dos frutos e, conseqüentemente, na competição entre os frutos (drenos) e frutos e partes vegetativas por fotoassimilados, ou seja, redução na relação fonte/dreno ou número de folhas/número de frutos (Yamanishi et al., 1995; Mataa et al., 1998; Talon et al., 1998; Iglesias et al., 2002; Rivas, 2006).



**Figura 3** - Número de frutos colhidos/parcela (a), peso colhido/parcela (b) e frutos colhidos/m<sup>3</sup> (c) de limeira ácida ‘Tahiti’ colhidos em 2007, em função dos tratamentos sem anelamento (SA), anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF). Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.





**Figura 4** - Peso médio de cada fruto de lima ácida ‘Tahiti’ colhido em 2007, em função dos tratamentos sem anelamento (SA), anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF).

Cohen (1977) atribui a redução no peso de frutos de plantas aneladas a três fatores: excessivo pegamento ou diferenciação de flores, diminuindo o número de folhas/frutos; acúmulo excessivo de fotoassimilados, que podem causar abscisão de folhas imaturas e amarelecimento de folhas novas; e redução nos suprimentos de carboidratos para as raízes, o que causa a paralisação do seu crescimento enquanto o anelamento tiver efeito.

A diferença no peso médio dos frutos entre o AIF e o AMAF pode ter ocorrido devido a diferenças no tempo de regeneração dos tecidos anelados, porque as plantas com o AIF tiveram tempo de regeneração desses tecidos um mês maior do que do que o das plantas com AMAF. Assim, quanto mais tempo as plantas demorarem a recuperar os tecidos anelados, mais elas demoram a retomar seu vigor e *status* nutricional, o que afeta o desenvolvimento das plantas e suas frutificações (Swietlik, 1986).

Os teores de açúcares solúveis totais foram alterados nas folhas das plantas aneladas. As folhas das plantas com AIF tiveram os seus teores de açúcares solúveis totais aumentados 191% aos 30 dias e 39,04% aos 90 dias após o início do florescimento, em relação aos teores das plantas SA, mas aos 120 dias após o início do florescimento houve redução de 19,02%. As plantas com o AMAF tiveram aumento de 42%, em comparação com as plantas SA, nos teores de açúcares solúveis apenas aos 90 dias após o florescimento e redução de 45,43% aos 120 dias após o início do florescimento (Tabela 2).

Os teores de amido aumentaram nas folhas das plantas aneladas cerca de 30 dias após a realização dos anelamentos (Tabela 3).

**Tabela 2** - Teores de açúcares solúveis totais (mg/g) nas folhas de limeira ácida ‘Tahiti’, em função das épocas de anelamento: sem anelamento (SA), anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF)

Época de anelamento	Época de avaliação (dias após o início do florescimento)				
	0	30	60	90	120
SA	40,77 a	30,24 b	74,25 a	81,11 b	116,11 a
AIF	42,44 a	88,02 a	57,27 a	112,78 a	94,02 ab
AMAF	43,58 a	51,37 b	48,94 a	115,36 a	63,35 b
CV (%) = 31,24					

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

Os teores de amido nas plantas com AIF superaram os de amido das plantas SA em 449,10% aos 30 dias após o início do florescimento e em 65,28% aos 120 dias depois deste. Os teores de amido nas plantas com o AMAF foram 97,22% superiores aos das plantas SA 60 dias após o início do florescimento (Tabela 3).

**Tabela 3** - Teores de amido (mg/g) nas folhas de limeira ácida ‘Tahiti’, em função das épocas de anelamento: sem anelamento (SA), anelamento no início do florescimento (AIF) e anelamento um mês após o florescimento (AMAF)

Época de anelamento	Época de avaliação (dias após o início do florescimento)				
	0	30	60	90	120
SA	23,0 a	13,95 b	82,85 b	103,82 a	58,31 b
S					
AIF	25,2 a	76,26 a	101,23 b	124,99 a	96,38 a
AMAF	28,0 a	15,17 b	163,40 a	111,76 a	61,64 b
CV (%) = 20,04					

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

Em geral, verificou-se que a realização do anelamento alterou os teores de carboidratos (açúcares solúveis totais e amido) nas folhas de limeira ácida ‘Tahiti’ 30 dias depois, exceção feita aos teores de açúcares solúveis (Tabelas 2 e 3). Esse aumento nos teores de carboidratos possivelmente foi o fato primordial para que ocorresse a antecipação no crescimento dos frutos em plantas aneladas (Figura 1).

