

DIERLEI DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DA LIMEIRA ÁCIDA 'TAHITI' SUBMETIDA AO
ANELAMENTO E À INCISÃO ANELAR DE RAMOS**

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
2012**

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

T

S237p
2012

Santos, Dierlei dos, 1981-

Produção da limeira ácida 'Tahiti' submetida ao anelamento
e à incisão anelar de ramos / Dierlei dos Santos. – Viçosa,
MG, 2012.

x, 86f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Lima ácida taiti. 2. *Citrus latifolia*. 3. *Citrus latifolia* –
Floração. 4. Carboidratos. 5. Fluorescência. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 634.337

DIERLEI DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DA LIMEIRA ÁCIDA 'TAHITI' SUBMETIDA AO
ANELAMENTO E À INCISÃO ANELAR DE RAMOS**

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: 04 de maio de 2012.

Antônio Decarlos Neto

Juraci Alves de Oliveira

Luiz Carlos Chamhum Salomão
(Coorientador)

Paulo Roberto Cecon
(Coorientador)

Dalmo Lopes de Siqueira
(Orientador)

A DEUS, que sempre fez o melhor por mim e toda minha família, nos dando força para sempre vencer os desafios.

GRATIDÃO

À minha amada esposa Daiane Marques, fonte de amor, carinho, compreensão, incentivo, confiança...

DEDICO

Aos meus queridos pais Ailton e Zenilda, exemplos de vida, amor e confiança. Aos meus irmãos Denilson e Daise, fonte de amizade e amor fraterno. Aos meus sobrinhos Páblo e Estéfani, exemplo de alegrias proporcionadas. Aos meus sogros Juraci Marques e Creuza Barbosa, cunhados Fernando e Mariana, fonte de incentivos à vida profissional e boa convivência em nossa família.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar meus estudos incluindo a graduação em Agronomia e Pós-Graduação em Fitotecnia.

Ao meu orientador, Prof. Dalmo Lopes de Siqueira, que desde o início da graduação se dedicou em auxiliar-me na formação profissional. Por ser um profissional exemplar, que inspira confiança, sabedoria, caráter, e pelas oportunidades proporcionadas. Pela amizade sincera que desenvolvemos ao longo desses dez anos de convivência e que com certeza permanecerá.

Ao Prof. Salomão, pelos ensinamentos, críticas, sugestões, amizade, e que tanto colaborou para minha formação profissional.

Ao Prof. Cecon, pela colaboração para a realização deste trabalho, o qual, com sua didática, tornou as coisas difíceis muito mais compreensíveis.

Aos professores Antônio Decarlos Neto e Juraci Alves de Oliveira, que gentilmente aceitaram participar de minha defesa de tese, contribuindo para o meu crescimento profissional e enriquecimento deste trabalho.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

Ao produtor Rogério Francisco Valente e toda sua família, por gentilmente ter disponibilizado a lavoura de 'Tahiti' para a realização da pesquisa. Pela ajuda durante os trabalhos, pela torcida pelos resultados positivos e pelos assuntos agradáveis e divertidos.

Aos meus colegas Daniel Magalhães e Girlaine Pereira, pela ajuda constante durante o desenvolvimento de todo este trabalho.

Ao meu amigo Moises Zucoloto, pela ajuda nos trabalhos, conversas agradáveis e principalmente pela amizade e disponibilidade.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, do Setor de Fruticultura e do Pomar do Fundão, por terem colaborado com todos os trabalhos desenvolvidos na UFV.

Ao meu amigo de infância Baltazar Casagrande, por ter sempre me apoiado e torcido pela minha vitória.

Ao meu amigo Cleyton Batista, pela amizade e pelas boas risadas juntos.

Ao meu amigo Valter Moura e sua esposa Joana, pela ajuda na época do cursinho pré-vestibular, na física e matemática aos domingos – o que nunca esquecerei -, assim como toda a minha família, a vocês também pertence esta vitória.

Aos meus amigos César, Magali, Lucir e Cristina, agora distantes, mas que continuarão eternos amigos, pela boa convivência.

Aos meus colegas de Fruticultura e Pós-Graduação Thiago, Robson, Matarazzo, Lorena, João Paulo, Cícero, Marco Antônio, Telma, Luana, Ricardo, Márcio, Aline e Danieele, pela boa convivência e alguns churrascos.

À minha esposa Daiane, pelo incentivo, carinho, pela compreensão, ajuda nos trabalhos e, principalmente, por ser a minha companheira de todos os momentos. Esta vitória é nossa!

A todos os meus familiares, em especial aos meus pais, por, com simplicidade de trabalhadores rurais, terem conseguido fazer de um filho Doutor.

Aos meus irmãos, pela confiança, pelo apoio e pela amizade em toda a vida.

Aos meus sogros e cunhados, pelo incentivo nesta caminhada.

BIOGRAFIA

DIERLEI DOS SANTOS, filho de Ailton dos Santos e Zenilda Serafim dos Santos, nasceu em 08 de novembro de 1981, na cidade de Linhares – ES.

Em 1986, mudou-se com sua família para o município de Cacoal – RO. cursou o ensino fundamental na Escola Municipal Multigraduada Campinas e Escola Família Agrícola Pe. Ezequiel Ramim, ambas situadas na zona rural do referido município. Como nível médio, cursou Técnico em Agropecuária pela também Escola Família Agrícola Pe. Ezequiel Ramim, formando-se em 2000.

Em 2002, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa – UFV, em Viçosa, MG, concluindo-o em março de 2007.

Em março 2007, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de mestrado, em Fitotecnia da UFV. Não chegou a defender sua dissertação, pois em julho de 2008 foi selecionado para alteração de nível para doutorado, submetendo-se à defesa da tese no dia 4 de maio de 2012.

Antes mesmo de sua defesa, atuava como Consultor do Projeto Educampo/Sebrae na área de Fruticultura na região do Jaíba, Norte de Minas Gerais.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
OBJETIVOS.....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
ARTIGO 1	18
Carboidratos, fluorescência da clorofila a e índice Spad em folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas à anelamento e incisão anelar de ramos	18
RESUMO.....	18
INTRODUÇÃO	19
OBJETIVOS	23
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ARTIGO 2	53
Queda de estruturas florais e produção de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas à anelamento e incisão anelar de ramos	53
RESUMO.....	53
INTRODUÇÃO	54
OBJETIVOS	57
MATERIAL E MÉTODOS.....	57
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
CONCLUSÕES GERAIS	82
ANEXOS	83

RESUMO

SANTOS, Dierlei dos, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2012. **Produção da limeira ácida 'Tahiti' submetida ao anelamento e à incisão anelar de ramos.** Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira. Coorientadores: Luiz Carlos Chamhum Salomão e Paulo Roberto Cecon.

O anelamento e a incisão anelar de ramos são práticas que podem ser usadas no aumento da produção e fixação de frutos cítricos. Ambos interrompem o transporte via floema, favorecendo o acúmulo de carboidratos nas folhas e ramos, que pode ser revertido para a fixação e o desenvolvimento dos frutos. Apesar dos benefícios, em alguns casos o anelamento pode induzir acúmulo excessivo de carboidratos, que poderá comprometer a maquinaria fotossintética. Neste trabalho objetivou-se estudar a dinâmica dos carboidratos, a fluorescência da clorofila *a* e o índice Spad, em folhas de limeiras ácidas 'Tahiti'. Objetivou-se, também, estudar as diferenças entre o uso do anelamento e da incisão anelar, realizados em diferentes épocas sobre o florescimento, a queda de estruturas florais e a fixação de frutos da limeira ácida 'Tahiti' em duas safras consecutivas. Foram estudadas quatro épocas de realização de anelamento e incisão anelar, 30/06, 15/07, 30/07 e 14/08 de 2009, e 15/06, 05/07, 25/07 e 14/08 de 2010, sendo o tratamento adicional, a testemunha. O anelamento, independentemente da época de realização, aumentou os teores de amido e açúcares solúveis totais nas folhas de 'Tahiti' até por volta dos 50 aos 60 dias após a realização. A incisão anelar, independentemente da época de realização, não alterou os teores de amido nas plantas na safra de 2009, que se comportaram semelhantemente à testemunha. Em relação à safra de 2010, observou-se que a incisão, independentemente da época de realização, aumentou a concentração de amido em relação à testemunha, porém, o aumento foi inferior ao que ocorreu nas plantas aneladas. Não houve variação dos valores de F_0 e da relação F_v/F_m nas plantas aneladas na safra de 2009. Em 2010 o anelamento aumentou F_0 e reduziu a relação F_v/F_m por volta dos 60 dias. Para as plantas da testemunha e incindidas, houve redução de F_0 e aumento da relação F_v/F_m em 2009, por volta dos 120 dias. Em 2010, houve aumento de F_0 sendo o valor máximo atingido aos

50 dias, porém inferiores aos observados para o anelamento, e não houve alteração da relação F_v/F_m . Na safra de 2009, as plantas submetidas ao anelamento, independentemente da época de realização, apresentaram redução no índice Spad, atingindo valores mínimos (48-53) por volta dos 80-90 dias. Na safra de 2010, os valores mínimos (64-66) foram atingidos por volta dos 100-110 dias. O anelamento e a incisão anelar de ramos, independentemente de safra e época de aplicação, não alteraram as épocas de florescimento e colheita dos frutos. Também não alteraram o ritmo da queda das estruturas florais. O percentual de pegamento de frutos (PPF), o número de frutos produzidos (NFP) e a produção por planta (PPP) das plantas que receberam anelamento foram superiores em relação à testemunha, enquanto que a massa média (MMF) e o diâmetro médio dos frutos (DMF) foram inferiores. As plantas submetidas à incisão anelar não apresentaram diferenças em relação à testemunha para essas mesmas características, nas duas safras avaliadas. Independentemente da época de realização, as duas características que alteraram em 2009 foram o número de brotos emitidos abaixo da interrupção do floema, e o PPF, sendo a primeira característica 56,25, e a segunda, 3,19 vezes maior nas plantas aneladas. Observou-se também que o anelamento provocou menor abscisão de estruturas florais em forma de flores (FA) (43% de redução). Essa redução foi responsável pelo maior PPF (aumento de 117%), NFP (aumento de 117%) e PPP (aumento de 84%) em relação às plantas incididas. Porém, com o aumento de retenção de frutos na planta, houve redução de 12% na MMF. Os valores das medidas do crescimento dos frutos, tanto na safra de 2009 quando na de 2010, ajustaram-se a uma curva sigmoideal, e não foram alterados pelos tratamentos aplicados.

ABSTRACT

SANTOS, Dierlei dos, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2012. **Acid lime trees 'Tahiti' production subject to girdling and ringing of branches.** Adviser: Dalmo Lopes de Siqueira. Co-Advisers: Luiz Carlos Chamhum Salomão and Paulo Roberto Cecon.

The girdling and ringing branches are practices that can be used to increase the production and retention of citrus fruits. Both disrupt transport by the phloem, favoring the carbohydrates accumulation in the leaves and branches, which can be reversed for setting and fruit development. Despite the benefits, in some cases the girdling can induce excessive accumulation of carbohydrates, which may compromise the photosynthetic machinery. This work aimed to study the carbohydrates dynamics, the chlorophyll fluorescence a and Spad index, in leaves of acid lime trees 'Tahiti'. The aimed also to study the differences between the use of girdling and ringing done at different flowering times, the floral structures fall and fruit set of acid lime trees 'Tahiti' in two consecutive harvests. Were studied in two consecutive harvests, four times the performance of girdling and ringing, 06/30, 07/15, 07/30 and 08/14 in 2009 and 06/15, 07/05, 07/25 and 08/14 in 2010, and additional treatment, the control. The girdling, regardless of achievement time, increased starch and soluble sugars levels in 'Tahiti' leaves until around 50 to 60 days after implementation. The ringing, regardless of achievement time, not changes the plants starch contents in 2009 harvests, which behaved to control similarly. Regarding the 2010 harvest, was observed that ringing, regardless of achievement time, increased starch content to the control compared, but increase was less than to that which occurred in girdled plants. There was no variation of F_0 and F_v/F_m ratio in girdled plants 2009 harvest. The girdling in 2010 promoted F_0 increases and F_v/F_m ratio reduced at around 60 days. For control and ringing plants, there was F_0 increase and F_v/F_m ratio reduced in 2009, around 120 days. In 2010, an F_0 increase is the maximum value 50 days attained, but lower than those observed for girdling, and there was no change in F_v/F_m ratio. In the 2009 harvest, plants to girdling subjected, regardless of achievement time, showed Spad index reduced, reaching minimum values

(48-53) at around 80-90 days. In the 2010 harvest, the minimum values (64-66) were reached at about 100-110 days. The girdling and ringing branches, regardless of harvest and application time, did not alter flowering times and fruit. It also did not alter the fall rate of the floral structures. The fruit set percentage (PPF), the number of produced fruits (NFP) and per plant yield (PPP) for girdled plants were higher the control compared, while the average mass fruit (MMF) and average diameter fruit (DMF) were lower. Plants to ringing subjected showed no differences to control compared for such characteristics in the two evaluated harvests. Regardless realization time, the two features that 2009 were changed, was the buds number below the phloem interruption, and the PPF, the first feature 56.25, and second, 3.19 times higher in girdled plants. It was also observed that girdling caused less abscission of floral structure in the flowers form (FA) (43% reduction). This reduction favored the highest PPF (117% increase), NFP (117% increase) and PPP (84% increase) compared to ringing plants. However, with retention increasing on the plant fruit, 12% decreased in the MMF. The values measurements of fruit growth, both in 2009 when 2010 harvest, adjusted to a sigmoidal curve, and were not affected by treatments.

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de frutos cítricos no mundo supera a de todos os outros frutos, sendo seguida pela de banana, uva e maçã, que ocupam o segundo, terceiro e quarto lugar, respectivamente. São produzidos anualmente no mundo, um montante superior a 123,7 milhões de toneladas de frutos cítricos, englobando laranjas, tangerinas, limas, limões, pomelos e outros frutos de menor importância. O Brasil é o segundo maior produtor mundial, responsável por 17,2% dessa produção, em torno de 21,3 milhões de toneladas por ano. A China é o maior produtor mundial, com aproximadamente 24 milhões de toneladas. A Índia ocupa a terceira posição com 10,3 milhões de toneladas, superando os Estados Unidos da América, com produção de 9,9 milhões de toneladas (FAO, 2010).

O Brasil possui área plantada em produção de citros em torno de 936 mil hectares, distribuídos em laranjas, tangerinas e limões. As laranjas ocupam a maioria da área cultivada, com 838 mil hectares, sendo a produtividade média em torno de 22 toneladas/ha/ano. Em segundo lugar encontram-se as tangerinas, com área cultivada de 53,9 mil hectares e produtividade média em torno de 20 toneladas/ha/ano. Em terceiro lugar encontram-se os limões e limas ácidas, com área cultivada de 43,9 mil hectares, e produtividade média em torno de 22 toneladas/ha/ano (AGRIANUAL, 2011).

A divulgação da produção da limeira ácida 'Tahiti' é feita de forma conjunta com limões verdadeiros e outras limas ácidas, como o 'Galego'. Em 2010, a produção de limas e limões no País foi de 965 mil toneladas, e a limeira ácida 'Tahiti' representou em torno de 90% desse total, ou seja, aproximadamente 900 mil toneladas (AGRIANUAL, 2011).

Em 2009 (último estudo divulgado), o agronegócio do limão teve valor da produção no Brasil de aproximadamente R\$ 435 milhões e a quantidade exportada no período de 2003 a 2010 cresceu 85,4%, atingindo a marca de 63.070 toneladas. As receitas geradas pela exportação da fruta também apresentaram um aumento surpreendente, exibindo alta de 200%, atingindo valores superiores a R\$ 50,6 milhões, representando aproximadamente 8% do valor total exportado de frutas (IBRAF, 2010).

No *ranking* de exportações brasileiras de frutas em 2010, quanto ao valor de exportação, o limão ficou em quinto lugar atrás de uva, melão, manga e maçã. A Holanda foi o principal mercado da fruta brasileira, respondendo por aproximadamente 64,5% do total exportado em 2010. Em segundo lugar esteve o Reino Unido (16,8%), seguido da Alemanha (4,17%) e Espanha (3,99%) (IBRAF, 2010).

É importante ressaltar que a Holanda funciona como um centro de distribuição do limão brasileiro para a Europa, sendo que os principais destinos da fruta são: Alemanha, França e Portugal. Quanto ao mercado interno, é o limão *in natura* o principal produto comercializado, ou seja, há grande canalização da produção para o mercado de fruta fresca. A indústria é a segunda opção do produtor (IEA, 2008).

A demanda por limões, assim como por todas as frutas cítricas, é influenciada pelo calor, aumentando a partir de julho/agosto até meados de dezembro (segundo semestre), que na maioria das regiões do Brasil, as temperaturas são altas. Nessa mesma época, por questões fenológicas, influenciadas pelas condições climáticas onde os pomares de limão estão instalados, há menor produção da fruta, o que influencia diretamente no preço do produto, pois o volume ofertado é baixo e a demanda, grande. Para o primeiro semestre do ano, a situação se inverte, há uma grande oferta de frutos, e conseqüentemente há queda nos preços, não no início de janeiro, devido a grande demanda estimulada pelas altas temperaturas de verão, mas a partir de fevereiro até junho, os preços geralmente são os menores do ano (IEA, 2008).

O mercado interno do limão é um negócio com potencial de crescimento, pois o consumo brasileiro ainda é muito baixo. Esse consumo está atrelado ao hábito do consumidor que utiliza o limão como condimento e para preparação de *drinks*. No entanto, uma das oportunidades para o crescimento da demanda é a educação do consumidor (IEA, 2008).

Portanto, apesar da produção da limeira ácida 'Tahiti' ser considerada relativamente alta, esforços dos pesquisadores para aumentar ainda mais essa produção, especialmente fora da época da maior oferta (produção no

segundo semestre), são necessários, tendo em vista a possibilidade do aumento do consumo interno e das exportações.

A limeira ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tan.) tem como característica, quando cultivado em regiões tropicais, apresentar fluxos de crescimento e de floração contínuos, interrompidos por períodos de déficit hídrico. As inúmeras brotações dão origem a várias floradas que, por sua vez, resultam em diversas colheitas ao longo do ano (COELHO, 1993).

As florações mais abundantes do 'Tahiti' no hemisfério sul ocorrem entre setembro e outubro e os picos de produção estão concentrados entre janeiro e junho. A fixação dos frutos, fase que sucede a floração, é um dos principais fatores que determinam a produtividade dos citros (AGUSTÍ & ALMELA, 1991).

No Brasil a cultura do 'Tahiti' está baseada, praticamente, em duas seleções, o 'IAC-5' ou 'Peruano' e o 'Quebra-galho', e em apenas um porta-enxerto, o limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck) (FIGUEIREDO et al., 1996). Também são conhecidos na região Nordeste os clones CNPMF-1 e o CNPMF-2 de origem nucelar (COELHO, 1993). Trabalhos desenvolvidos na Embrapa/CNPMF vêm selecionando outros clones de 'Tahiti' que estão ainda em fase de testes (FIGUEIREDE & STUCHI, 2003)

A limeira ácida 'Tahiti' é um híbrido triplóide ($3n = 27$), com pólen e óvulos não viáveis e por isso os frutos são partenocárpicos, ou seja, não apresentam sementes (BACHI, 1940). Como a polinização e a fecundação não são essenciais para a formação do fruto, estes são mais propensos à abscisão do que os frutos de cultivares com sementes, devido à baixa produção de giberelinas (MONSELISE, 1978). A giberelina é um fitorregulador sintetizado também nas sementes em formação que atua promovendo divisões celulares e aumentando a elasticidade das paredes, o que, conseqüentemente, resulta em maior fluxo de metabólicos para os frutos (aumento da força de dreno), evitando dessa forma a abscisão (TALON et al., 1998; MAHOUACHI et al., 2009).

Essa propensão à abscisão diminui o pegamento de frutos, podendo ser um dos principais fatores limitantes à produção, principalmente em floradas extemporâneas, quando estas são naturalmente menores, uma vez

que o número de frutos colhidos raramente supera 10% das flores formadas, alcançando valores médios entre 0,5% e 3,5% (AGUSTÍ et al., 1982; MONSELISE, 1986). O aumento do pegamento de frutos em floradas extemporâneas é a chance de o produtor conseguir melhores preços de seu produto no mercado, deslocando parcialmente sua safra anual para o segundo semestre.

A maciça abscisão de flores e de frutos é interpretada como um mecanismo de ajuste do número de frutos à capacidade de suprimento de carboidratos pela planta (MEHOUACHI et al., 1995; GOLDSCHMIDT & KOCH, 1996; GÓMEZ-CADENAS et al., 2000; IGLESIAS et al., 2003).

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 hormonal. 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 & WHITELOW, 2001).

BONGHI et al. (2000) relacionaram a abscisão em fruteiras com a presença de duas enzimas hidrolíticas: a β -1,4-endoglucanase (EG) ou celulase e a poligalacturonase (PG). Verificaram 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 para explicar a ocorrência do fenômeno de abscisão foi confirmada por GUARDIOLA & RUIZ (1994) e MEHOUACHI et al. (1996), os quais verificaram que baixos teores de sacarose são limitantes para o pegamento de frutos em *Citrus*, exercendo o papel de um “gatilho inicial” para ocorrência da abscisão. Quando ocorre redução nos teores de sacarose nos tecidos da planta, há aumento nas concentrações de alguns hormônios nos frutos, que efetivamente regulam a abscisão, sendo a fixação de frutos relacionada com aumento nos teores de giberelinas e, a abscisão, com aumento nos teores de ácido abscísico (MAHOUACHI et al., 2009).

Assim, existe uma forte relação entre a disponibilidade de carboidratos para o crescimento e a probabilidade de abscisão dos frutos

(IGLESIAS et al., 2003). Esta hipótese também foi levantada para outras espécies e é apoiada por estudos sobre translocação de metabólitos marcados com ^{14}C , abscisão dos frutos e manipulação da proporção de folhas e frutos (DOWNTON et al., 1987; ATKINSON et al., 2002; BLANUSA et al., 2006). Além disso, a fotossíntese foliar parece ser crucial para a frutificação (IGLESIAS et al., 2002). A diminuição do número de folhas (MEHOUACHI et al., 1995) ou inibição da atividade fotossintética (BERUTER & DROZ, 1991) têm sido relatadas como indutores da abscisão. Ao contrário, tratamentos como anelamento ou incisão anelar resultaram em baixas taxas de abscisão de frutos, através do aumento da disponibilidade de carboidratos nas plantas (IGLESIAS et al., 2003; RIVAS et al., 2006; 2007). PEREIRA et al. (2010) conseguiram elevar o pegamento médio de frutos em 'Tahiti' em 220% com uso de anelamento.

A técnica da incisão anelar consiste no corte da casca do ramo ou tronco da planta em toda a sua circunferência, sem remoção da casca. O anelamento, por sua vez, consiste na retirada de um anel completo da casca (epiderme, capas subepidérmicas e floema) do tronco ou dos ramos. Ambos interrompem o transporte via floema, favorecendo o acúmulo de carboidratos nas folhas e ramos acima da região anelada ou incindida, enquanto os frutos (drenos) os reduzem (COHEN, 1981; IWAHORI et al., 1990; SARTORI & ILHA, 2005). Com essa prática, aumenta-se 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). Além do acúmulo de carboidratos, também há o acúmulo de fitorreguladores (auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico) e de outros metabólitos, principalmente aminoácidos (CUTTING & LINE, 1993; XIANJUN et al., 1999; RIVAS et al. 2011).

O efeito do anelamento na fisiologia de diversas plantas cultivadas tem sido estudado mostrando resultados no aumento do florescimento, na melhoria da qualidade do fruto, na época de maturação, na capacidade de enraizamento e no pegamento do enxerto (WINKLER et al., 1974; YAMASHITA & MATSUDA, 1977; COHEN, 1981).

Na citricultura, o anelamento de ramos influencia o crescimento e o comportamento reprodutivo da maioria dos cultivares do gênero *Citrus*, sendo usado efetivamente para aumentar a floração, melhorar a frutificação e aumentar o tamanho dos frutos (GOREN et al., 2003).

Porém, se realizado em diferentes épocas do ano, pode causar efeitos distintos nas árvores. Quando realizado no outono, aumenta a iniciação e diferenciação em gemas florais, conseqüentemente aumentando o florescimento na primavera seguinte. Quando realizado em pleno florescimento, reduz a queda de flores e frutos jovens. E quando realizado na primavera, aumenta levemente a quantidade de frutos retidos nas árvores, acarretando redução no tamanho (PATH & EFTER, 1971; COHEN, 1984b). Em contrapartida, o aumento no tamanho dos frutos causado pelo anelamento durante o verão já foi estabelecido para alguns cultivares de citros (FISCHLER & SZIVOS, 1978; COHEN, 1984a; SIMÕES JÚNIOR, et al., 1999). Como observado, os cultivares que permitem anelamentos em diferentes estações são de ciclo longo, consideradas tardias, e pouco se sabe sobre o efeito de anelamento em diferentes épocas sobre o florescimento e frutificação da limeira ácida 'Tahiti'. É possível que ajustes na época da realização do anelamento sejam necessários, podendo resultar na antecipação da florada, no aumento do florescimento mesmo sem alterar o percentual de pegamento ou aumento no pegamento de frutos sem alterar o florescimento.

No que diz respeito ao uso contínuo de anelamento ou incisão anelar em pomares comerciais, acredita-se que, quando feitos de forma adequada, podem ser repetidos durante vários anos, sem que sejam prejudiciais às plantas (AGUSTÍ, 1999; GUARDIOLA, 1992). AGUSTÍ et al. (1998) estudaram a diferença entre o uso da incisão anelar e anelamento em pêssegos e nectarinas e concluíram que a incisão apresentou vantagens por proporcionar maior agilidade de mão-de-obra, diminuindo os custos de produção, além de provocar menores danos às plantas por ocorrer cicatrização mais rápida dos tecidos lesionados. Porém, em alguns casos é possível não haver resultados com a incisão por ser uma prática cujo efeito se estende por um período curto (PEREIRA, 2008). 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 em concentrações necessárias para aumentar o pegamento de frutos.

No entanto, em alguns casos, o anelamento pode induzir acúmulo excessivo de carboidratos na parte aérea das plantas, dando origem a uma retroinibição da fotossíntese, reduzindo a capacidade fotossintética (RIVAS et al., 2007) e a assimilação de CO₂ (IGLESIAS et al., 2003). Redução na fotossíntese devido ao uso do anelamento foi relatada em *Malus sylvestris* (L.) Mill. var. *domestica* (Borkh.) (ZHOU & QUEBEDEAUX, 2003), *Anacardium occidentale* L. (SCHAPER & CHACKO, 1993), *Vitis vinifera* L. (ROPER & WILLIAMS, 1989), *Prunus persica* var. *nucipersica* (Suckow) C.K. Schneid (DI VAIO et al., 2001), *Mangifera indica* (LU & CHACKO, 1998), *Citrus unshiu* [Mak.] Marc.) cv. 'Okitsu' (IGLESIAS et al., 2006), *Citrus reticulata* Hort. ex Tan. x *Citrus paradisi* Macf. x *C. tangerina* Hort. ex Tan ('Nova') e *Citrus reticulata* Blanco ('Loretina') (RIVAS et al., 2007; 2008; 2011).

Alguns autores relataram que o acúmulo de carboidratos em folhas, durante o período diurno, pode comprometer a taxa de transporte de elétrons e causar danos às membranas dos tilacóides, causando a desmontagem e interrupção do sistema de membrana interna (SCHAFFER et al., 1986; BONDADA & SYVERTSEN, 2005). Um mecanismo hipotético é que altas concentrações de carboidratos podem reprimir a expressão dos genes que codificam várias enzimas fotossintéticas (KRAPP & STITT, 1995; KOCH, 1996; DRAKE et al., 1997). Alternativamente, os carboidratos podem interagir com sinais hormonais para controlar a expressão de genes (THOMAS & RODRIGUEZ, 1994; LI, 2003). Há também algumas evidências de que a capacidade fotossintética esteja relacionada com *status* de carboidratos foliar sobre a disponibilidade de fósforo (p_i) proveniente de reciclagem do fósforo entre citoplasma e estroma (RIESMEIER et al., 1993; SUN et al., 1999) e aumento da resistência à difusão de CO₂ nas células do mesófilo foliar (NAKANO et al., 2000).

O acúmulo de açúcares solúveis pode induzir a produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (ROS) em folhas e levar à destruição da estrutura das membranas (COUÉE et al., 2006, RIVAS et al., 2008). Além disso, a destruição de células poderia estar relacionada com o estresse severo evidenciado por sintomas de clorose, queda de folhas ou até mesmo a morte da planta, ocasionalmente observados vários meses após o anelamento (NOEL, 1970; GOREN et al., 2003).

Sempre que danos ou mau funcionamento do aparato fotoquímico ocorrem, o excesso de luz absorvida pode também dar origem a uma superprodução de ROS, tais como radicais superóxido ($O_2 \bullet$), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e os radicais hidroxila ($OH \bullet$), causando danos à estrutura da célula (HALLIWELL, 1987; MITTLER et al., 2004).

Demonstrações de que a fluorescência da clorofila pode ser usada para estimar, rapidamente e de forma não invasiva, a eficiência do transporte de elétrons através do fotossistema II (PSII) e de que a eficiência de operação do PSII está correlacionada com a assimilação de CO_2 , tem levado à utilização de parâmetros da fluorescência da clorofila para examinar o desempenho fotossintético de plantas sob condições de laboratório, em condições controladas e em campo (BAKER & ROSENQVIST, 2004). Em condições ambientais estressantes ocorre decréscimo na eficiência quântica potencial do PSII, podendo ser detectada pela queda na relação F_v/F_m (KRAUSE & WEIS, 1991). Plantas de citros e manga submetidas ao anelamento apresentaram folhas com eficiência quântica do fotossistema II ($\Phi PSII$) reduzida (RIVAS et al., 2006; 2007; 2008).

OBJETIVOS

Avaliar a influência do anelamento e da incisão anelar de ramos realizados em anos consecutivos, sobre as concentrações de carboidratos e alterações fisiológicas (fluorescência da clorofila *a* e índice SPAD) nas folhas; a dinâmica da queda fisiológica dos botões florais, flores e frutos; na fixação e alterações na qualidade do fruto, e na produção da limeira ácida 'Tahiti'.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL - **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Argos comunicação, p. 245-277. 2011.

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

AGUSTÍ, M.; ANDREU, I.; JUAN, M.; ALMELA, V.; ZACARIAS, L. Effects of ringing branches on fruit size and maturity of peach and nectarine cultivars. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Valencia, v.73, n.4, p.537-540, 1998.

AGUSTÍ, M.; GARCÍA-MARÍ, F.; GUARDIOLA, J.L. The influence of flowering intensity on the shedding of reproductives structures in sweet orange. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.17, n.4, p.343-352, 1982.

AGUSTÍ, M. **Floración y fructificación de los cítricos**. Simpósio Internacional de Fruticultura, 1, Botucatu, 1999, p.161-185.

ATKINSON, C.J.; ELSE, M.A.; STANKIEWICZ, A.; WEBSTER, A.D.; The effects of phloem girdling on the abscission of *Prunus avium* L. fruits. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.77, 22–27, 2002.

BACHI, O. Observações citológicas em Citrus. I – Número de cromossomos de algumas espécies e variedades. *Jornal de Agronomia*, v. 3, n. 4, p. 249-258, 1940.

BAKER, N.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v.55, p.1607-1621, 2004.

BERUTER, J.; DROZ, P. Studies on locating the signal for fruit abscission in the apple tree. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.46, p.3–4, 1991.

BLANUSA, T.; ELSE, M.A.; DAVIES, W.J.; ATKINSON, C.J. Regulation of sweet cherry abscission: the role of photoassimilation, sugars and abscisic acid. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.81, p.613–620, 2006.

BONDADA, B.R.; SYVERTSEN, J.P. Concurrent changes in net CO₂ Assimilation and chloroplast ultrastructure in nitrogen deficient citrus leaves. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v.54, n.1, p.41-48, 2005.

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

COELHO, Y.S. **Lima ácida ‘Tahiti’ para exportação**. Brasília: FRUPEX, 1993. 35p. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 1.).

COHEN, A. Citrus fruit enlargement by means of summer girdling. **Journal of Horticultural Science**, v.59, n.12, p.119-125, 1984b.

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

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

COUÉE, I.; SULMON, C.; GOUESBET, G.; EI AMRANI, A. Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.57, p.449–459, 2006.

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

DI VAIO, C.; PETITO, A.; BUCCHERI, M. Effect of girdling on gas exchanges and leaf mineral content in the “Independence” nectarine. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, p.1047–1060, 2001.

DOWNTON, W.J.S.; GRANT, W.J.R.; LOVEYS, B.R. Carbon dioxide enrichment increases yield of Valencia orange. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.14, p.493–501, 1987.

DRAKE, B.G.; GONZALES-MELER, M.; LONG, S.P. More efficient plants: a consequence of rising atmospheric CO₂? **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.48, p.609–639, 1997.

FAO - Food and Agriculture Organization, 2010. **Faostat: Production**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em 05 janeiro. 2012.

FIGUEIREDO, J.O.; DONADIO, L.C.; POMPEU JUNIOR, J.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; PIO, R.M.; VAZ FILHO, D.; STUCHI, E.S.; SEMPIONATO, O.R.; DOMINGUES, E.T.; Comportamento de 11 porta-enxertos para ‘Tahiti’ na região de Bebedouro, SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.15, n.3, p.345-351, 1996.

FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S. Copas e porta-enxertos. In: MATTOS Jr., D.M.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O.. (Org.). **Lima ácida Tahiti**. 1 ed. Campinas: Instituto Agronômica, 2003, v.1, p.31-44.

FISCHLER, M.; SZIVOS, Y. Summer girdling of grapefruit trees in the inland valleys. **Hassadeh**, v.58, p.2266-2271, 1978.

GOLDSCHMIDT, E.E.; KOCH, K.E. Citrus. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A.A. (Ed.) **Photoassimilate distribution in plants and crops. Source-sink relationships**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 797-823.

GÓMEZ-CADENAS, A.; MEHOUACHI, J.; TADEO, F.R.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Hormonal regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate shortage in citrus. **Planta**, v.210, p.636–643, 2000.

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

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.

HALLIWELL, B. Oxidative damage, lipid peroxidation and antioxidant protection in chloroplast. **Chemistry and Physics of Lipids**, v.44, p.327–340, 1987.

IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas, 2010. **Datafruta**. Disponível em: <<http://www.ibraf.com.br>>. Acesso em 04 jan. 2012.

IEA – Instituto de Economia Agrícola, 2008. **O Mercado de Lima Ácida Tahiti**. v.3, n.12, 7p. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em 25 jan. 2010.

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.

IGLESIAS, D.J.; TADEO, F.R.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Carbohydrate and ethylene levels related to fruitlet drop through abscission zone A in citrus. **Trees**, v.20, p.348–355, 2006.

IGLESIAS, D.J.; TADEO, F.R.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Fruitset dependence on carbohydrate availability in citrus trees. **Tree Physiology**, v.23 p.199–204, 2003.

IWAHORI, S.; GARCÍA-LUIS, A.; SANTAMARINA, P.; MONERI, C.; GUARDIOLA, J. L. The influence of ringing on bud development and flowering in Satsuma mandarin. **Journal of Experimental Botany**, London, v.41, n.231, p.1341-1346, 1990.

KOCH, K.E. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.47, p.509–540, 1996.

KRAPP, A.; STITT, M. An evaluation of direct and indirect mechanisms for the “sink-regulation” of photosynthesis in spinach: Changes in gas exchanges, carbohydrates, metabolites, enzyme activities and steady-state transcript levels after cold-girdling source leaves. **Planta**, v.195, p.313–323, 1995.

KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.42, p.313-349, 1991.

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.

LU, P.; CHACKO, E.K. Evaluation of Granier’s sap flow meter in mango (*Mangifera indica* L.) trees. **Agronomy**, v.18, p.461–471, 1998.

MAHOUACHI, J.; IGLESIAS, D.J.; AGUSTÍ, M.; TALON, M. Delay of early fruitlet abscission by branch girdling in citrus coincides with previous increases in carbohydrate and gibberellin concentrations. **Plant Growth Regulation**, v.58, p.15–23, 2009.

MEHOUACHI, J.; SERNA, D.; ZARAGOZA, S.; AGUSTÍ, M.; TALON, M.; PRIMO-MILLO, E. Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruits and woody tissues of *Citrus unshiu*. **Plant Science**, v.107, p.189–197, 1995.

MEHOUACHI, J.; TADEO, F.R.; ZARAGOZA, S.; PRIMO MILLO, E.; TALON, M. Effects of gibberellic 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.

MITTLER, R.; VANDERAUWERA, S.; GOLLERY, M.; VAN BREUSEGEM, F.; Reactive oxygen gene network of plants. **Trends in Plant Science**, v.9, p.490-498, 2004.

MONSELISE, S.P. Citrus. In: MONSELISE, S.P. (Ed.) **Handbook of fruit set and development**, Boca Raton: CRC Press, 1986. p.87-108.

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.

NAKANO, H.; MURAMATSU, S.; MAKINO, A.; MAE, T. Relationship between the suppression of photosynthesis and starch accumulation in the pod-removed bean. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.27, n.2, p.167-173, 2000.

NOEL, A.R.A. The girdled tree. **Botany Reviews**, v.36, p.162–193, 1970.

PATH, J.; EFTER, M. Timing the girdling of Shamouti oranges trees. **Hassadeh**, v.51, p.1421-1422, 1971.

PEREIRA, C.S. **Pegamento de frutos e teores de carboidratos nas folhas de limeiras ácidas 'Tahiti' aneladas e tratadas com ácido giberélico**. 2008. 94p. Tese (Doutorado) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

PEREIRA, C.S.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; CECON, P.R. Fixação de frutos de limeiras ácidas 'Tahiti' aneladas e tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.1238-1243, 2010.

RIESMEIER J.W.; HIRNER, B.; FROMMER, W.B.; Potato sucrose transporter expression in minor veins indicates a role in phloem loading. **The Plant Cell**, v.5, p.1591-1598, 1993.

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

RIVAS, F.; FORNES, F.; AGUSTÍ, A. Girdling induces oxidative damage and triggers enzymatic and non-enzymatic antioxidative defences in *Citrus* leaves. **Environmental and Experimental Botany**, v.64, p.256–263, 2008.

RIVAS, F.; GRAVINA, A.; AGUSTÍ, M. Girdling effects on fruit set and quantum yield efficiency of PSII in two *Citrus* cultivars. **Tree Physiology**, v.27, p.527–535, 2007.

RIVAS, F.; FORNES, F.; RODRIGO, M.J.; ZACARÍAS, L.; AGUSTÍ M. Changes in carotenoids and ABA content in *Citrus* leaves in response to girdling. **Scientia Horticulturae**, v.127, p.482–487, 2011.

ROPER, T.R.; WILLIAMS, L. Net CO₂ assimilation and carbohydrate partitioning of grapevine leaves in response to trunk girdling and gibberellic acid application. **Plant Physiology**, v.89, p.1136–1140, 1989.

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.

SCHAFFER, A.A.; LIU, K.C.; GOLDSCHMIDT, E.E.; BOYER, C.D.; GOREN, R. Citrus leaf chlorosis by sink removal: starch, nitrogen, and chloroplast ultrastructure. **Journal of Plant Physiology**, v.124, p.111–121, 1986.