Verificou-se ainda que, no início do florescimento (0 dia após o florescimento), os teores de açúcares solúveis totais nas folhas foram menores do que após a abscisão floral (120 dias após o florescimento) (Tabela 3). Isso ocorreu porque o início do

florescimento é a época em que se observa intenso consumo de carboidratos (principalmente açúcares solúveis totais) para a formação das brotações vegetativas e floríferas (Guardiola et al., 1984).

Aos 120 dias após o início do florescimento, além da menor demanda de carboidratos, o acúmulo de açúcares solúveis totais é favorecido pelas condições meteorológicas, pois neste período, início do verão, as plantas apresentaram aumento nas taxas fotossintéticas e consequente aumento nos teores de carboidratos nas folhas (Goldschmidt & Golomb, 1982; Silva, 2001).

O aumento nos teores de carboidratos (amido e açúcares solúveis totais) em algumas épocas ocorre porque o anelamento promove um bloqueio no transporte de fotoassimilados (carboidratos) da parte aérea para as raízes, o que acaba aumentando os teores de carboidratos nas folhas, principalmente de teores de amido, que ficam disponíveis para o pegamento e a produção de frutos (Figura 3a, b e c). Esse fato também é reportado por outros autores (Monselise et al., 1972; Monselise, 1978; Cohen, 1981; Shaper & Chacko, 1993; Barry & Bower, 1997; Matta et al., 1998; Iglesias et al., 2002; Li et al., 2003; Rivas, 2006).

## CONCLUSÕES

A aplicação do GA<sub>3</sub> não teve efeito sobre o número de frutos colhidos, o peso colhido/parcela, a quantidade de frutos/m<sup>3</sup> de copa e o peso médio dos frutos.

Houve aumento nos teores de carboidratos (amido e açúcares solúveis totais) nas folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ cerca de 30 dias após a realização dos anelamentos, o que propiciou um aumento no pegamento e na produção de frutos.

O anelamento e a aplicação do GA<sub>3</sub> aumentaram o diâmetro dos frutos no início do seu desenvolvimento, porém esse efeito não perdurou até o momento da colheita, quando os frutos, em todos os tratamentos, tinham o mesmo diâmetro.

A maior produção verificada nas plantas aneladas propiciou redução no peso médio dos frutos de limeira ácida ‘Tahiti’ no momento da colheita.

## LITERATURA CITADA

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

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura**. Barcelona: Aedos Editorial, 1991. 261 p.

ALMELA, V.; AGUSTÍ, M.; GUARDIOLA, J. L. Frutificación y características del fruto en el mandarina 'Satsuma' **Actas I Cong. Nal. SECH**. Valência, v. 2, p. 681-688, 1983.

BAIN, J. M. Morphological, anatomical, and physiological changes in the developing fruit of the Valencia orange, *Citrus sinensis* (L) Osbeck. **Australian Journal of Botany**, v. 6, p. 1-23, 1958

BANGERTH, F. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulation. **Plant Growth Regulation**, v. 31, p. 43-59, 2000.

BARRY, G. H.; BOWER, J. P. Manipulation of fruit set and styler-end fruit split in 'Nova' mandarin hybrid. **Scientia Horticulturae**, v. 702, p. 243-250, 1997.

CASTRO, P. R. C. Reguladores vegetais na citricultura tropical. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 5., 1998, Bebedouro. **Anais...** Fundação Cargill, 1998. p. 463-479.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª** Aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

COHEN, A. Girdling effects on tree performance. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 178-181, 1977.

COHEN, A. Recent developments in girdling of citrus tree. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 196-199, 1981.

DANN, I.R. WILDES, R. A.; CHALMERS, D. J. Effects of limb girdling on growth and development of competing fruit and vegetative tissues of peach trees. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 11, p. 49-58, 1984.