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

SIMÕES JÚNIOR, A.R.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; ARAÚJO, P.S.R.; PIEDADE, S.M.S; JACOMINO, Â.P. Avaliação de frutos de laranjeira 'Pera' em função dos anelamentos de ramos em diferentes épocas. **Scientia Agricola**, v.56, p.529-535. 1999.

SUN, J.; OKITA, T.W.; EDWARDS, G.E. Modification of carbon partitioning, photosynthetic capacity, and O₂ sensitivity in *Arabidopsis* plants with low ADP-glucose pyrophosphorylase activity. **Plant Physiology**, v.119, p.267-276, 1999.

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, p.323–339, 2001.

THOMAS, B.R.; RODRIGUEZ, R.L. Metabolite signals regulate gene expression and source/sink relations in cereal seedlings. **Plant Physiology**, v.54, p.201–207, 1994.

WINKLER, A.J.; COOK, J.A.; KLIEWER, W.N.; LIDER, L.A. **General viticulture**. 2.ed. Berkeley: University of California Press, 1974. 710p.

XIANJUN, Z.; DEYAN, H.; HUIBAI, H.; DINGYAO, W. Carbohydrate and endohormone status in relation to fruit set as influenced by trunk spiral girdling of young litchi trees. **Acta Horticulturae Sinica**, v.26, n.2 p.77-80, 1999.

YAMASHITA, K.; MATSUDA, T. Formation of adventitious roots on Satsuma (*Citrus unshiu*, Mare) stem cuttings. **Bulletin of the Faculty of Agriculture Kagoshima University**, v.24, p.199-206, 1977.

ZHOU, R.; QUEBEDEAUX, B. Changes in photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature apple leaves in response to whole plant source-sink manipulation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.128, p.113–119, 2003.

ARTIGO 1

Carboidratos, fluorescência da clorofila *a* e índice Spad em folhas de limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos

RESUMO - O anelamento e a incisão anelar de ramos são práticas que podem ser usadas no aumento da produção e fixação de frutos cítricos. Ambos interrompem o transporte via floema, favorecendo o acúmulo de carboidratos nas folhas e ramos, que pode ser revertido para a fixação e o desenvolvimento dos frutos. Apesar dos benefícios, em alguns casos o anelamento pode induzir acúmulo excessivo de carboidratos, que poderá comprometer a maquinaria fotossintética. Nesse trabalho objetivou-se estudar a dinâmica dos carboidratos, a fluorescência da clorofila *a* e o índice Spad em folhas de limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas a épocas diferentes de anelamento e incisão anelar de ramos em duas safras consecutivas. Foram estudadas, em duas safras consecutivas, quatro épocas de realização de anelamento e incisão anelar, 30/06, 15/07, 30/07 e 14/08 de 2009, e 15/06, 05/07, 25/07 e 14/08 de 2010, sendo o tratamento adicional, a testemunha. Foram avaliados os teores foliares de açúcares solúveis totais (AST), amido, fluorescência inicial (F_0), eficiência fotoquímica máxima do PSII (F_v/F_m) e índice Spad desde a aplicação dos tratamentos até a colheita dos frutos, em intervalos que variaram de 15 à 30 dias. O anelamento, independentemente da época de realização, aumentou os teores de amido e AST nas folhas da limeira ácida 'Tahiti' até por volta dos 50 aos 60 dias. A incisão anelar, independentemente da época de realização, não alterou os teores de amido nas plantas na safra de 2009, comportando-se semelhantemente à testemunha. Em relação à safra de 2010, observou-se que a incisão, independentemente da época de realização, aumentou a concentração de amido em relação à testemunha, porém, o aumento foi inferior ao que ocorreu nas plantas aneladas. Não houve variação dos valores de F_0 e da relação F_v/F_m nas plantas aneladas na safra de 2009. A partir da aplicação dos tratamentos, em 2010, o anelamento promoveu aumentos de F_0 e redução da relação F_v/F_m , sendo os valores máximos (350) e mínimos

(0,78), respectivamente, atingidos por volta dos 60 dias. Para as plantas da testemunha e incindidas, houve redução de F_0 e aumentos da relação F_v/F_m em 2009, sendo os valores mínimos (270) e máximos (0,82) respectivamente, atingidos por volta dos 120 dias. Em 2010, houve aumento de F_0 sendo o valor máximo atingido aos 50 dias (320), porém inferiores aos observados para o anelamento, e não houve alteração da relação F_v/F_m . Na safra de 2009, as plantas submetidas ao anelamento, independentemente da época de realização, apresentaram redução no índice Spad, atingindo valores mínimos (48-53) por volta dos 80-90 dias. Na safra de 2010, os valores mínimos (64-66) foram atingidos por volta dos 100-110 dias.

Palavras-chave: *Citrus latifolia* Tan.; Amido, Açúcares solúveis totais; F_0 ; F_v/F_m ;

INTRODUÇÃO

Os citros caracterizam-se por apresentarem floradas que podem atingir entre 100 e 200 mil flores por planta, porém com um índice de pegamento de frutos muito baixo, podendo ser inferior a 0,2% das flores formadas e raramente ultrapassando os 10% (DAVIES & ALBRIGO, 1994).

Em limeira ácida 'Tahiti', por se tratar de um cultivar apirênico, a abscisão de frutos é mais acentuada do que naquelas com sementes, devido à baixa produção de giberelinas (MONSELISE, 1978). A giberelina é um fitorregulador sintetizado também nas sementes em formação que atua promovendo divisões celulares e aumentando a elasticidade das paredes, o que, conseqüentemente, resulta em maior fluxo de metabólicos para os frutos (aumento da força de dreno), evitando dessa forma a abscisão (TALON et al., 1998; MAHOUACHI et al., 2009).

O pegamento final de frutos nesse cultivar é inferior a 2% (SPÓSITO, 2003), enquanto valores de até 20% são encontrados em cultivares como a tangerina 'Satsuma' (ALMELA et al., 1983). PEREIRA et al. (2010b), quantificaram um pegamento médio de frutos em plantas jovens de 'Tahiti' de 4,89%.

O anelamento e a incisão anelar de ramos são práticas que podem ser usadas no aumento da produção e fixação de frutos cítricos. Ambos

interrompem o transporte via floema, favorecendo o acúmulo de carboidratos nas folhas e ramos acima da região anelada ou incindida, enquanto os frutos (drenos) os reduzem (COHEN, 1981; IWAHORI et al., 1990; SARTORI & ILHA, 2005; RIVAS et al., 2006). AGUSTÍ et al. (1998) estudaram a diferença entre o uso da incisão anelar e anelamento em pêssegos e nectarinas e concluíram que a incisão apresentou vantagens por proporcionar maior agilidade de mão-de-obra, diminuindo os custos de produção, além de provocar menores danos às plantas por ocorrer cicatrização mais rápida dos tecidos lesionados. Porém, em alguns casos é possível não haver resultados com a incisão por ser uma prática cujo efeito se estende por um período curto (PEREIRA, 2008). 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 em concentrações necessárias para aumentar o pegamento de frutos. Porém, estudos comparativos das duas técnicas em citricultura não foram encontrados.

Na citricultura, o anelamento de ramos traz resultados positivos principalmente por influenciar o crescimento e o comportamento reprodutivo da maioria das espécies do gênero *Citrus*. O anelamento é efetivo em aumentar a floração, melhorar a frutificação e aumentar o tamanho dos frutos (GOREN et al., 2003).

Porém, se realizado em diferentes épocas do ano, pode causar efeitos distintos nas árvores. Quando realizado no outono, aumenta a iniciação e diferenciação em gemas florais, conseqüentemente aumentando o florescimento na primavera seguinte. Quando realizado em pleno florescimento, reduz a queda de flores e frutos jovens. E quando realizado na primavera, aumenta levemente a quantidade de frutos retidos nas árvores, acarretando redução no tamanho. (PATH & EFTER, 1971; COHEN, 1984b). Em contrapartida, o aumento no tamanho dos frutos causado pelo anelamento durante o verão já foi estabelecido para alguns cultivares de citros (FISCHLER & SZIVOS, 1978; COHEN, 1984a; SIMÕES JÚNIOR, et al., 1999). Como observado, os cultivares que permitem anelamentos em diferentes estações são de ciclo longo, considerados tardios, e pouco se

sabe sobre o efeito de anelamento em diferentes épocas sobre o florescimento e frutificação da limeira ácida 'Tahiti'. É possível que ajustes na época da realização do anelamento sejam necessários, podendo resultar na antecipação da florada, aumento do florescimento, mesmo sem alterar o percentual de pegamento, ou aumento no pegamento de frutos sem alterar o florescimento.

De modo geral, a eficácia dessa técnica depende da época de sua realização, sendo que a época mais adequada possivelmente é aquela que coincide com o período de grande demanda de metabólitos para a fixação e início do crescimento dos frutos (AGUSTÍ et al., 1989, 1990; AGUSTÍ & ALMELA, 1991; MEHOUACHI et al., 1995). Tratamentos mais precoces em relação ao florescimento, também retardam a abscisão dos frutos, mas estes não atingem a fase II de desenvolvimento, abscindindo posteriormente (AGUSTÍ, 1999). Apesar de que é possível se obter efeitos com anelamentos anteriores ao florescimento, considerando que é necessário um tempo médio de 15 dias para o início do acúmulo de carboidratos. Entretanto, PEREIRA et al. (2010b) não verificaram diferenças no pegamento de frutos entre o anelamento realizado no início do florescimento e um mês após o início do florescimento.

No que diz respeito ao uso contínuo de anelamento ou incisão anelar em pomares comerciais, acredita-se que, quando feitos de forma adequada (espessura do anel, sanidade, nutrição e frequência da operação compatível com o porte da planta), podem ser repetidos durante vários anos, sem que sejam prejudiciais às plantas (GUARDIOLA, 1992).

Apesar dos benefícios mencionados do anelamento, em alguns casos pode induzir acúmulo excessivo de carboidratos, dando origem a uma retroinibição da fotossíntese, reduzindo a capacidade fotossintética (RIVAS et al., 2007) e a assimilação de CO₂ (IGLESIAS et al., 2003). Redução na fotossíntese foi relatada em *Malus sylvestris* (L.) Mill. var. *domestica* (Borkh.) (ZHOU & QUEBEDEAUX, 2003), *Anacardium occidentale* L. (SCHAPER & CHACKO, 1993), *Vitis vinifera* L. (ROPER & WILLIAMS, 1989), *Prunus persica* var. *nucipersica* (Suckow) C.K. Schneid (DI VAIO et al., 2001), *Mangifera indica* (LU & CHACKO, 1998), *Citrus unshiu* [Mak.] Marc.) cv.

'Okitsu' (IGLESIAS et al., 2006), *Citrus reticulata* Hort. ex Tan. x *Citrus paradisi* Macf. x *C. tangerina* Hort. ex Tan ('Nova') e *Citrus reticulata* Blanco ('Loretina') (RIVAS et al., 2007; 2008; 2011).

Outros autores relatam que o acúmulo de carboidratos em folhas, durante o período diurno, pode comprometer a taxa de transporte de elétrons e causar danos a membranas dos tilacóides, causando a desmontagem e interrupção do sistema de membrana interna, fenômeno conhecido com estresse oxidativo (SCHAFFER et al, 1986; BONDADA & SYVERTSEN, 2005). Um mecanismo hipotético é que altas concentrações de carboidratos podem reprimir a expressão dos genes que codificam varias enzimas fotossintéticas (KRAPP & STITT, 1995; KOCH, 1996; DRAKE et al., 1997). Alternativamente, os carboidratos podem interagir com sinais hormonais para controlar a expressão de genes (THOMAS & RODRIGUEZ, 1994; LI, 2003).

Talvez o efeito prejudicial mais visível do anelamento seja o amarelecimento das folhas e o retardamento do crescimento vegetativo das plantas de 'Tahiti'. PEREIRA et al. (2010a) constataram redução no índice Spad em plantas aneladas (redução da cor verde) e relacionaram esse efeito à redução da concentração nutrientes na parte aérea da planta, dentre eles o nitrogênio seria o mais expressivo.

Demonstrações de que a fluorescência da clorofila pode ser usada para estimar, rapidamente e de forma não invasiva, a eficiência do transporte de elétrons através do fotossistema II (PSII) e que a eficiência de operação deste PSII está correlacionada à assimilação de CO₂, tem levado à utilização de parâmetros da fluorescência da clorofila para examinar o desempenho fotossintético de plantas (BAKER & ROSENQVIST, 2004). Em condições ambientais estressantes ocorre decréscimo na eficiência quântica potencial do PSII, que pode ser detectada pela queda na relação F_v/F_m (KRAUSE & WEIS, 1991). Plantas de citros e manga submetidas ao anelamento apresentaram folhas com eficiência quântica do PSII (Φ PSII) reduzida (RIVAS et al., 2006; 2007; 2008).

Apesar de todas essas constatações, não foram encontrados na literatura, trabalhos comparativos, relacionados aos aspectos fisiológicos, entre o uso da incisão anelar e anelamento em limeira ácida 'Tahiti'.

OBJETIVOS

Estudar a dinâmica dos carboidratos, a fluorescência da clorofila *a* e o índice Spad em folhas de limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas a épocas diferentes de anelamento e incisão anelar nos ramos em duas safras consecutivas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em propriedade particular localizada na latitude 20°46'20" Sul e na longitude 43°04'04" Oeste, na Violeira, Zona Rural do município de Viçosa. Utilizaram-se limeiras ácidas 'Tahiti' clone IAC-5 enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', plantadas no espaçamento de 4 x 3 m, irrigadas por microaspersão e com idade de três anos quando iniciaram-se os trabalhos. As plantas encontravam-se uniformes quanto ao porte, produção, sanidade e estado nutricional.

Para iniciar o experimento, foi coletada uma amostra de solo (0-20 cm), encaminhada ao laboratório, cujos resultados foram os seguintes:

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	CTC	V	m	B	Zn	Fe	Mn	MO
H ₂ O	(mg/dm ³)		(cmol _c /dm ³)			(cmol _c /dm ³)	(%)			(mg/dm ³)			dag/kg
5,0	3,0	47	0,8	0,3	1,2	6,83	18	50,0	0,2	1,0	81,8	16,5	1,9

O planejamento e as recomendação de calagem e adubação do pomar seguiram os critérios propostos por QUAGGIO et al. (2005).

O delineamento usado foi o de blocos ao acaso, com duas plantas por parcela, em esquema fatorial. O esquema fatorial foi composto por quatro épocas de realização e duas formas de interrupção do floema, sendo o tratamento adicional a testemunha, sem interrupção do floema. Foram realizadas avaliações ao longo do tempo, após a aplicação dos tratamentos até a colheita dos frutos, e em duas safras consecutivas (2009 e 2010). As duas formas de interrupção do floema foram o anelamento e incisão anelar e as datas de aplicação desses tratamentos foram as seguintes:

Tratamento	Datas em 2009	Datas em 2010
T1 – Testemunha	---	---
T2 – Anelamento	30/06	15/06
T3 - Incisão anelar	30/06	15/06
T4 – Anelamento	15/07	05/07
T5 - Incisão anelar	15/07	05/07
T6 – Anelamento	30/07	25/07
T7 - Incisão anelar	30/07	25/07
T8 – Anelamento	14/08	14/08
T9 - Incisão anelar	14/08	14/08

Em 2009, o pleno florescimento ocorreu na semana do dia 30/07, coincidindo com a terceira época de aplicação dos tratamentos. Em 2010, o pleno florescimento ocorreu na semana do dia 02/09, cerca de 20 dias após a aplicação do último tratamento.

O anelamento foi realizado em todos os ramos principais das plantas, 10 cm acima do ponto de ramificação do tronco, rompendo o floema em toda a sua circunferência, sem, no entanto, danificar o xilema. Foi realizado com um canivete de lâmina dupla que permitiu a retirada de um anel de casca de exatamente dois mm de espessura (Figura 1A).

A incisão anelar consistiu de um corte completo realizado com canivete de enxertia no córtex dos ramos principais, 10 cm acima do ponto de emissão das pernadas, sem afetar o xilema e sem a retirada da casca (Figura 1B).

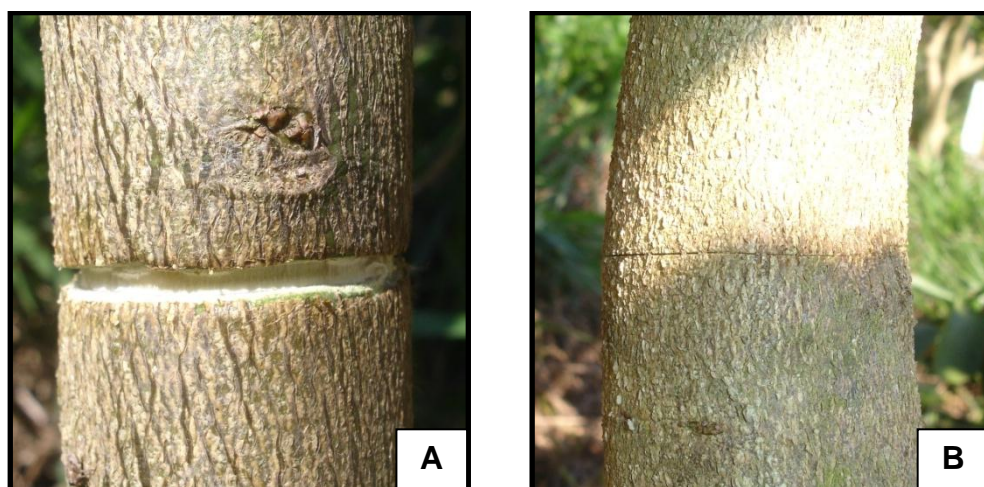


Figura 1 – Fotografias ilustrando o anelamento (A) e a incisão anelar (B) em ramos de limeira ácida ‘Tahiti’.

Os parâmetros de fluorescência da clorofila foram medidos usando fluorômetro ADC FIM 1500 (ADC Bioscientific Ltd, Hodderston, UK) (fluorescência direta). Foram avaliadas a fluorescência inicial (F_0) e eficiência fotoquímica máxima do PSII (F_v/F_m). As leituras foram realizadas entre as 7:00 h e 11:00h, em uma folha por planta, utilizando-se sempre a quarta folha madura a partir do ápice, de ramos localizados na região mediana e externa da planta, no quadrante que recebia o sol nascente. Essas avaliações foram realizadas aos 0, 15 e 30 dias após a aplicação dos tratamentos e, a partir daí, a cada 30 dias no ano de 2009. Em 2010, foram realizadas aos 0, 20, 40 dias após a aplicação dos tratamentos e, a partir daí, também a cada 30 dias.

As avaliações utilizando o Spad para determinação da cor verde das folhas e, indiretamente, da clorofila, seguiram o mesmo cronograma da fluorescência da clorofila. Para tais medidas foi utilizado o medidor portátil SPAD-502 [Soil-Plant Analysis Development (SPAD) Section, Minolta Camera Co., Ltd., Japão]. Foram utilizadas duas folhas maduras (3^a e 4^a folhas contadas a partir do ápice do ramo), completamente expandidas, de cada quadrante, para realização das leituras, totalizando oito leituras por planta, das quais se obtiveram as médias.

Foram avaliados os teores foliares de açúcares solúveis totais (AST) e amido (AM), cujas amostras foram colhidas aos 0, 15, 30 dias após a aplicação dos tratamentos e, a partir daí, a cada 30 dias em 2009. Em 2010, foram coletadas aos 0, 20, 40 dias após a aplicação dos tratamentos e, a partir daí, também a cada 30 dias até o final da colheita dos frutos.

As folhas amostradas foram oriundas da brotação da primavera ou verão anterior. Foram coletadas duas folhas maduras (3^a e 4^a folhas contadas a partir do ápice do ramo), completamente expandidas, de cada quadrante, totalizando oito por planta. Depois de coletadas, foram levadas ao laboratório e lavadas com detergente não-iônico, enxaguadas com água destilada por três vezes e secas em papel de filtro. Em seguida, foram secadas em estufa de circulação forçada de ar, a 60 °C, até peso constante.

Posteriormente, as amostras de cada tratamento foram moídas em moinho tipo Willey, de aço inoxidável, passadas em peneira de 20 mesh, e acondicionadas em frascos apropriados para posterior análise química.

A obtenção dos extratos e a determinação das concentrações do amido e açúcares solúveis totais foram realizadas de acordo com o método descrito por McCREADY et al. (1950).

Os dados foram submetidos à análise de regressão e os modelos escolhidos com base na significância dos coeficientes ao nível de 10% de probabilidade pelo teste “t”, no coeficiente de determinação ($R^2 = \text{SQ}_{\text{Reg}}/\text{SQ}_{\text{Trat}}$) e no potencial para explicar o fenômeno em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O anelamento, independentemente da época em que foi realizado, alterou significativamente os teores foliares de amido, nas duas safras em que foi realizado (Figuras 2 e 3). Em ambas, os maiores teores foram observados por volta dos 50 aos 60 dias após a realização do anelamento, retornando a sua normalidade por volta dos 120 dias, provavelmente devido ao restabelecimento do transporte no floema, dado que a atividade do câmbio produz calos e conexões vasculares que restabelecem o fluxo normal (WILLIAMS et al., 2000).

O aumento nos teores de carboidratos ocorre porque o anelamento ou a incisão (em menor escala) bloqueiam o transporte de fotoassimilados da parte aérea para as raízes, resultando em incrementos dos teores nas folhas. Conseqüentemente, os carboidratos tornam-se disponíveis para o estabelecimento e a produção de frutos (BARRY & BOWER, 1997; MATAA et al., 1998; IGLESIAS et al., 2002; LI et al., 2003; RIVAS et al., 2006; 2007; 2008; MAHOUACHI et al., 2009).

Em relação à incisão anelar, poucas foram às alterações causadas por essa prática nesse experimento. Segundo SARTORI & ILHA (2005), seu efeito em fruteiras de caroço permanece durante aproximadamente 10 a 15 dias. Para citros, segundo COHEN (1981) um anelamento de 2-3 mm de espessura se restabelece depois de 40-85 dias, enquanto que a incisão anelar se restabelece em um prazo de 7-15 dias (LEWIS & McCARTY,

1973). Para o caso desse experimento com limeira ácida 'Tahiti', segundo observações visuais, aproximadamente 10 dias foram suficientes para restabelecimento do fluxo parcial no floema, e a completa cicatrização do tecido não levou mais do que 25 dias nas plantas que sofreram a incisão anelar. Para o anelamento, aos 50-60 dias observaram-se as primeiras conexões entre os calos formados acima e abaixo dos anéis, restabelecendo parcialmente o fluxo, e a completa cicatrização ocorreu por volta de 120 dias.

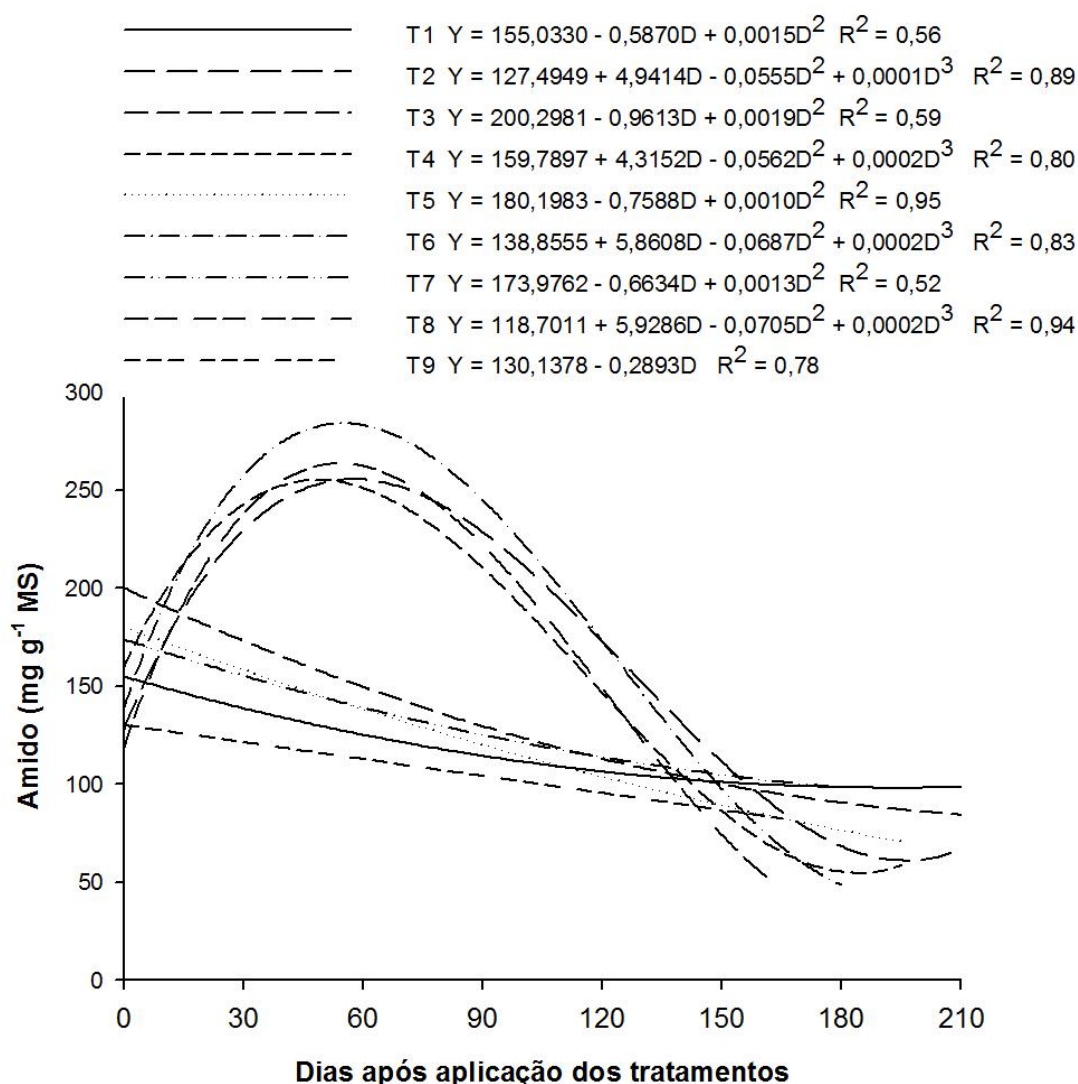


Figura 2 - Teores de amido em folhas de limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após aplicação, na safra de 2009.

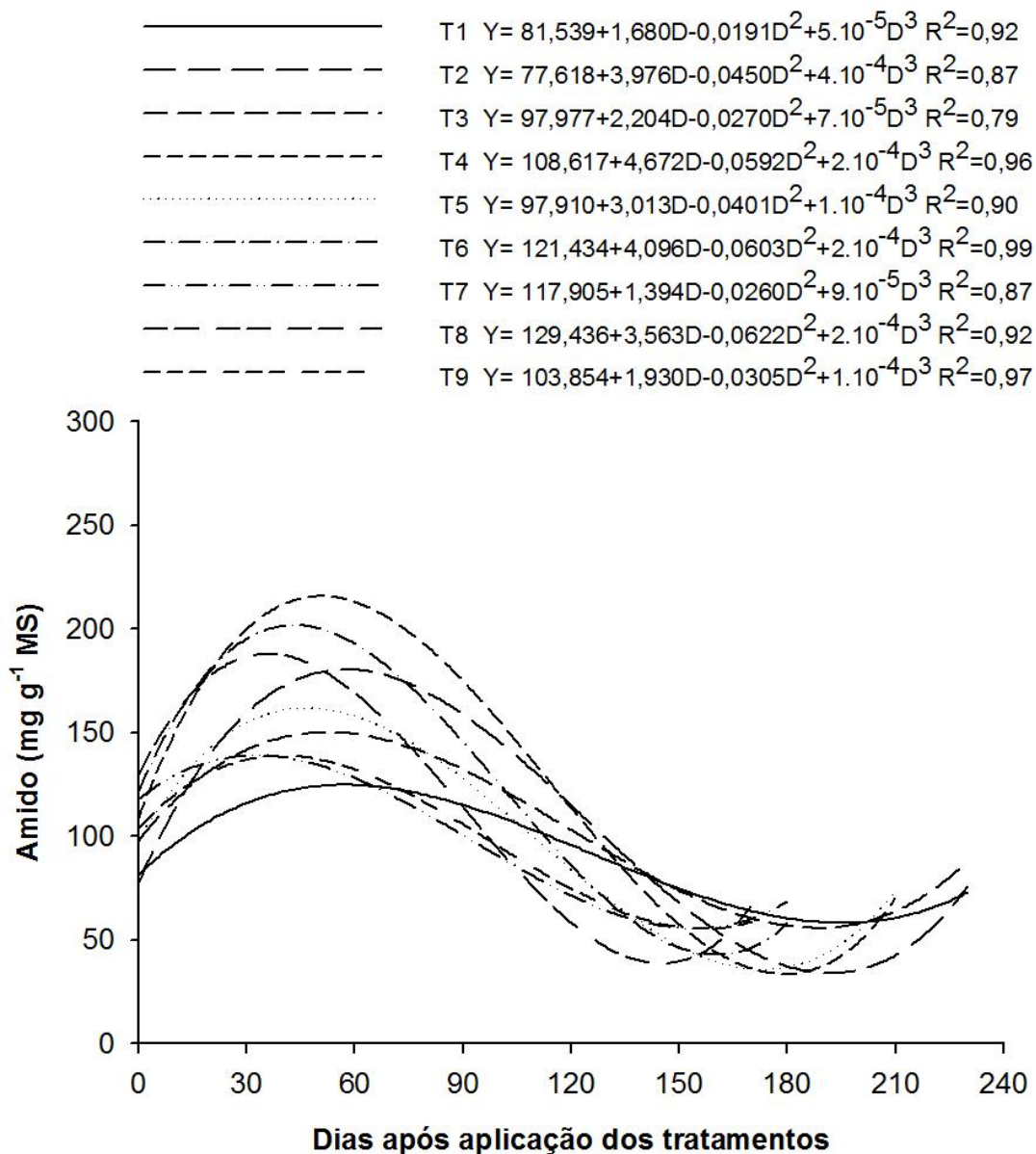


Figura 3 - Teores de amido em folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após aplicação, na safra de 2010.

Em 2009, as concentrações iniciais de amido partiram de valores entre 120-200 mg.g⁻¹ (Figura 2), enquanto que, em 2010, estiveram entre 75-130 mg.g⁻¹ (Figura 3). Essa maior concentração inicial em 2009 possivelmente seja explicada pelo acúmulo natural devido à ocorrência de restrição hídrica, baixas temperaturas, repouso vegetativo e proximidade da florada, que ocorreu na semana do dia 30/07, intervalo entre a terceira e quarta época de aplicação dos tratamentos.

A concentração inicial de amido estava alta em todas as plantas em 2009, inclusive nas que receberam a incisão, que foi pouco eficiente para causar ou manter o amido acumulado, corroborando constatações de SARTORI e ILHA (2005). A ocorrência de novas brotações vegetativas, florescimento e crescimento dos frutos, após o início do experimento, associada ao curto período de restrição do fluxo no floema, pode ser a explicação para a redução da concentração de amido nas plantas incididas, devido ao consumo de grandes quantidades de energia metabólica para sustentar as novas brotações e frutificação (AGUSTÍ et al., 1995; BOLDING et al., 2003; CRUZ, et al., 2008).

O efeito do anelamento em tangor 'Murcott' em relação ao acúmulo de amido foi anulado pela presença de frutos em crescimento, devido a grande demanda de metabólitos para o seu crescimento (GOLDSCHMIDT et al., 1985), justificando assim a hipótese aventada.

Em 2010 as plantas estavam melhor nutridas devido à adubação e correção do solo, efetuadas com base na análise de solo feita em 2009, antes do início do experimento. Esse fato provavelmente contribuiu para uma melhor distribuição de carboidratos (baixo acúmulo de amido) antes da aplicação dos tratamentos, portanto o maior acúmulo posterior pode ser atribuído como resposta aos tratamentos (incisão e anelamento). Também pode ser atribuído parcialmente ao fato de todos os tratamentos serem aplicados antes do pleno florescimento, conseqüentemente houve tempo disponível para acúmulo de carboidratos, devido à baixa demanda nos dias seguintes à aplicação dos tratamentos (Figura 3).

É interessante notar que a partir dos 150 dias, nas duas safras, houve redução na concentração de amido das plantas aneladas, chegando a atingir valores inferiores a média da testemunha e das incididas (Figuras 2 e 3). Esse fato ocorreu, possivelmente, devido ao maior número de frutos retidos nessas plantas (ver tabelas e figuras do capítulo II), que demandaram mais carboidratos para o seu crescimento (AGUSTÍ et al., 1995; BOLDING et al., 2003; CRUZ, et al., 2008). A ascensão observada nos teores após esse período, que iniciou aproximadamente entre 150 a 180 dias após a aplicação dos tratamentos, possivelmente pode ser explicada por um período de

veranico ocorrido no mês de janeiro nas duas safras, mês que também se realizou a colheita dos frutos.

A concentração de açúcares solúveis totais (AST) variou de forma semelhante nas duas safras (Figuras 4 e 5). Houve incremento nas concentrações de AST a partir da aplicação dos tratamentos. As maiores concentrações ocorreram entre 30 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos, sendo mais expressivas nas plantas que receberam anelamento, independentemente da época de realização. Em 2009, apesar das respostas serem muito variadas, a incisão não promoveu alterações significativas em relação à testemunha (Figura 4), porém em 2010, observou-se que houve efeito, mas com incremento inferior ao provocado pelo anelamento (Figura 5). Uma possível explicação para a menor resposta aos tratamentos obtida em 2009, e também a maior variação dos resultados, pode ser a idade das plantas na época da realização do experimento, pois estavam com apenas três anos. É conhecido que nessa idade todas as respostas são muito variáveis devido ao efeito de concentração/diluição promovida pelos períodos de repouso/crescimento normal das plantas. Essa é a situação que não permite um padrão conhecido para interpretação nutricional de folhas de plantas jovens através de análises foliares (QUAGGIO et al., 2005).

Anelamentos geralmente resultam em aumentos significativos nas concentrações de AST e amido em um prazo que varia de 10 à 70 dias, conforme descrito anteriormente, porém, geralmente, as concentrações de AST variam menos do que as de amido (URBAN & ALPHONSOUT, 2007; RIVAS et al., 2008). Uma das explicações para justificar o baixo acúmulo de AST, pode ser que estão servindo de esqueletos carbonados para a síntese de numerosos compostos usados para o crescimento das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2009) e também para alguns que estão envolvidos na proteção antioxidante (NOCTOR & FOYER, 1998; SMIRNOFF et al., 2001). Além disso, foi demonstrado que a glicose induz a expressão de genes que estão envolvidas na síntese de enzimas como SOD (KOCH, 1996) relacionadas a respostas das plantas a estresses abióticos, nesse caso provocados pelo anelamento.

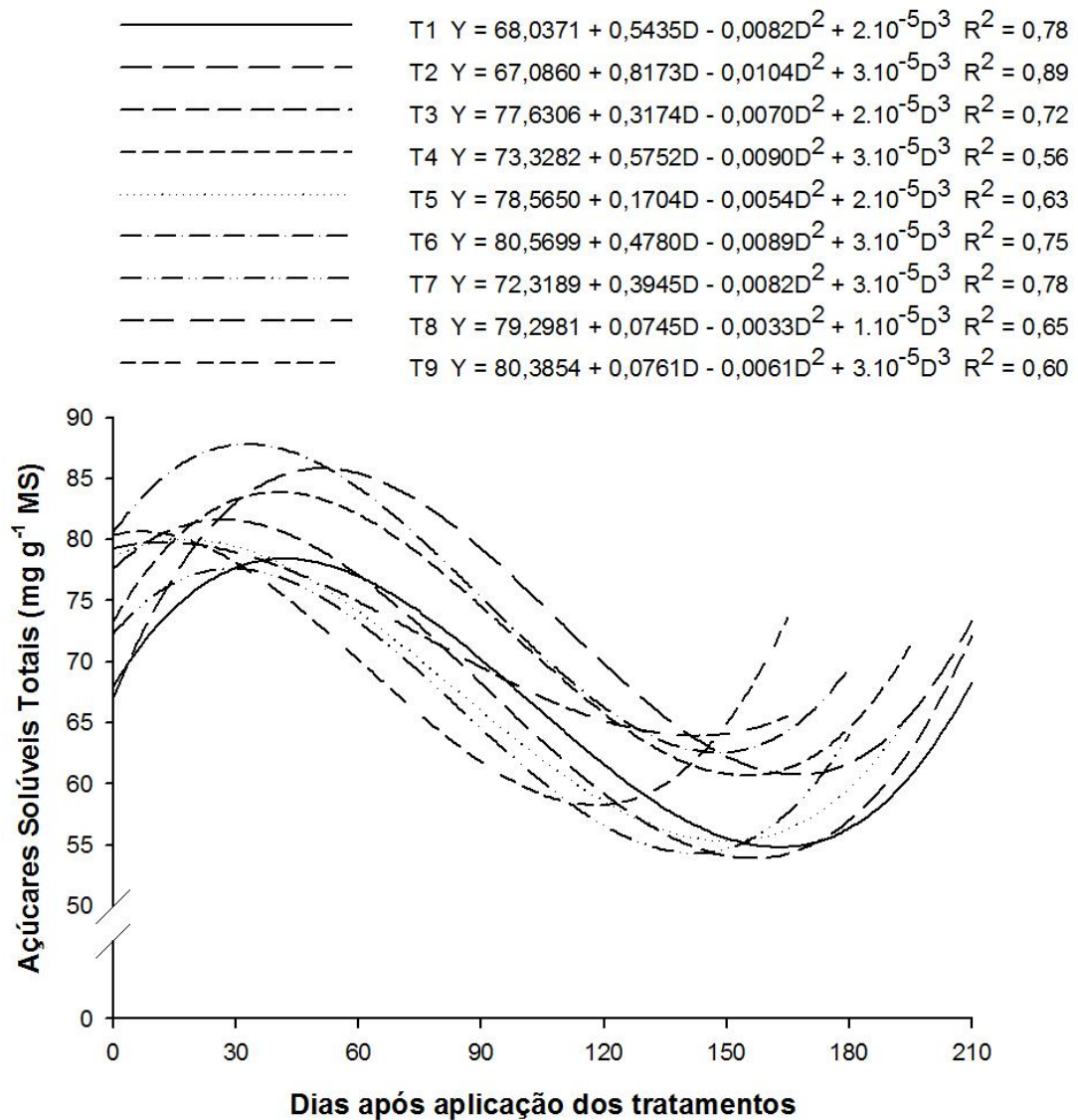


Figura 4 - Teores de açúcares solúveis totais em folhas de limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após aplicação, na safra de 2009.