EL-OTMANI, M. Usos principais de reguladores de crescimento na produção de citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – FISILOGIA, 2, 1992, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 41-51.

GAYET, J. P.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; BORDIN, M.R. **Lima ácida 'Tahiti' para a exportação: Procedimentos de colheita e Pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995. 36 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 12).

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**, v. 107, p. 206-208, 1982.

GOREN, R.; HUBBERMAN, M.; GOLDSCHMIDT, E. E. Girdling: physiological and horticultural aspects. **Horticultural Reviews**, v. 30, p. 1-36, 2003.

- GUARDIOLA, J. L. et al. Influencia de las aplicaciones de ácido giberélico durante la brotación en el desarrollo de los agrios. **Ver. Agroquim. Tecnol. Aliment.**, v. 20, p. 139-143, 1980.
- GUARDIOLA, J. L. Frutificação e crescimento. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISILOGIA, 2., 1992, Bebedouro. **Seminário...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1992. p.1-26.
- GUARDIOLA, J. L. Future use of plant bioregulators. **Proc. Int. Soc. Citric.**, v. 2, p. 938-944, 1996.
- GUARDIOLA, J. L.; GARCÍA-MARI, F.; AGUSTÍ, M. Competition and fruit set in Washington Navel orange. **Physiologia Plantarum**, v. 62, p. 297-302, 1984.
- GUARDIOLA, J. L.; RUIZ, R. Carbohydrate and mineral nutrition of orange fruitlets in relation to growth and abscission. **Physiologia Plantarum**, v. 90, p. 27-36, 1994.
- IGLESIAS, D. J.; LLISO, I.; TADEO, F. R.; TALON, M. Regulation of photosynthesis through source: sink imbalance in citrus is mediated by carbohydrate content in leaves. **Physiologia Plantarum**, v. 116, p. 563-572, 2002.
- LENZ, F. Photosynthesis and respiration as dependent upon fruit load. **Proceeding of the international Society of Citriculture**, v. 1, p. 70-71, 1978.
- LI, C. Y.; WEISS, D.; GOLDSCHMIDT, E. E. Girdling affects carbohydrates – related gene expression in leaves bark and roots of alternate-bearing citrus trees. **Annals of Botany**, v. 92, p. 1-7, 2003.
- LITELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. **SAS system for mixed models**. Cary, N.C (USA): Institute SAS, 1996. p. 633.
- MARTINEZ-CORTINA, C.; SANZ, A. Comparison between the effect of the fruit and of exogenous GA<sub>3</sub> – applications on source-sink relationships in *Citrus* sprouts. **Annals of Botany**, v. 68, p. 143-149, 1991.
- MATAA, M.; TOMINAGA, S.; KOZAKI, I. The effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in ponkã mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). **Scientia Horticulturae**, v. 73, p. 203-211, 1998.
- MONSELISE, S. P. Citrus fruit development: Endogenous system and external regulation. **Proc. Int. Soc. Citric.**, v. 2, p. 664-668, 1972.
- MONSELISE, S. P. Understanding of plant processes as a basis for successful growth regulation in citrus. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, v. 1, p. 250-255, 1978.
- McCREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.; OWENS, H. S. Determination of starch and amylase in vegetables. **Application to Peas. Annal. Chem.**, v. 22, p. 1156-1158, 1950.

PRIMO-MILLO, E. Regulacion del cuajado del fruto en los citricos. In: CONGRESSO DE CITRICULTURA DE LA PLANA, 1., 1993. **Anais...** Valência: Ajunta de Nules, 1993. p.57-74.

RAGONE, M. L. Os reguladores de crescimento no cultivo cítrico da Argentina. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISILOGIA, 2., 1992, Bebedouro – SP. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992. p. 52-66.

RIVAS, F.; ERNER, E.; ALÓS, E.; JUAN, M.; ALMELA, V.; AGUSTÍ, M. Girdling increases carbohydrate availability and fruit-set in citrus cultivars irrespective of parthenocarpic ability. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 81, n. 2, p. 89-295, 2006.