—————	T1 Y= 66,115+0,281D-0,0041D ² +1.10 ⁻⁵ D ³ R ² =0,60
-----	T2 Y= 65,414+0,436D-0,0066D ² +2.10 ⁻⁵ D ³ R ² =0,78
-----	T3 Y= 63,755+0,250D-0,0036D ² +1.10 ⁻⁵ D ³ R ² =0,59
-----	T4 Y= 64,338+0,577D-0,0065D ² +2.10 ⁻⁵ D ³ R ² =0,71
.....	T5 Y= 63,083+0,237D-0,0034D ² +1.10 ⁻⁵ D ³ R ² =0,63
-----	T6 Y= 64,053+0,633D-0,0075D ² +2.10 ⁻⁵ D ³ R ² =0,86
-----	T7 Y= 63,863+0,400D-0,0051D ² +2.10 ⁻⁵ D ³ R ² =0,81
-----	T8 Y= 66,334+0,760D-0,0103D ² +3.10 ⁻⁵ D ³ R ² =0,90
-----	T9 Y= 64,301+0,497D-0,0067D ² +2.10 ⁻⁵ D ³ R ² =0,77

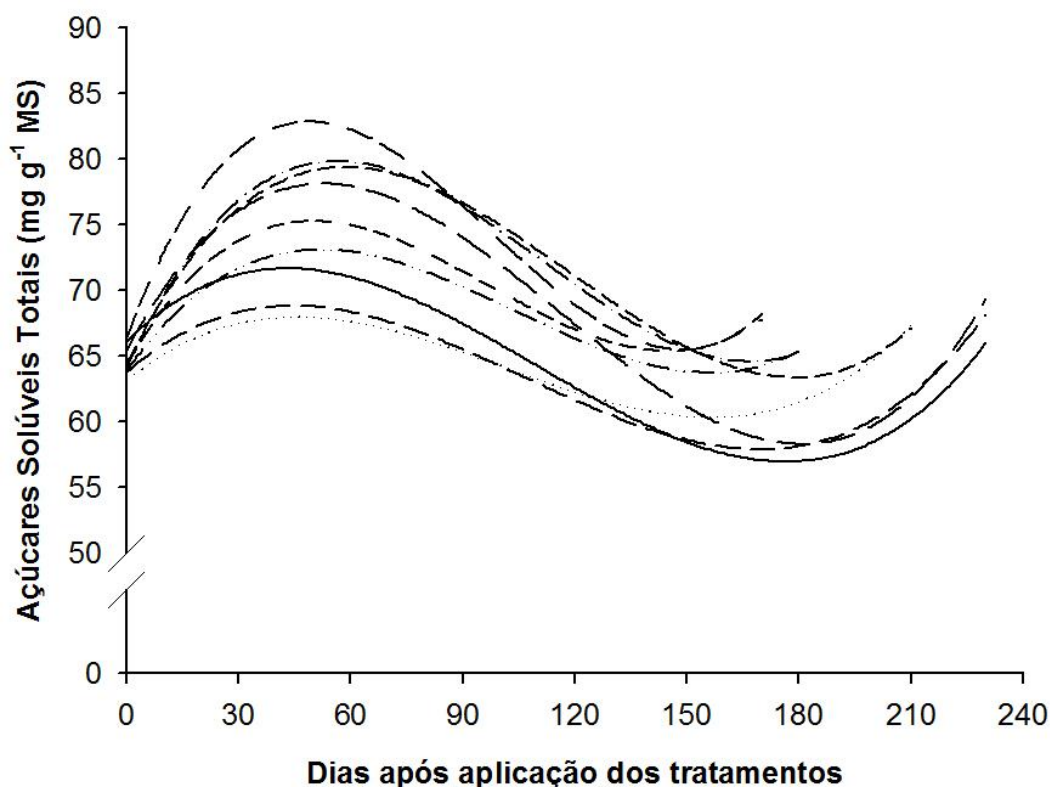


Figura 5 - Teores de açúcares solúveis totais em folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após aplicação, na safra de 2010.

Não houve variação dos valores de F_0 nas plantas aneladas na safra de 2009. Para as incididas e testemunha, houve redução para essa característica, cujos valores mínimos foram atingidos por volta dos 150 dias, voltando a se elevar posteriormente (Figura 6). Em 2010, houve leve acréscimo dos valores de F_0 nas folhas das plantas incididas e aneladas, após aplicação dos tratamentos, sendo o máximo atingido por volta dos 50

dias (Figura 7), porém os aumentos não foram muito diferentes da testemunha.

A Fluorescência inicial (F_0) representa a emissão de luz pelas moléculas de clorofilas *a* excitadas, antes de a energia ser dissipada para o centro de reação do PSII sendo independente dos eventos fotoquímicos (MATHIS & PAILLOTIN, 1981). É um valor referência para a determinação das outras variáveis da fluorescência (HIPKINS & BAKER, 1986).

O valor de F_0 pode ser modificado por quaisquer estresses que causam alterações estruturais nos pigmentos fotossintéticos do PSII (BAKER & ROSENQVIST, 2004; BAKER, 2008), nesse caso promovidos pelo acúmulo de amido nas plantas submetidas ao anelamento. Possivelmente o aumento de F_0 esteja relacionado ao aumento da peroxidação dos lipídeos, conforme constataram RIVAS et al. (2008), como resultado do uso do anelamento. Pode também ser induzido pela liberação de clorofila livre dos complexos proteínas-pigmentos (WINGLER et al., 2004). Nessas circunstâncias, as moléculas de clorofilas livres podem facilmente produzir espécies reativas de oxigênio singlete que, na presença de luz e oxigênio, levam à peroxidação lipídica (MERZLYAK & HENDRY, 1994; MATILE et al., 1999).

Para o caso em estudo, todas essas alterações estruturais podem ter sido provocadas pelo acúmulo de amido em forma de grânulos nos tilacóides, justificando os aumentos simultâneos ocorridos nas concentrações de amido e nos valores de F_0 , especialmente na safra de 2010. Esses resultados também são compartilhados com outros autores (SCHAFFER et al, 1986; BONDADA & SYVERTSEN, 2005). No entanto, o acúmulo de açúcares solúveis também pode induzir a superprodução de espécies reativas de oxigênio (ROS) em folhas, podendo finalmente levar à completa destruição de células (COUÉE et al., 2006). Além disso, os AST acumulados em excesso podem estar ligados com sintomas de estresse severo evidenciados pela clorose foliar, queda de folhas ou até mesmo a morte da planta, ocasionalmente observada vários meses após o anelamento (GOREN et al., 2003), exatamente o oposto dos efeitos benéficos descritos anteriormente (KOCH, 1996; NOCTOR & FOYER, 1998;

SMIRNOFF et al., 2001).

—————	T1 $Y = 328,684 + 0,118D - 0,0095D^2 + 4.10^{-5}D^3$ $R^2 = 0,60$
-----	T2 $Y = 344,4545$
-----	T3 $Y = 371,310 + 0,760D - 0,0001D^2 + 1.10^{-5}D^3$ $R^2 = 0,63$
-----	T4 $Y = 340,8500$
.....	T5 $Y = 337,999 + 0,156D - 0,0115D^2 + 5.10^{-5}D^3$ $R^2 = 0,52$
-----	T6 $Y = 342,1389$
-----	T7 $Y = 345,138 + 1,597D - 0,0079D^2 + 1.10^{-6}D^3$ $R^2 = 0,83$
-----	T8 $Y = 343,7188$
-----	T9 $Y = 323,733 + 0,604D - 0,0026D^2 + 3.10^{-5}D^3$ $R^2 = 0,62$

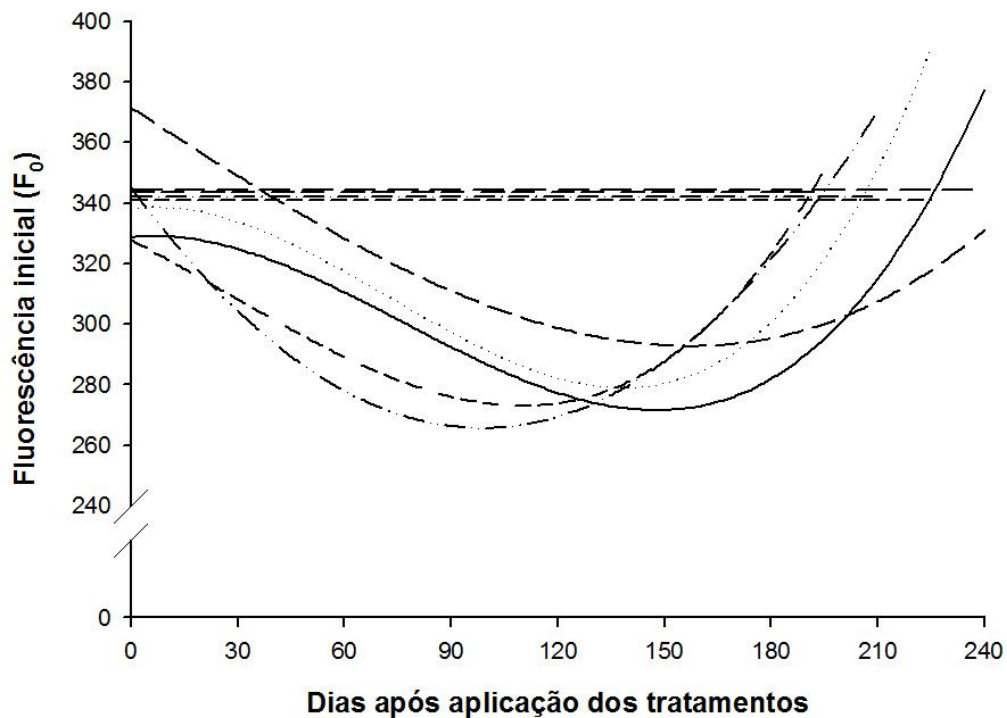


Figura 6 – Fluorescência inicial (F_0) em folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após aplicação, na safra de 2009.

A redução dos valores de F_0 das plantas incididas, e não alteração nas plantas aneladas na safra de 2009 (Figura 6) podem ser interpretados como indício de que estas estavam sob condições de estresse antes mesmo da montagem do experimento, e que com os tratos culturais aplicados (adubação equilibrada, irrigação, desbrotas), essa situação foi revertida nas plantas incididas em que os tratamentos não foram eficientes para causar acúmulo de carboidratos. Essa situação não ocorreu nas plantas aneladas

porque os tratamentos mantiveram e até aumentaram as concentrações de carboidratos, refletindo na manutenção de altos valores de F_0 .

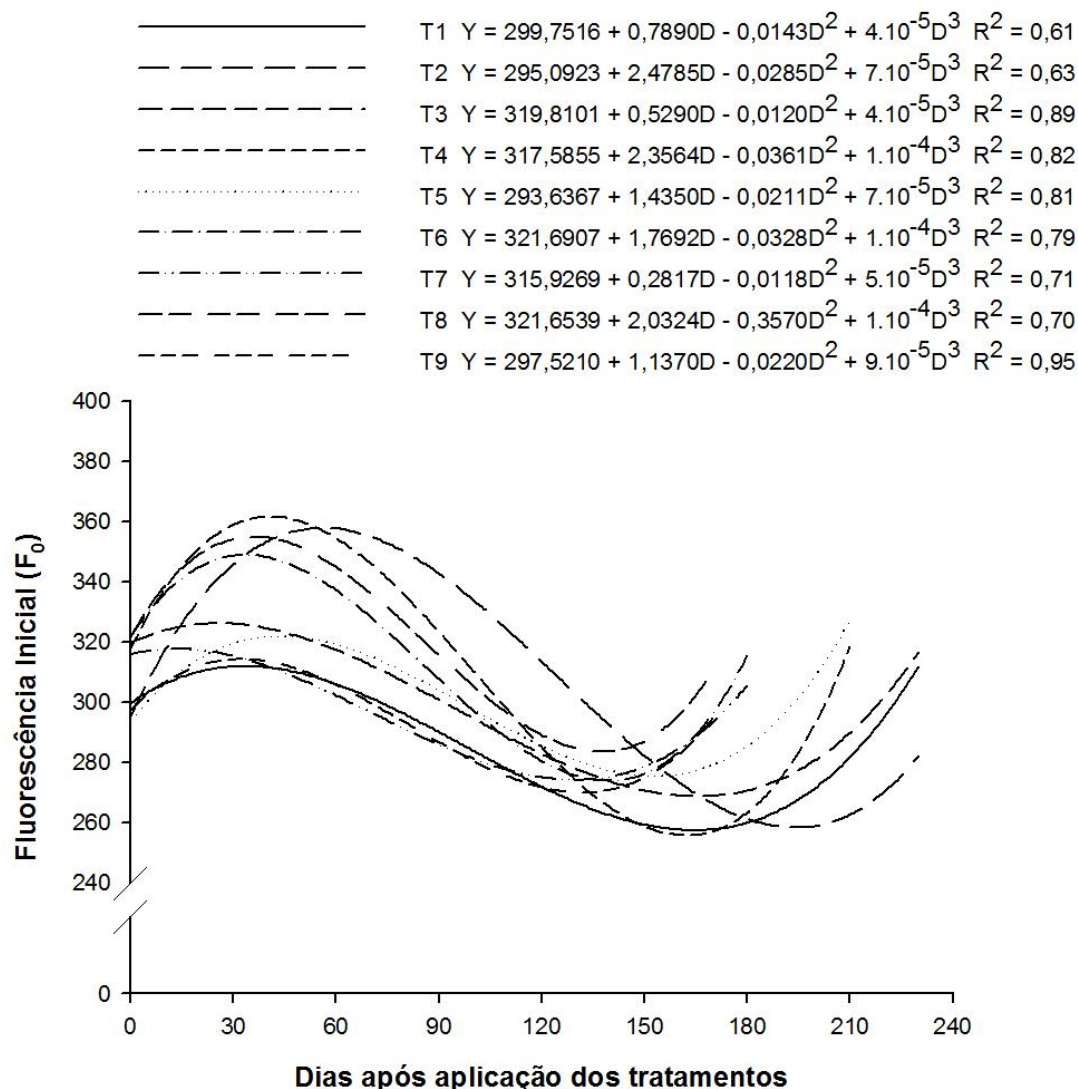


Figura 7 – Fluorescência inicial (F_0) em folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após aplicação, na safra de 2010.

A relação F_v/F_m representa a eficiência máxima que a luz absorvida pela antena do PSII é convertida em energia química (em condições adequadas, apresenta valores em torno de 0,80) e é um indicador da ocorrência de fotoinibição, quando plantas estão sujeitas a vários tipos de estresses (BAKER & ROSENQVIST, 2004; BAKER, 2008). Quando a disponibilidade de energia de excitação é superior à capacidade de

utilização na fotossíntese (reações bioquímicas), há fotoinibição, indicada por valores de F_v/F_m menores que 0,725 (CRITCHLEY, 1998).

A relação F_v/F_m foi diferente nas duas safras (Figuras 8 e 9). Em 2009, o anelamento não alterou a relação, porém os valores mantidos foram iguais ou inferiores a 0,77, abaixo do considerado adequado para plantas em condições ótimas (0,80). Essa relação nas plantas da testemunha e incindidas, a variação foi semelhante, inclusive com elevação dessa relação posteriormente ao início do experimento, que estavam também próximo a 0,77, atingindo valores máximos (0,82) por volta dos 90 – 120 dias, voltando a declinar e a serem semelhantes às plantas aneladas por volta dos 150 dias (Figura 8).

Em 2010, as plantas incindidas não apresentaram variação na relação F_v/F_m ao longo do tempo, semelhantemente à testemunha, e com valores superiores a 0,81. Por outro lado, houve redução da relação F_v/F_m nas plantas submetidas ao anelamento, partindo de valores próximos a 0,82 no início do experimento, e atingindo valores mínimos (0,78) por volta dos 50 - 70 dias, e retornando a serem semelhante a testemunha aos 160 – 180 dias (Figura 9).

Uma possível explicação para redução de F_0 e aumento na relação F_v/F_m nas plantas da testemunha e nas incindidas na safra de 2009, pode ser a melhoria no padrão nutricional, auxiliada pelo início do florescimento e crescimento dos frutos (GOLDSCHMIDT et al., 1985), que possibilitou imediata redistribuição de carboidratos, impedindo os danos causados pelo acúmulo de amido (URBAN & ALPHONSOUT, 2007).

Como mencionado anteriormente, essas alterações observadas na emissão da fluorescência da clorofila *a*, possivelmente foi reflexo do grande acúmulo de amido, em forma de grânulos nos tilacóides causada pelo anelamento. Esses grânulos possivelmente impediam o uso eficiente da energia luminosa e que levou a ocorrência de fotoinibição (SCHAFFER et al., 1986; BONDADA & SYVERTSEN, 2005; RIVAS et al., 2007; 2008). Aumento da fotoinibição foi encontrado quando a força de dreno estava baixa devido ao reduzido crescimento das plantas (BUWALDA & NOGA 1994; MYERS et al., 1999) e acúmulo de carboidratos (RODEN & BALL, 1996). Em alguns

casos esse efeito pode ser reversível, desde que a planta possua um sistema de fotoproteção eficiente, e que apresente respostas positivas para diluição do excesso dos carboidratos com crescimento vegetativo ou reprodutivo (URBAN & ALPHONSOUT, 2007). A cicatrização do anelamento e restabelecimento do fluxo de fotoassimilados no floema também devem ser considerados como um mecanismo de defesa da planta.

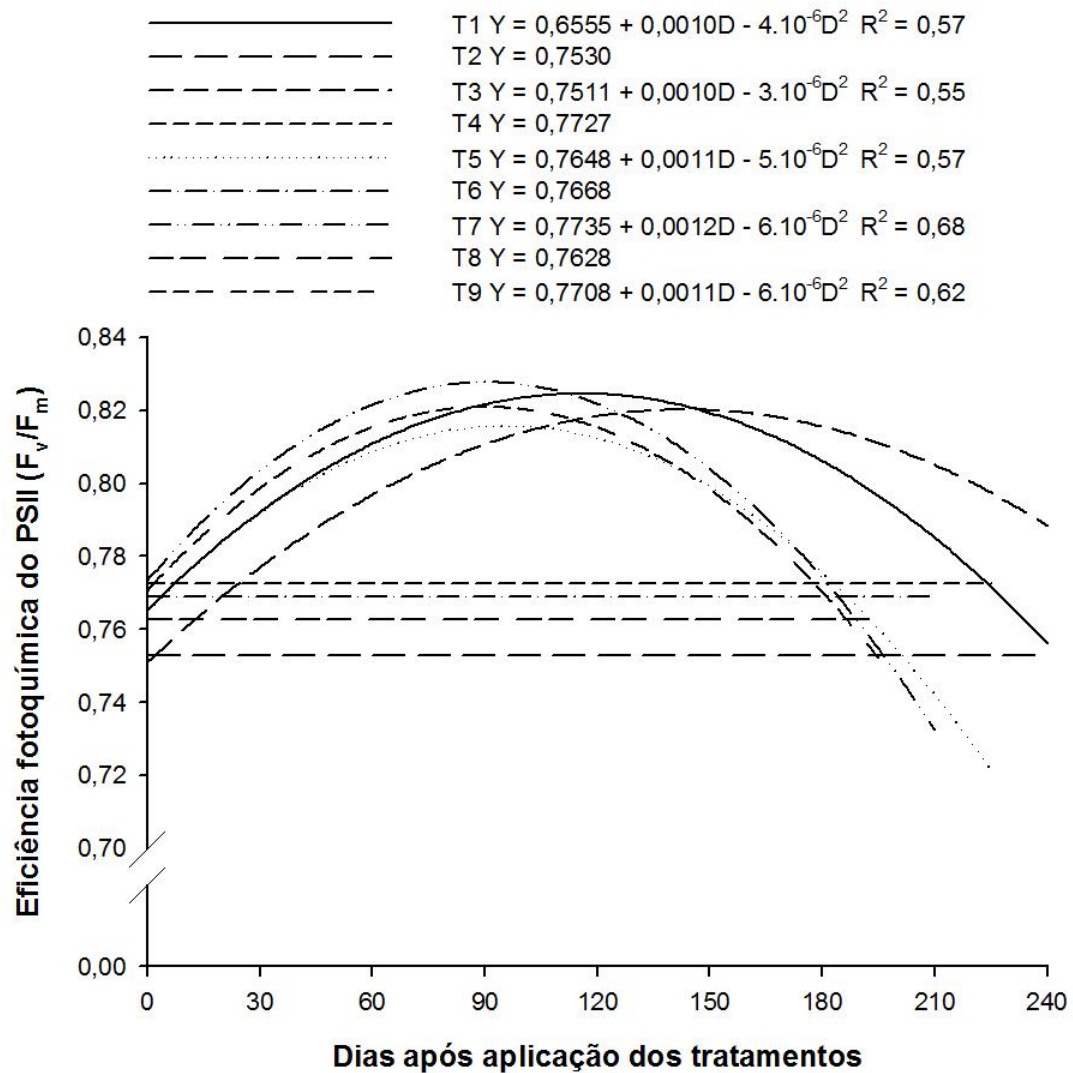


Figura 8 – Eficiência Fotoquímica Máxima do Fotossistema II (F_v/F_m) em folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após aplicação, na safra de 2009.