SANYAL, D.; BANGERTH, F. Stress induced ethylene evolution and its possible relationship to auxin-transport, cytokinin levels, and flower bud induction in shoots of apple scedling and bearing aplee trees. **Plant Growth Regulation**, v. 24, p. 127-134, 1998.

SCHAPER, H.; CHACKO, E. K. Effect of irradiance, leaf age, chlorophyll and branch-girdling on gas exchange of cashew (*Anacardium occidentale* L.) leaves. **J. Hortic. Sci.**, v. 68, p. 541-550, 1993.

SARTORI, I. A. Aplicação de auxinas e incisão anelar em pessegueiros da cv. Sentinela. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 247-253, 2003.

SILVA, J. A. B. **Florescimento e frutificação em laranja ‘Pera’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] com clorose variegada dos citrus (CVC)**. 2001, 131 f. Tese (Doutorado em Biologia vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2001.

SERCILOTO, C. M. **Fixação e desenvolvimento dos frutos do tangor ‘Murcote’ (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* L. Osbeck) e da lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) com a utilização de biorreguladores**. 2001, 88 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP, 2001.

SOUZA, E. F. M.; SILVA, F. F.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; PETERNELLI, L. A., SALOMÃO, L. C. C. Modelagem não linear de curvas de crescimento de bananeiras sob o efeito do regulador Palobutrazol. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA (RBRAS), 52.; SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA (SEAGRO), 12., Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: 2007. CDROM

SPÓSITO, M. B.; MOURÃO FILHO, F. A. A. ‘Tahiti’ lime fruit set related to gibberellic acid application on out-of-season flowering and the accumulation of degree days. **Fruits**, v. 58, p.151-156, 2003.

SWIETLIK, D. The effect of pruning and girdling on root: shoot interactions in sour orange seedlings. **Journal of Plant Nutrition**, v. 9, n. 8, p. 1135-1146, 1986.

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

TALON, M.; TADEO, F. R.; BEN-CHEIKH, W.; GOMES-CADENAS, A.; MEHOUACHI, J.; PÉREZ-BOTELLA, J.; PRIMO-MILLO, E. Hormonal regulation of fruit set and abscission in citrus: classical concepts and new evidence. **Acta Horticulturae**, v. 463, p. 209-218, 1998.

YAMANISHI, O. K. Trunk strangulation and winter heating effects on fruit size, internal quality and maturation of "Tosa Buntan" pummelo grown in a plastic house. **Journal of Horticultural Science**, v. 70, p. 65-74, 1995.

## APÊNDICE A

### ARTIGO 1

**Quadro 1A** - Resumo da análise de variância, com valores de quadrados médios, das variáveis amido (A) e açúcares solúveis totais (AST)

FV	GL	A	AST
Blocos	4	262,5363	146,9458
Giberelina (GA <sub>3</sub> )	3	37,8061	570,5586
Incisão anelar (IA)	2	87,9832	799,3069
IA x GA <sub>3</sub>	6	126,7962	231,0121
Resíduo (a)	44	215,8523	432,4699
Épocas (E)	3	32503,1165**	7352,4321**
E x IA	6	735,2337*	218,0248
É x GA <sub>3</sub>	9	198,7823	339,2880
E x IA x GA <sub>3</sub>	18	426,6630	351,3854
Resíduo (b)	144	257,1446	370,5411
CV (a)		20,88	18,01
CV (b)		22,79	16,67

\*, \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

**Quadro 2A** - Resumo da análise de variância, com valores de quadrados médios, das variáveis número de frutos colhidos e pegamento de frutos (%)

FV	GL	Fruto (nº)	Pegamento (%)
Blocos	4	199,2666	5,5999
GA <sub>3</sub>	3	29,6222	1,8377
IA	2	97,6166	1,6075
IA x GA <sub>3</sub>	6	49,8388	5,0005
Resíduo	44	212,0575	8,0644
CV		71,97	86,31

\*, \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.