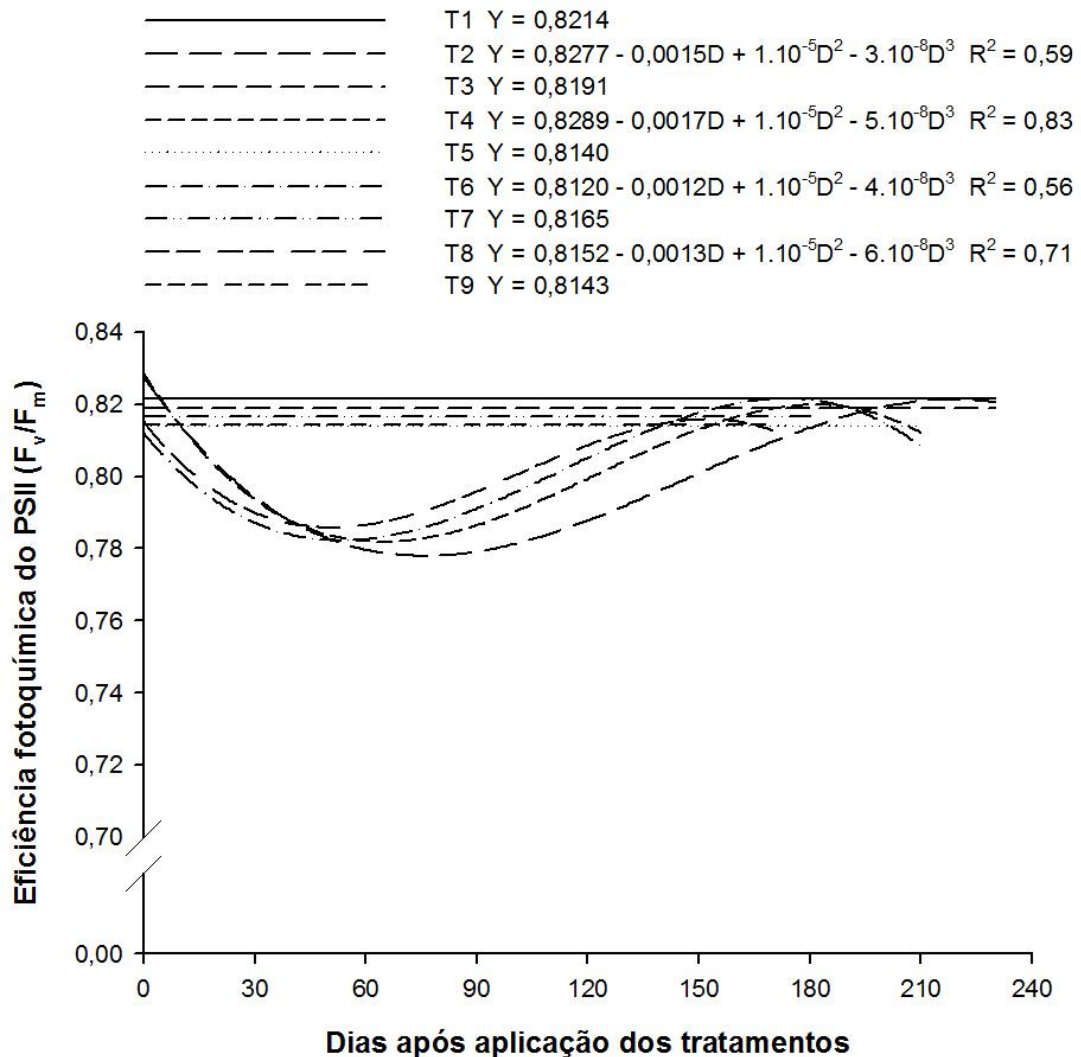


Figura 9 – Eficiência Fotoquímica Máxima do Fotossistema II (F_v/F_m) em folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após aplicação, na safra de 2010.

Em relação ao Índice SPAD, os resultados apresentaram tendências semelhantes nas duas safras (Figuras 10 e 11). Na safra de 2009, as plantas submetidas ao anelamento, independentemente da época de realização, apresentaram redução no índice, atingindo valores mínimos por volta dos 80-90 dias (Figura 10). Na safra de 2010, esses valores foram atingidos por volta dos 100-110 dias (Figura 11). Na safra de 2009 (Figura 10), os valores mínimos encontrados (48-53) foram inferiores aos encontrados em 2010 (64-66) (Figura 11). Em 2009 houve incremento dos valores do índice SPAD também nas plantas da testemunha. Tanto a demora para redução dos

índices SPAD nas plantas aneladas em 2010 (Figura 11), quanto ao incremento desses índices nas incindidas e testemunhas na safra de 2009 (Figura 10), podem ser reflexo da melhor nutrição do pomar após a instalação do experimento, e ao crescimento natural das plantas, pois estavam com apenas três anos no início da aplicação dos tratamentos.

Como o anelamento causa uma interrupção no transporte de fotoassimilados da parte aérea para as raízes, há redução de carboidratos no sistema radicular, que em anos de grande safra, devido à forte remobilização de reservas para os frutos em desenvolvimento, pode levar à mortalidade de raízes. Isso reduz a capacidade de absorção de nutrientes, refletindo em sintomas de deficiências nutricionais, principalmente daqueles absorvidos e exigidos em grandes quantidades (nitrogênio e potássio), condicionando a planta a um estado de esgotamento (FACHINELLO, 1986; LI et al., 2003; SIQUEIRA et al., 2004).

O anelamento dos ramos retardou o crescimento vegetativo das plantas de 'Tahiti' e também reduziu a intensidade de cor verde das folhas com consequente redução do índice SPAD (PEREIRA et al., 2010a). Nesse experimento foram obtidos resultados semelhantes, pois, na safra de 2009, as plantas aneladas emitiram um fluxo de crescimento a menos do que às plantas da testemunha e às incindidas (dados não apresentados). Em 2010, como as plantas estavam com porte maior, melhor nutridas, e o estresse evidenciado pelo anelamento foi inferior (maior F_v/F_m , menor F_0 e menor concentração de amido, dentre outras), não se observou redução do crescimento dessas plantas, comportando-se semelhantemente às incindidas e testemunha, apesar de evidenciarem redução no índice SPAD conforme descrito anteriormente.

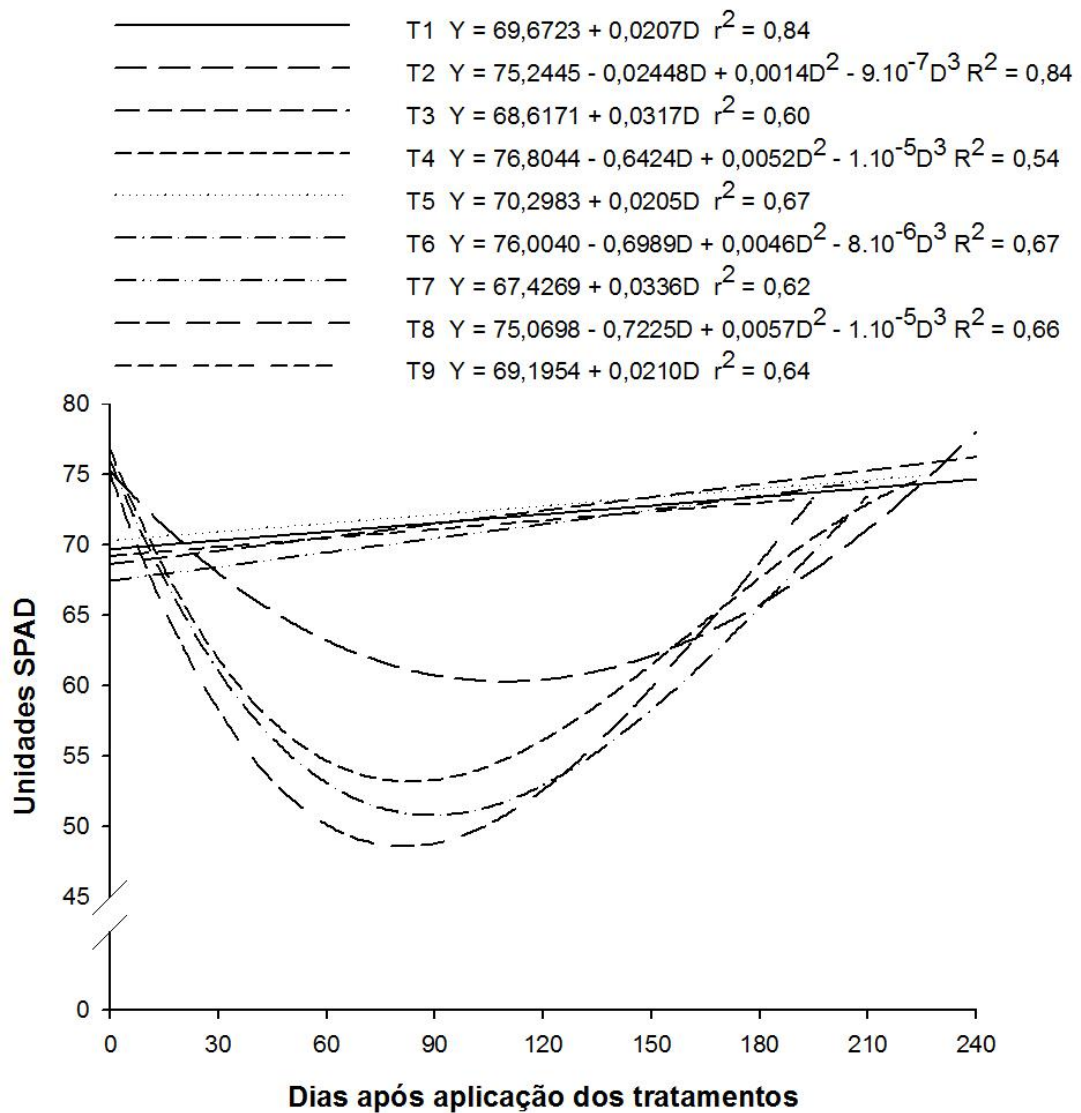


Figura 10 – Unidades Spad em folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após aplicação, na safra de 2009.

Esse amarelecimento na folha é um dos motivos preocupantes da adoção do anelamento como prática rotineira, pois significa redução na concentração de nitrogênio foliar, dentre outros nutrientes, o que pode contribuir para a redução da capacidade fotossintética em longo prazo, uma vez que o nitrogênio é integrante da molécula de clorofila (URBAN & ALPHONSOUT, 2007).

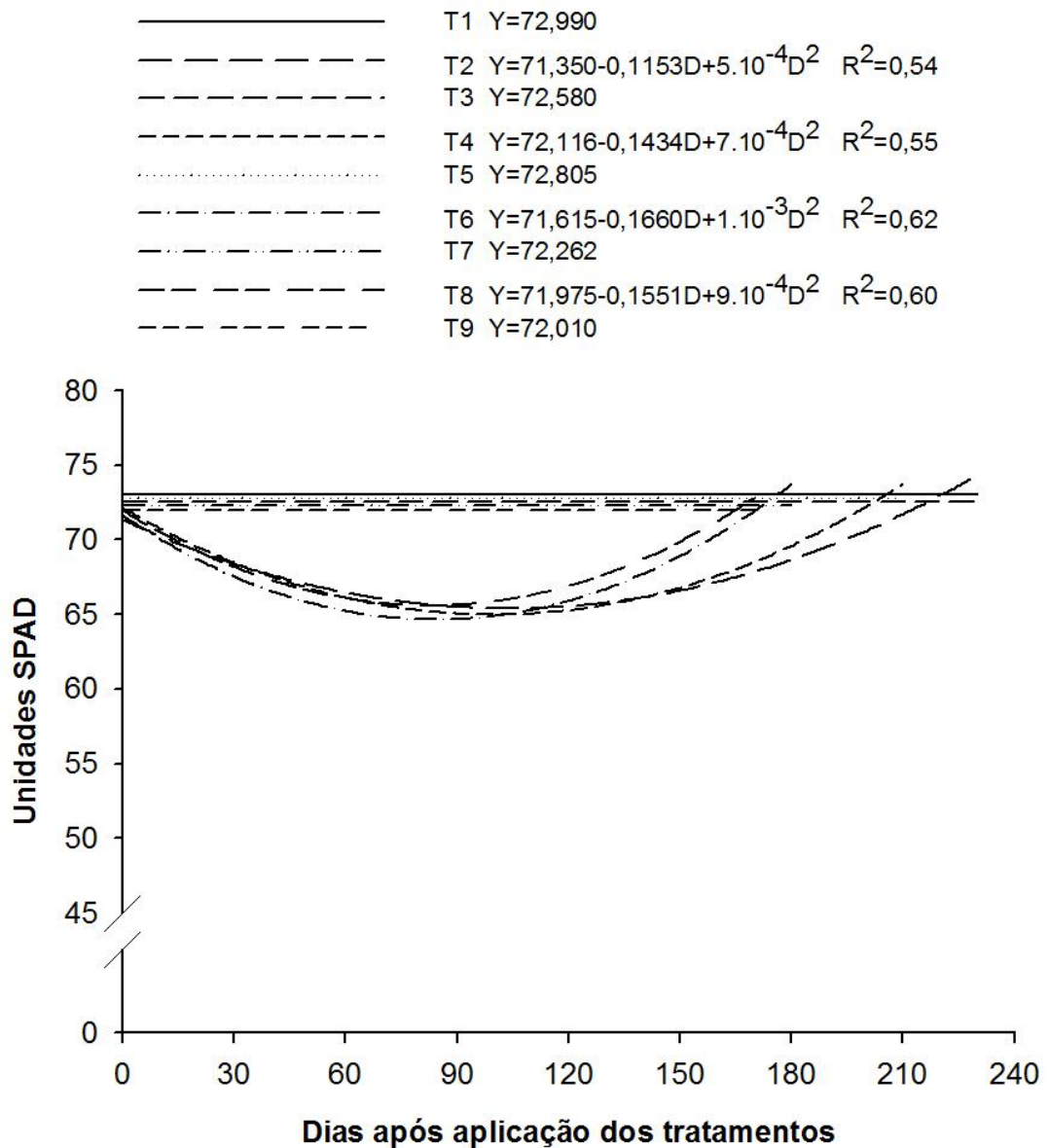


Figura 11 – Unidades Spad em folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após aplicação, nas safras de 2010.

Por outro lado, estudos recentes demonstraram que, com a redução do nitrogênio foliar, há aumento da produção de carotenoides e de ácido abscísico (ABA), mas não há degradação de clorofilas (RIVAS et al., 2011). Carotenoides são conhecidos por desempenhar um papel fundamental na proteção da clorofila em condições de estresse (KENNETH et al., 2000) reduzindo o dano fotooxidativo da maquinaria fotossintética (YOUNG, 1991), através do ciclo das xantofilas. ABA é um hormônio vegetal essencial

envolvido na resposta adaptativa de plantas a estresses ambientais, acumulando nos tecidos submetidas à seca, salinidade e frio (ZHU, 2002). Além disso, danos mecânicos podem desencadear respostas local e sistêmica em toda a planta, requerendo a produção de ABA para a sua sinalização (HERDE et al., 1999). Portanto, o ABA pode atuar como molécula sinalizadora operando durante a injúria do anelamento e perturbação aos tilacóides causados pelo acúmulo de amido (SCHAFFER et al., 1986; BONDADA & SYVERTSEN, 2005; RIVAS et al., 2007; 2008) e possivelmente ativando o ciclo das xantofilas (IVANOV et al., 1995; HERDE et al., 1999).

CONCLUSÕES

O anelamento de ramos, independente da época de realização, aumentou a concentração de amido e açúcares solúveis totais em folhas de limeira ácida 'Tahiti'.

O aumento nos teores de carboidratos provocados pelo anelamento de ramos proporcionou alterações diferenciadas na fluorescência da clorofila *a* em folhas de limeira ácida 'Tahiti' nas duas safras. Em 2009, o anelamento não alterou F_0 e a relação F_v/F_m . Em 2010, o anelamento proporcionou aumentos de F_0 e a redução na relação F_v/F_m .

O anelamento de ramos provocou redução do índice Spad em folhas de limeira ácida 'Tahiti', atingindo valores mínimos por volta dos 80-90 dias em 2009 e aos 100-110 dias em 2010.

Ao contrário do anelamento, a incisão anelar foi pouco efetiva em alterar as características avaliadas, e as respostas obtidas foram na maioria das vezes semelhantes aquelas observadas nas plantas da testemunha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTÍ, A.; ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura**. Barcelona: Aedos, 1991. 166p.

AGUSTÍ, M. Floración y frutificación de los cítricos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA - I. PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS CÍTRICOS, 1., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FAPESP, 1999. p.161-185, 187-219.

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V.; ASNAR, M. Rayado y tamaño final del fruto en los agrios. **Actas de Horticultura**, v.6, p.101-106, 1990.

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V.; AZNAR, M.; JUAN, M.; ERES, V. **Desarrollo y tamaño final del fruto en los agrios**. València: Generalitat Valenciana, 1995. 80p.

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V.; PONS, J. Rayado y tamaño final del fruto en el mandarino Satsuma (*Citrus unshiu*, Marc) **Agrícola Vergel**, v.90, p.321-323, 1989.

AGUSTÍ, M.; ANDREU, I.; JUAN, M.; ALMELA, V.; ZACARIAS, L. Effects of ringing branches on fruit size and maturity of peach and nectarine cultivars. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Valencia, v.73, n.4, p.537-540, 1998.

ALMELA, V.; AGUSTÍ, M.; GUARDIOLA, J.L. **Desarrollo del fruto en el mandarino 'Satsuma'**. I Congreso Nacional. Anexo Resúmenes. Valencia, 1983. pp. 2.

BAKER, N.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v.55, p.1607-1621, 2004.

BAKER, N.R. Chlorophyll fluorescence a probe of photosynthesis in vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.89-113, 2008.

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.

BONDADA, B.R.; SYVERTSEN, J.P. Concurrent changes in net CO₂ Assimilation and chloroplast ultrastructure in nitrogen deficient citrus leaves. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v.54, n.1, p.41-48, 2005.

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

BUWALDA, J.; NOGA, G. Intra-plant differences in leaf chlorophyll fluorescence in perennial fruiting plants. **New Zealand Horticultural Science**, v.22, p.373–380, 1994.

COHEN, A. Citrus fruit enlargement by means of summer girdling. **Journal of Horticultural Science**, v.59, n.12, p.119-125, 1984b.

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

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

COUÉE, I.; SULMON, C.; GOUESBET, G.; EI AMRANI, A. Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.57, p.449–459, 2006.

CRITCHLEY, C. Photoinhibition. In: RAGHAVENDRA, A.S. **Photosynthesis: a comprehensive treatise**. Cambridge: Cambridge University Press. 1998. chap. 20, p.64-272.

DAVIES, F.S.; ALBRIGO, L.G. **Citrus**. Wallingford: CAB International, 1994. 254p.

DI VAIO, C.; PETITO, A.; BUCCHERI, M. Effect of girdling on gas exchanges and leaf mineral content in the "Independence" nectarine. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, p.1047–1060, 2001.

DRAKE, B.G.; GONZALES-MELER, M.; LONG, S.P. More efficient plants: a consequence of rising atmospheric CO₂? **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.48, p.609–639, 1997.

FACHINELLO, J.C. **Efeitos morfo-fisiológicos do anelamento no enraizamento de estacas lenhosas de macieira cultivar Malling - Merton**. 1986. 106f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", SP.

FISCHLER, M.; SZIVOS, Y. Summer girdling of grapefruit trees in the inland valleys. **Hassadeh**, v.58, p.2266-2271, 1978.

GOLDSCHMIDT, E.E.; ASCHKENAZI, N.; HERZANO, Y.; SCHAFFER, A.A.; MONSELISE, S.P. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. **Scientia Horticulturae**, v. 26, p.159-166, 1985.

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

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

HALLIWELL, B. Oxidative damage, lipid peroxidation and antioxidant protection in chloroplast. **Chemistry and Physics of Lipids**, v.44, p.327–340, 1987.

HERDE, O.; PEÑA-CORTÉS, H.; FUSS, H.; WILLMITZER, L.; FISAHN, J. Effects of mechanical wounding, current application and heat treatment on chlorophyll fluorescence and pigment composition in tomato plants. **Physiologia Plantarum**, v.105, p.179–184, 1999.

HIPKINS, M.F.; BAKER, N.R. In: **Photosynthesis-energy transduction: a practical approach**. (eds.) HIPKINS, M.F.; BAKER, N.R. IRL Press, Oxford, 1986. 51.

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.

IGLESIAS, D.J.; TADEO, F.R.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Carbohydrate and ethylene levels related to fruitlet drop through abscission zone A in citrus. **Trees**, v.20, p.348–355, 2006.

IGLESIAS, D.J.; TADEO, F.R.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Fruit set dependence on carbohydrate availability in citrus trees. **Tree Physiology**, v.23 p.199–204, 2003.

IVANOV, A.G.; KROL, M.; MAXWELL, D.; HUNER, N.P.A. Abscisic acid induced protection against photoinhibition of PSII correlates with enhanced activity of the xanthophylls cycle. **FEBS Letters**, v.371, p.61–64, 1995.

IWAHORI, S.; GARCÍA-LUIS, A.; SANTAMARINA, P.; MONERI, C.; GUARDIOLA, J. L. The influence of ringing on bud development and flowering in Satsuma mandarin. **Journal of Experimental Botany**, London, v.41, n.231, p.1341-1346, 1990.

KENNETH, E.; PALLET, K.E.; YOUNG, J.; Carotenoids. In: RUTH, G.A.; HESS, J.L. (EDS.). **Antioxidants in Higher Plants**. CRC Press, USA, 2000, p.60–81.

KOCH, K.E. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.47, p.509–540, 1996.

KRAPP, A.; STITT, M. An evaluation of direct and indirect mechanisms for the “sink-regulation” of photosynthesis in spinach: Changes in gas exchanges, carbohydrates, metabolites, enzyme activities and steady-state transcript levels after cold-girdling source leaves. **Planta**, v.195, p.313–323, 1995.

KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.42, p.313-349, 1991.

LEWIS, L.N.; McCARTY, C.D. Pruning and girdling of citrus, In: W. Reuther (ed.). **The citrus industry**. Univ. of California, Berkeley. v.3. p.211–229, 1973.

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.

LU, P.; CHACKO, E.K. Evaluation of Granier’s sap flow meter in mango (*Mangifera indica* L.) trees. **Agronomy**, v.18, p.461–471, 1998.

MAHOUACHI, J.; IGLESIAS, D.J.; AGUSTÍ, M.; TALON, M. Delay of early fruitlet abscission by branch girdling in citrus coincides with previous increases in carbohydrate and gibberellin concentrations. **Plant Growth Regulation**, v.58, p.15–23, 2009.

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.

MATHIS, P.; PAILLOTIN, G. In: **The biochemistry of plants**. (eds.) HATCH, M.D.; BOARDMAN, N.K. Academic Press, New York, 1981. 97.

MATILE, R., HÖRTENSTEINER, S., THOMAS, H., Chlorophyll degradation. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.50, p.67–95, 1999.

MEHOUACHI, J.; SERNA, D.; ZARAGOZA, S.; AGUSTÍ, M.; TALON, M.; PRIMO-MILLO, E. Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruits and woody tissues of *Citrus unshiu*. **Plant Science**, v.107, p.189–197, 1995.

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.

MERZLYAK, M.N.; HENDRY, G.A.F. Free radical metabolism, pigment degradation and lipid peroxidation in leaves during senescence. **Proceedings of the Royal Society of Edinburgh**, v.102B, p.459–471, 1994.

MITTLER, R.; VANDERAUWERA, S.; GOLLERY, M.; VAN BREUSEGEM, F.; Reactive oxygen gene network of plants. **Trends in Plant Science**, v.9, p.490-498, 2004.

MYERS, D. THOMAS, R.; LUCIA, E. Photosynthetic capacity of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) trees during the first year of carbon dioxide enrichment in a forest ecosystem. **Plant Cell Environment**, v.22, p.473–481, 1999.

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.

NOCTOR, G.; FOYER, C. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.49, p.249-279, 1998.

NOEL, A.R.A. The girdled tree. **Botany Reviews**, v.36, p.162–193, 1970.

PATH, J.; EFTER, M. Timing the girdling of Shamouti oranges trees. **Hassadeh**, v.51, p.1421-1422, 1971.

PEREIRA, C.S. **Pegamento de frutos e teores de carboidratos nas folhas de limeiras ácidas 'Tahiti' aneladas e tratadas com ácido giberélico**. 2008. 94p. Tese (Doutorado) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

PEREIRA, C.S.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; CECOM, P.R.; SANTOS, D. Teores de carboidratos nas folhas e produção de limeiras ácidas 'Tahiti' aneladas e tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.706-712, 2011.

PEREIRA, C.S.; SIQUEIRA, D.L.; SANTOS, D.; SALOMÃO, L.C.C.; CECOM, P.R. Crescimento vegetativo e intensidade de cor verde das folhas de limeira ácida 'Tahiti' anelada e tratada com ácido giberélico. **Ciência Rural**, v.40, p.1916-1921, 2010a.

PEREIRA, C.S.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; CECOM, P.R. Fixação de frutos de limeiras ácidas 'Tahiti' aneladas e tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.1238-1243, 2010b.

QUAGGIO, J.A.; MATTOS JUNIOR, D.; CATARELLA, H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.;

PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Org.). **Citros**. 1.ed. Campinas: Instituto Agronômico: Fapesp, 2005. v.1, p.484-507.

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

RIVAS, F.; FORNES, F.; AGUSTÍ, A. Girdling induces oxidative damage and triggers enzymatic and non-enzymatic antioxidative defences in *Citrus* leaves. **Environmental and Experimental Botany**, v.64, p.256–263, 2008.

RIVAS, F.; FORNES, F.; RODRIGO, M.J.; ZACARÍAS, L.; AGUSTÍ M. Changes in carotenoids and ABA content in *Citrus* leaves in response to girdling. **Scientia Horticulturae**, v.127, p.482–487, 2011.

RIVAS, F.; GRAVINA, A.; AGUSTÍ, M. Girdling effects on fruit set and quantum yield efficiency of PSII in two *Citrus* cultivars. **Tree Physiology**, v.27, p.527–535, 2007.

RIVAS, F.; MARTÍNEZ-FUENTES, A.; MESEJO, C.; REIG, C.; AGUSTÍ, M. Efecto hormonal y nutricional del anillado en frutos de diferentes tipos de brotes de cítricos. **Agrociencia**, v.14, p.8-14, 2010.

RODEN, J.S.; BALL, M.C. The effect of elevated [CO₂] on growth and photosynthesis of two *Eucalyptus* species exposed to high temperatures and water deficits. **Plant Physiology**, v.111, p.909–919, 1996.

ROPER, T.R.; WILLIAMS, L. Net CO₂ assimilation and carbohydrate partitioning of grapevine leaves in response to trunk girdling and gibberellic acid application. **Plant Physiology**, v.89, p.1136–1140, 1989.

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.

SCHAFFER, A.A.; LIU, K.C.; GOLDSCHMIDT, E.E.; BOYER, C.D.; GOREN, R. Citrus leaf chlorosis by sink removal: starch, nitrogen, and chloroplast ultrastructure. **Journal of Plant Physiology**, v.124, p.111–121, 1986.

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

SIMÕES JÚNIOR, A.R.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; ARAÚJO, P.S.R.; PIEDADE, S.M.S; JACOMINO, Â.P. Avaliação de frutos de laranjeira 'Pera' em função dos anelamentos de ramos em diferentes épocas. **Scientia Agricola**, v.56, p.529-535. 1999.

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.

SMIRNOFF, N.; CONKLIN, P.L.; LOEWUS, F.A. Biosynthesis of ascorbic acid in plants: a renaissance. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.52, p.437-467, 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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ª edição. Ed. Artmed: Porto Alegre, 2009, 819p.

THOMAS, B.R.; RODRIGUEZ, R.L. Metabolite signals regulate gene expression and source/sink relations in cereal seedlings. **Plant Physiology**, v.106, p.1235-1239, 1994.

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.

URBAN, L.; ALPHONSOUT, L. Girdling decreases photosynthetic electron fluxes and induces sustained photoprotection in mango leaves. **Tree Physiology**, v.27, p.345-352, 2007.

WILLIAMS, L.E.; RETZLAFF, W.A.; YANG, W.; 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, p.49–54, 2000.

WINGLER, A.; MASÈS, M.; POURTAU, N. Spatial patterns and metabolic regulation of photosynthetic parameters during leaf senescence. **New Phytologist**, v.161, p.781–789, 2004.

YOUNG, A.J. The protective role of carotenoids in higher plants. **Physiologia Plantarum**, v.83, p.702–708, 1991.

ZHOU, R.; QUEBEDEAUX, B. Changes in photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature apple leaves in response to whole plant source-sink manipulation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.128, p.113–119, 2003.

ZHU, J.K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review Plant Biology**, v.53, p.247–273, 2002.

ARTIGO 2

Queda de estruturas florais e produção de limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos

RESUMO - Na limeira ácida 'Tahiti', a abscisão de flores e frutos é mais acentuada do que nos cultivares com sementes, devido à baixa produção de giberelinas. O pegamento final de frutos nesse cultivar é inferior a 2%. A fixação de frutos e a produção podem se aumentadas com o anelamento ou a incisão anelar de ramos. Ambos interrompem o transporte via floema, favorecendo o acúmulo de carboidratos acima da região anelada ou incidida, aumentando a disponibilidade para o crescimento dos frutos. Nesse trabalho objetivou-se estudar as diferenças entre o uso do anelamento e da incisão anelar realizada em diferentes épocas sobre o florescimento, o ritmo de queda de estruturas florais, a fixação e a qualidade de frutos na limeira ácida 'Tahiti' em duas safras consecutivas. Foram estudadas quatro épocas de realização de anelamento e incisão anelar, 30/06, 15/07, 30/07 e 14/08 de 2009, e 15/06, 05/07, 25/07 e 14/08 de 2010, sendo o tratamento adicional, a testemunha. Foram avaliadas as estruturas florais abscindidas (EFA), classificadas como botões florais abscindidos (BFA), flores abscindidas (FA) e frutos abscindidos (FTA). Ao final da colheita foram determinados o número de flores produzidas (FP), o percentual de pegamento de frutos (PPF), o número de frutos produzidos (NFP), a produção por planta (PPP), a massa média dos frutos (MMF) e o diâmetro médio dos frutos (DMF). O anelamento e a incisão anelar de ramos, independentemente de safra e época de aplicação, não alteraram as épocas de florescimento, o ritmo da queda das estruturas florais e colheita dos frutos, em ambas as safras. O PPF, NFP e PPP das plantas que receberam anelamento foram superiores em relação à testemunha, enquanto MMF e DMF foram inferiores. As plantas submetidas à incisão anelar não apresentaram diferenças em relação à testemunha, para essas mesmas características, nas duas safras avaliadas. Independentemente da época de realização, as duas características que foram alteradas em 2009 foram o número de brotos emitidos abaixo do ponto de interrupção do

floema, e o PPF, sendo a primeira característica 56,25, e a segunda, 3,19 vezes maior nas plantas aneladas em relação às incindidas. Observou-se também que o anelamento causou menor abscisão de estruturas florais em forma de flores (FA) (43% de redução). Essa redução foi responsável pelo maior PPF (aumento de 117%), NFP (aumento de 117%) e PPP (aumento de 84%) em relação às plantas incindidas. Porém, com o aumento de retenção de frutos na planta, houve redução de 12% na MMF. Os valores das medidas do crescimento dos frutos, tanto na safra de 2009 quanto a de 2010 ajustaram-se a uma curva sigmoideal e os tratamentos não alteraram o padrão de crescimento.

Palavras-chave: *Citrus latifolia* Tan.; florescimento; fixação de frutos; interrupção do floema.

INTRODUÇÃO

Durante o processo de frutificação dos *Citrus* ocorre forte competição por carboidratos entre frutos e o crescimento vegetativo. Quando o florescimento é muito intenso, os teores de carboidratos nos tecidos diminuem, havendo um comando interno, possivelmente hormonal, que aciona o processo de abscisão, equilibrando a disponibilidade de carboidratos e o número de frutos que irão chegar à colheita (RIVAS et al., 2006; 2010).

No caso da limeira ácida 'Tahiti', a abscisão de flores e frutos é mais acentuada do que nos cultivares com sementes, devido à baixa produção de giberelinas (MONSELISE, 1978). A giberelina é um biorregulador sintetizado também nas sementes em formação que atua promovendo divisões celulares e aumentando a elasticidade das paredes, o que, conseqüentemente, resulta em maior fluxo de metabólicos para os frutos (aumento da força de dreno), evitando dessa forma a abscisão (TALON et al., 1998; MAHOUACHI et al., 2009).

O pegamento final de frutos nesse cultivar geralmente é inferior a 2% (SPÓSITO, 2003), enquanto valores de até 20% são encontrados em cultivares como a tangerina 'Satsuma' (ALMELA et al., 1983). PEREIRA et

al. (2010), quantificaram pegamento médio de frutos em plantas jovens de 'Tahiti' de 4,89%.

Existe forte relação entre a disponibilidade de carboidratos para o crescimento dos frutos e a probabilidade de abscisão (IGLESIAS et al., 2003; 2006). Esse fato também foi descrito para outras espécies e é apoiado por estudos sobre translocação de metabólitos marcados com ^{14}C , abscisão dos frutos e manipulação da proporção de folhas e frutos (DOWNTON et al., 1987; ATKINSON et al., 2002; BLANUSA et al., 2006).

A fixação de frutos e a produção podem se aumentadas com o anelamento ou a incisão anelar de ramos. Ambas interrompem o transporte via floema, favorecendo o acúmulo de carboidratos em folhas e ramos acima da região anelada ou incidida, aumentando sua disponibilidade para o crescimento dos frutos (COHEN, 1981; IWAHORI et al., 1990; SARTORI & ILHA, 2005; RIVAS et al., 2006; 2007). Essa prática 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). Além do acúmulo de carboidratos, também há o acúmulo de fitorreguladores (auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico) e de outros metabólitos como aminoácidos (CUTTING & LINE, 1993; XIANJUN et al., 1999; MAHOUACHI, et al., 2009; RIVAS et al., 2010).

Na citricultura, o anelamento de ramos é importante porque influencia o crescimento e o comportamento reprodutivo da maioria das espécies do gênero *Citrus*, sendo usado efetivamente para aumentar a floração, melhorar a frutificação e aumentar o tamanho dos frutos (GOREN et al., 2003). Porém, pode causar efeitos distintos nas árvores, quando realizado em diferentes épocas do ano. No outono, aumenta a iniciação e diferenciação em gemas florais, conseqüentemente aumentando o florescimento na primavera seguinte. Quando realizado em pleno florescimento, reduz a queda de flores e frutos jovens, e quando realizado na primavera, aumenta levemente a quantidade de frutos retidos nas árvores, reduzindo o tamanho (PATH & EFTER, 1971; COHEN, 1984b). Em contrapartida, o aumento no tamanho dos frutos causado pelo anelamento durante o verão já foi

estabelecido para alguns cultivares de citros (FISCHLER & SZIVOS, 1978; COHEN, 1984a; SIMÕES JÚNIOR, et al., 1999). Como observado, os cultivares que permitem anelamentos em diferentes estações são de ciclo longo, considerados tardios, e pouco se sabe sobre o efeito de anelamento em diferentes épocas sobre o florescimento e frutificação da limeira ácida 'Tahiti'. É possível que ajustes na época da realização do anelamento sejam necessários, podendo resultar na antecipação da florada, aumento do florescimento, mesmo sem alterar o percentual de pegamento, ou aumento no pegamento de frutos sem alterar o florescimento.

De modo geral, a eficácia dessa técnica depende da época de sua realização, sendo mais adequada a que coincide com período de grande demanda de metabólitos para a fixação e início do crescimento dos frutos (AGUSTÍ et al., 1989, 1990; AGUSTÍ & ALMELA, 1991; MEHOUACHI et al., 1995). Tratamentos anteriores também retardam a abscisão dos frutos, porém estes não atingem a fase II de desenvolvimento, abscindindo posteriormente (AGUSTÍ, 1999). Apesar de que é possível se obter efeitos com anelamentos anteriores ao florescimento, considerando que é necessário um tempo médio de 15 dias para o início do acúmulo de carboidratos (AGUSTÍ, et al., 1997). PEREIRA et al. (2010) não verificaram diferenças no pegamento de frutos entre o anelamento realizado no início do florescimento e um mês após o início do florescimento.

Apesar de serem técnicas antigas (SCHNEIDER, 1989), pouco se sabe se a eficiência da incisão anelar é semelhante à do anelamento. É possível que dependa da espécie ou até mesmo do cultivar, da idade da planta e das condições ambientais da região. As pesquisas até então realizadas se resumem ao estudo de uma ou outra prática, mas sem a devida comparação e, às vezes, há confusão entre o significado dos termos. É comum o autor se referir ao anelamento e na descrição da metodologia, perceber-se claramente a aplicação de técnicas que pertencem à incisão anelar, e vice-versa.

Outra constatação diz respeito à espessura do anel removido. Também é comum a falta de padronização. RIVAS et al. (2010) referiram-se à remoção de um anel de casca de 1-2 mm, o que equivale a uma variação de

100%. Pode-se simplesmente considerar que 1 mm de espessura seria incisão anelar, e 2 mm seria anelamento.

AGUSTÍ et al. (1998) estudaram a diferença entre o uso de incisão anelar e anelamento em pêssegos e nectarinas e concluíram que a incisão apresentou vantagens por proporcionar maior agilidade de mão-de-obra, diminuindo os custos de produção, além de provocar menores danos às plantas por ocorrer cicatrização mais rápida dos tecidos lesionados. 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 em concentrações necessárias para aumentar o pegamento de frutos.

PEREIRA (2008) não verificou diferenças na produção de 'Tahiti' quando realizou incisão anelar em duas épocas, no início do florescimento e quando 80% das pétalas haviam caído, porém, quando utilizou o anelamento, a produção de frutos dobrou (PEREIRA et al., 2010, 2011).

No que diz respeito ao uso contínuo de anelamento ou incisão anelar em pomares comerciais, acredita-se que, quando feitos de forma adequada, podem ser repetidos durante vários anos, sem que sejam prejudiciais às plantas (GUARDIOLA, 1992).