## APÊNDICE B

### ARTIGO 2

**Quadro 1B** - Resumo da análise de variância com os valores dos quadrados médios das características diâmetro das copas (DC), comprimento dos ramos (CR) e volume das copas (VC)

FV	GL	QM (DC)	QM (CR)	QM (VC)
Blocos	4	0,0371	169,14	0,7519
GA <sub>3</sub>	3	0,0472	7,06	0,5702
Anelamento	2	0,1997**	125,45**	5,3612**
Anel x GA <sub>3</sub>	6	0,0161	20,59	0,3059
Erro	44	0,0253	14,04	0,4233
CV		9,29	18,62	22,88

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Quadro 2B** - Resumo da análise de variância com os valores dos quadrados médios das variáveis altura das plantas (AP) e recuperação dos anelamentos (RA)

FV	GL (AP)	QM (AP)	GL (RA)	QM (RA)
Blocos	4	0,1997	4	1345,1284
Anelamento (A)	2	0,6757 **	1	10956,4404 **
GA <sub>3</sub>	3	0,0194	3	141,2404
GA <sub>3</sub> x A	6	0,1343	3	228,6983
Erro a	44	0,0722	28	846,1219
Épocas (E)	4	2,7447 **	4	47086,4526 **
Épocas x GA <sub>3</sub>	12	0,0169	12	73,8048
Épocas x A	8	0,0419 **	4	904,6536 **
E x A x GA <sub>3</sub>	24	0,0104	12	190,5045
Erro b	192	0,0082	128	173,0080
CV (a)		11,96		51,86
CV (b)		4,03		23,90

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Quadro 3B** - Resumo da análise de variância com os valores dos quadrados médios da variável índice SPAD

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SPAD</b>
Blocos	4	279,55
Anelamento (A)	2	2132,9703 **
GA <sub>3</sub>	3	152,52
GA <sub>3</sub> x A	6	70,1516
Erro a	44	68,7777
Épocas (E)	6	168,3077 **
Épocas x GA <sub>3</sub>	12	19,7594
Épocas x A	18	110,4874 **
E x A x GA <sub>3</sub>	36	23,0392
Erro b	288	20,4117
CV (a)		13,29
CV (b)		7,24

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

## APÊNDICE C

### ARTIGO 3

**Quadro 1C** - Resumo da análise de variância, com valores de quadrados médios, das variáveis: abscisão de botões florais (BO), flores (FL) e frutos (FR)

FV	GL (BO)	QM (BO)	GL (FL)	QM (FL)	GL (FR)	QM (FR)
Blocos	4	162,52	4	4439,92	4	103291,34
Anelamento (A)	2	102,90**	2	6426,00 **	2	4566,09
GA <sub>3</sub>	3	24,92	3	353,07	3	29751,14
GA <sub>3</sub> x A	6	5,69	6	873,77	6	9438,53
Erro a	44	12,49	44	722,19	44	13649,44
Épocas (E)	2	476,88**	3	33284,20**	6	357784,62**
Épocas x GA <sub>3</sub>	6	16,59	9	143,31	18	5302,32
Épocas x A	4	64,57**	6	3202,80**	12	31001,08**
E x A x GA <sub>3</sub>	12	3,89	18	500,53	36	2615,45
Erro b	96	19,84	144	685,22	288	5345,92
CV a (%)		122,10		146,68		146,90
CV b (%)		153,88		142,88		91,93

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Quadro 2C** - Resumo da análise de variância, com valores de quadrados médios, das variáveis: abscisão acumulada de botões florais (BO), flores (FL) e frutos (FR)

FV	GL (BO)	QM (BO)	GL (FL)	QM (FL)	GL (FR)	QM (FR)
Blocos	4	492,39	4	17695,04	4	828888,47
Anelamento (A)	2	304,55**	2	25786,85**	2	136204,19
GA <sub>3</sub>	3	77,79	3	1413,97	3	27976,65
GA <sub>3</sub> x A	6	17,79	6	3483,34	6	54526,56
Erro	44	1650,83	44	2883,21	44	80110,28
CV (%)		70,81		73,30		49,84

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Quadro 3C** - Resumo da análise de variância, com valores de quadrados médios, da variável pegamento P (%)

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM (P%)</b>
Blocos	4	113,42
GA <sub>3</sub>	3	82,14
Anelamento (A)	2	931,88**
A x GA <sub>3</sub>	6	52,09
Erro	44	56,01
CV (%) = 58,62		

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

## APÊNDICE D

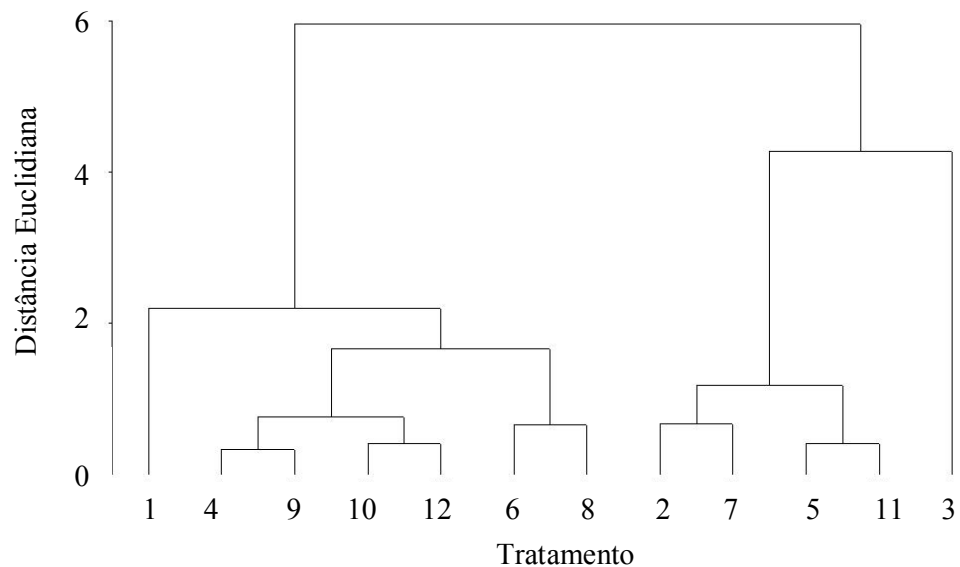
### ARTIGO 4

**Quadro 1D** - Resumo da análise de variância, com valores de quadrados médios, da variável diâmetro dos frutos (DF)

FV	GL	QM (DF)
Blocos	4	257,09
Anelamento (A)	2	562,07 **
GA	3	1063,49
A x GA	6	103,08
Erro a	44	123,09
Épocas (E)	10	18485,74
Épocas x GA <sub>3</sub>	30	67,83**
Épocas x A	20	33,45 **
E x A x GA <sub>3</sub>	60	14,24
Erro b	480	12,45

CV (a) = 35,12  
CV (b) = 11,17

\*\* significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.



**Figura 1D** - Dendrograma dos tratamentos com o grau de afinidade entre as concentrações de AG (0, 7, 14 e 21 mg/L) e épocas de anelamento (sem anelamento, anelamento no início do florescimento e anelamento um mês após o florescimento).

**Quadro 2D** - Resumo da análise de variância, com os valores dos quadrados médios, das variáveis número de frutos colhidos/parcela (NF), peso de frutos colhidos/parcela (PF), frutos/m<sup>3</sup> de copa e peso médio dos frutos (PMF)

FV	GL	QM (NF)	QM (PF)	QM (F/m <sup>3</sup> )	QM (PMF)
Blocos	2	12310,47	114516567,77	1669,78	372,33
GA <sub>3</sub>	3	10504,99	106540928,86	1222,22	15,96
Anel x GA <sub>3</sub>	6	6915,96	73993310,19	1414,04	176,59
Anelamento	2	33757,85 **	244943702,24 **	7183,8 **	2457,1**
Erro	44	4580,21	51576616,13	622,52	100,76
CV		73,68	75,57	40,65	9,47

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

**Quadro 3D** - Resumo da análise de variância, com valores de quadrados médios, das variáveis teores de açúcares solúveis totais (AST) e teores de amido (AMI)

FV	GL	QM (AST)	QM (AMI)
Blocos	4	344,85	2513,75
Épocas (E)	4	38721,64 **	26882,89 **
A x (E)	8	17738,86 **	2999,71 **
Anelamento	2	3338,83 *	6145,58 **
Erro	56	27297,85	210,56
CV		31,24	20,04

\*,\*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.