OBJETIVOS

Verificar as diferenças entre o anelamento e a incisão anelar, realizados em diferentes épocas, sobre o florescimento, o ritmo de queda de estruturas florais, na fixação e na qualidade de frutos da limeira ácida 'Tahiti' em duas safras consecutivas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em propriedade particular localizada na latitude 20°46'20" Sul e na longitude 43°04'04" Oeste, na Violeira, Zona Rural do município de Viçosa. Utilizaram-se limeiras ácidas 'Tahiti' clone IAC-5 enxertadas sobre limoeiro 'Cravo', plantadas no espaçamento de 4 x 3 m, irrigadas por microaspersão e com idade de três anos quando iniciaram-

se os trabalhos. As plantas encontravam-se uniformes quanto ao porte, produção, sanidade e estado nutricional.

Para iniciar o experimento, foi coletada uma amostra de solo (0-20 cm), encaminhada ao laboratório, cujos resultados foram os seguintes:

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	CTC	V	m	B	Zn	Fe	Mn	MO
H ₂ O	(mg/dm ³)		(cmol _c /dm ³)			(cmol _c /dm ³)	(%)			(mg/dm ³)			dag/kg
5,0	3,0	47	0,8	0,3	1,2	6,83	18	50,0	0,2	1,0	81,8	16,5	1,9

O planejamento e as recomendações de calagem e adubação do pomar seguiram os critérios propostos por QUAGGIO et al. (2005).

O delineamento usado foi o de blocos ao acaso, com duas plantas por parcela, em esquema fatorial. O esquema fatorial foi composto por quatro épocas de realização e duas formas de interrupção do floema, sendo o tratamento adicional a testemunha, sem interrupção do floema. As duas formas de interrupção do floema foram o anelamento e incisão anelar, e as épocas de realização do anelamento e incisão anelar foram, 30/06, 15/07, 30/07 e 14/08 de 2009, e 15/06, 05/07, 25/07 e 14/08 de 2010. O critério para definição das datas foi o histórico de florescimento do 'Tahiti' na região, que ocorre entre os meses de julho e agosto.

O anelamento foi realizado em todos os ramos principais das plantas, 10 cm acima do ponto de ramificação do tronco, rompendo o floema em toda a sua circunferência, sem, no entanto, danificar o xilema. Foi realizado com um canivete de lâmina dupla que permitiu a retirada de um anel de casca de exatamente dois mm de espessura (Figura 1A).

A incisão anelar consistiu de um corte completo realizado com canivete de enxertia no córtex dos ramos principais, 10 cm acima do ponto de emissão das pernas, sem afetar o xilema e sem a retirada da casca (Figura 1B).

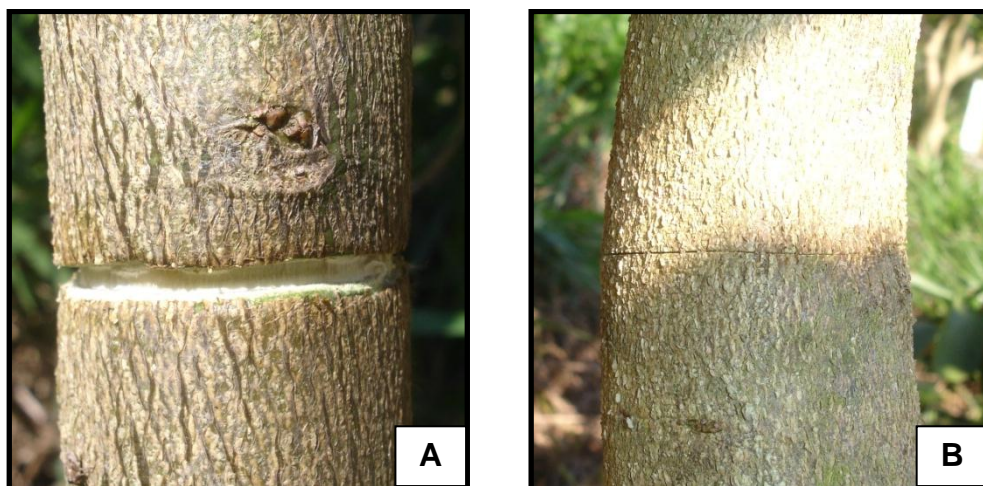


Figura 1 – Fotografias ilustrando o anelamento (A) e a incisão anelar (B) em ramos de limeira ácida ‘Tahiti’.

A cada 30 dias após a aplicação dos tratamentos, tanto na safra de 2009 quanto na de 2010, foram quantificados o número de brotos emitidos abaixo da região do anelamento ou incisão. Após a quantificação, os brotos foram retirados.

No início do florescimento, foram instaladas telas clarite sob a copa das plantas para coleta das estruturas florais abscindidas. Foram determinados, coletando-se a cada cinco dias, as flores e frutos que sofreram abscisão. Esses dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, por isso foram submetidos à análise descritiva.

Os órgãos que caíram foram classificados de acordo com o estágio no momento de abscisão, em botões florais, flores e frutos. Como botões florais, foram classificados os desprendidos antes da antese. Da antese até a queda das pétalas como flores e a partir desse ponto, como frutos.

Ao final do processo de abscisão foi determinado o número de órgãos desprendidos durante a floração que, somado ao número total de frutos colhidos ao final da colheita, possibilitaram o cálculo do número total de flores produzidas pela planta. Do mesmo modo, a divisão do número de frutos colhidos pelo somatório do número de estruturas florais produzidas com o de frutos colhidos, possibilitou a determinação do percentual de pegamento de frutos.

O crescimento dos frutos foi determinado medindo-se o diâmetro equatorial de doze frutos, três em cada quadrante, com paquímetro, tomando-se cuidado para não causar ferimentos, o que poderia resultar em prejuízos ao crescimento ou provocar a queda dos frutos. Em 2009 as avaliações foram realizadas de 15 em 15 dias, com início aos 15 dias após o pleno florescimento. Em 2010 as avaliações foram realizadas de 15 em 15 dias, com início no pleno florescimento (quando 80% das pétalas haviam sofrido abscisão).

Quando os frutos estavam no ponto de colheita adequado (teor de suco superior a 40% e casca lisa), a colheita foi efetuada separadamente por planta. Em relação à safra de 2009, a colheita foi realizada em três etapas, novembro, dezembro e janeiro, e na safra de 2010, em dezembro, janeiro e fevereiro. Em ambas as safras, as análises foram feitas usando o somatório das colheitas.

Ao final de cada safra, somou-se o número de frutos colhidos, para obtenção do total de frutos. Também foi obtida a massa dos frutos, após pesagem em balança Filizola BP. A massa média dos frutos foi obtida pela divisão da massa total dos frutos pelo número de frutos colhidos. No momento da colheita foram medidos os diâmetros equatoriais de todos os frutos, que foram usados para o cálculo do diâmetro médio.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se os níveis de significância de 1 e 5% de probabilidade para o teste F. As médias foram comparados entre si pelo teste de Tukey, e a média de cada tratamento foi comparado com a da testemunha pelo teste de Dunnett, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O anelamento e a incisão anelar de ramos, independente de safra e época de aplicação, não alteraram a época do florescimento e colheita dos frutos. Em 2009, o pleno florescimento aconteceu na semana do dia 30/07, coincidindo com a terceira época de aplicação dos tratamentos. Porém, em 2010, o pleno florescimento ocorreu na semana do dia 02/09, praticamente 20 dias após a aplicação do último tratamento.

Em relação à safra de 2009, a colheita foi realizada em três etapas, novembro, dezembro e janeiro, e na safra de 2010, em dezembro, janeiro e fevereiro, sem serem alteradas pelos tratamentos.

Uma das explicações para ausência de alteração da época e intensidade do florescimento pode ter sido a época de aplicação dos tratamentos, próximo à florada, quando esta se encontrava determinada. Se efetuado com antecedência, poderia interferir na diferenciação das gemas e assim aumentar o florescimento (COHEN, 1981).

Na safra de 2009, a queda de estruturas florais (somatório de botões florais, flores e frutos), avaliada até os 30 dias após o início do florescimento, variou de 25 a 50% do total de estruturas que caíram durante todo o período avaliado. Dos 30 aos 60 dias, o valor médio da queda foi próximo de 50%, e dos 60 aos 90 dias, a queda ficou em torno de 10 a 15% (Figura 2A).

Na safra de 2010, a queda de estruturas florais até os 30 dias após o início do florescimento, ficou em torno de 20% do total, dos 30 aos 60 dias, entre 60 e 70%, e dos 60 aos 105 dias, em torno de 10 a 15% (Figura 2B).

O número de flores produzidas em 2010 foi 6,64 vezes superior ao produzido em 2009 (tabelas 2 e 4), e contrariamente ao que afirmou GUARDIOLA (1992), no ano de menor florescimento, a queda de estruturas florais se concentrou próximo à antese. Nesse caso a explicação pode ser apoiada nas condições nutricionais deficientes do pomar na safra de 2009, que condicionou maior florescimento em inflorescências sem folhas (dados não apresentados), reconhecidamente como sendo aquela que proporciona maior queda de estruturas florais próximos à antese (antes dos 30 dias após a antese), e menor pegamento de frutos (GOLDSCHMIDT, 1999; RUIZ et al., 2001). Durante e após a safra de 2009, as plantas foram submetidas a um melhor manejo nutricional, resultando em maior desenvolvimento das plantas e emissão de maior número de inflorescências mistas na safra de 2010, causando maior concentração da queda das estruturas florais entre os 30 e 60 dias, e não próximo à antese (Figuras 2A e 2B).

Em citros, de modo geral, essa abscisão de frutos jovens (de 6 a 8 semanas após a antese) é natural (DAVIES & ALBRIGO, 1994). Em 'Tahiti', como se trata de um cultivar precoce, a queda de estruturas florais ocorre

até por volta dos 60 dias após a antese, informação verificada nos dois anos de pesquisa e confirmada por outros autores (SILVA et al., 2006; PEREIRA et al., 2010). Para esse experimento, independentemente da safra e dos tratamentos, até os 60 dias após a antese, 80-85% das estruturas florais haviam sofrido abscisão (Figuras 2A e 2B).

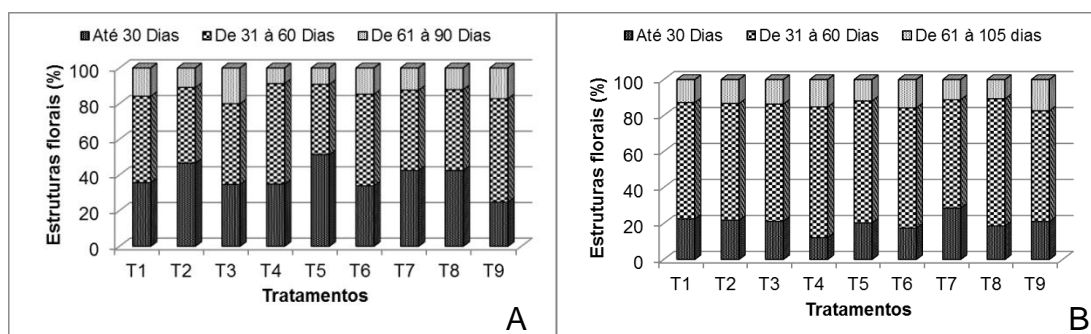


Figura 2 - Percentual acumulado de estruturas florais abscindidas em limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas ao anelamento e à incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes nas safras de 2009 (A) e 2010 (B).

O bloqueio do fluxo de fotoassimilados provocado pelo corte do floema foi responsável pelo surgimento de brotações vegetativas abaixo da região anelada ou incindida. Em 2009, observou-se que o anelamento, independentemente da época de realização, resultou em grande número de brotos, que diferiu estatisticamente da testemunha (Tabela 1).

Na safra de 2010, apenas houve diferenças em relação à emissão de brotos entre as plantas aneladas nos dias 15/06 e 25/07 e a testemunha (Tabela 3). Nas demais épocas de anelamento, também houve emissão de brotações, porém não apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha.

É possível que o surgimento de brotações abaixo da região de interrupção seja devido à eliminação da dominância apical da planta. Com a interrupção do floema, não mais houve transporte basípeta de auxinas que são produzidas nos ápices caulinares. Por outro lado, teoricamente, não houve alteração na concentração de citocininas que são produzidas nos ápices radiculares e transportadas pelo xilema via acrópeta. Porém, provavelmente houve redução na relação auxina/citocininas nas gemas

adventícias, estimulando a emissão de brotos adventícios (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Tabela 1 - Valores médios de número de brotos por planta (BRT), botões florais abscindidos (BFA - nº/planta), flores abscindidas (FA - nº/planta), frutos abscindidos (FTA - nº/planta) e estruturas florais abscindidas (EFA - nº/planta) em limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas a diferentes épocas de anelamento e incisão anelar de ramos em relação à testemunha (sem anelamento e incisão) na safra de 2009.

ÉPOCA	INTERRUPÇÃO	BRT	BFA	FA	FTA	EFA
30 jun	Anelamento	24,25*	38,25	130,75	914,50	1083,50
	Incisão	1,25	21,25	76,75	1043,25	1141,25
15 jul	Anelamento	19,75*	21,50	82,75	1214,00	1318,25
	Incisão	0,00	36,50	157,25	1388,00	1581,75
30 jul	Anelamento	25,50*	37,50	133,50	1400,50	1571,50
	Incisão	0,00	24,75	144,00	2070,75	2239,50
14 ago	Anelamento	29,50*	19,00	116,75	1024,75	1160,50
	Incisão	0,50	9,25	81,25	660,75	751,25
	Testemunha	0,00	19,50	167,00	935,5	1122,00
CV (%)		37,08	85,34	59,51	47,02	44,69

* As médias com asteriscos na coluna diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de DUNNETT.

Essas diferenças ocorridas entre a safra de 2009 e 2010 podem ser atribuídas ao crescimento das plantas de um ano para outro. O efeito do anelamento pode ser mais prolongado em plantas menores ou menos vigorosas. Plantas com três anos apresentam ramos mais finos, e que por isso, a capacidade de regeneração de tecidos é inferior se comparado a plantas de quatro anos, uma vez que foi mantida a mesma espessura de anel de casca retirada.

O anelamento e a incisão, aplicados em diferentes épocas, não alteraram o número de botões florais abscindidos (BFA), flores abscindidas (FA), frutos abscindidos (FTA), estruturas florais abscindidas (EFA) e o número de flores produzidas (FP) em relação à testemunha nas safras de 2009 e 2010 (Tabelas 1, 2, 3 e 4). Essas são características naturalmente variáveis de uma planta para outra, principalmente em plantas jovens. Comparando as duas safras, observou-se que em 2010 o número de flores produzidas foi 6,64 vezes superior ao de 2009, reflexo do desenvolvimento

das plantas de um ano para o outro, e da melhor nutrição recebida nesse período.

Tabela 2 - Valores médios de número de flores produzidas (FP); percentual de pegamento de frutos (PPF - %); número de frutos produzidos (NFP - nº/planta); produção por planta (PPP – kg/planta); massa média dos frutos (MMF – g/fruto); diâmetro médio dos frutos (DMF – mm/fruto) de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas a diferentes épocas de anelamento e incisão anelar de ramos em relação à testemunha (sem anelamento e incisão) na safra de 2009.

ÉPOCA	INTERRUPÇÃO	FP	PPF	NFP	PPP	MMF	DMF
30 jun	Anelamento	1256,75	14,43*	173,25*	13,94*	79,11*	51,53
	Incisão	1183,25	3,22	42,00	3,55	87,54	52,46
15 jul	Anelamento	1464,25	10,50	146,00*	11,20*	76,26*	51,05
	Incisão	1686,00	6,82	104,25	9,00	86,49	52,32
30 jul	Anelamento	1710,00	10,31	138,50*	11,03*	79,62	50,83
	Incisão	2256,75	1,04	17,25	1,47	81,23	50,14
14 ago	Anelamento	1429,00	19,90*	268,50*	22,60*	84,06	51,23
	Incisão	791,75	6,21	40,50	3,20	80,95	50,45
	Testemunha	1152,25	3,49	30,25	2,65	86,54	51,74
CV (%)		41,46	50,52	46,96	48,80	5,02	2,26

* As médias com asteriscos na coluna diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de DUNNETT.

O percentual de pegamento de frutos (PPF), número de frutos produzidos (NFP), produção por planta (PPP), massa média dos frutos (MMF) e diâmetro médio dos frutos (DMF) das plantas que receberam anelamento, em geral foram diferentes em relação à testemunha, enquanto que as plantas submetidas à incisão anelar não apresentaram diferenças para essas mesmas características, nas duas safras avaliadas. O efeito do anelamento não foi o mesmo, quando realizado em diferentes épocas, para as características PPF, PPP, MMF quando comparadas com a testemunha (Tabelas 2 e 4).

Tabela 3 - Valores médios de número de brotos por planta (BRT), botões florais abscindidos (BFA - nº/planta), flores abscindidas (FA - nº/planta), frutos abscindidos (FTA - nº/planta) e estruturas florais abscindidas (EFA - nº/planta) em limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas a diferentes épocas de anelamento e incisão anelar de ramos em relação à testemunha (sem anelamento e incisão) na safra de 2010.

ÉPOCA	INTERRUPÇÃO	BRT	BFA	FA	FTA	EFA
15 jun	Anelamento	6,25*	26,50	712,25	7777,00	8515,75
	Incisão	0,00	39,00	1104,50	9636,00	10779,50
05 jul	Anelamento	3,75	20,75	323,50	7621,25	7965,50
	Incisão	0,00	23,00	479,25	7950,00	8452,25
25 jul	Anelamento	8,00*	30,00	481,00	10901,25	11412,25
	Incisão	0,00	63,25	1045,25	8315,00	9423,50
14 ago	Anelamento	2,50	28,50	389,00	5975,50	6393,00
	Incisão	0,00	40,25	711,75	7332,75	8084,75
	Testemunha	0,00	22,25	570,00	8334,50	8926,75
CV (%)		122,64	67,17	68,08	31,79	33,07

* As médias com asteriscos na coluna diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de DUNNETT.

Tabela 4 - Valores médios do número de flores produzidas (FP); percentual de pegamento de frutos (PPF - %); número de frutos produzidos (NFP - nº/planta); produção por planta (PPP - kg/planta); massa média dos frutos (MMF - g/fruto); diâmetro médio dos frutos (DMF - mm/fruto) de limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas a diferentes épocas de anelamento e incisão anelar de ramos em relação à testemunha (sem anelamento e incisão) na safra de 2010.

ÉPOCA	INTERRUPÇÃO	FP	PPF	NFP	PPP	MMF	DMF
15 jun	Anelamento	9350,75	9,18	835,00*	60,27	73,48	48,94*
	Incisão	11186,75	4,51	407,25	33,68	76,57	50,17
05 jul	Anelamento	8938,25	11,63*	972,75*	67,85*	71,50	48,06*
	Incisão	9013,50	6,33	561,25	44,25	76,40	50,30
25 jul	Anelamento	12320,50	7,38	908,25*	61,81	68,74*	48,86*
	Incisão	9685,25	2,86	261,75	25,49	88,97	51,91
14 ago	Anelamento	7414,50	13,99*	1021,50*	77,72*	73,85	46,68*
	Incisão	8586,50	5,73	501,75	41,68	84,06	51,77
	Testemunha	9409,00	5,61	482,25	40,81	83,24	51,14
CV (%)		31,28	32,82	27,35	23,67	8,74	2,14

* As médias com asteriscos na coluna diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de DUNNETT.

No estudo comparativo entre as práticas de interrupção do fluxo do floema e as épocas em que foram realizadas, observou-se que, para a

maioria das características avaliadas, não houve interação significativa, e por esse motivo o estudo foi feito usando a média dos fatores (tratamentos) individualmente.

Analisando as épocas de aplicação dos tratamentos em 2009, particularmente o tratamento aplicado em 14 de agosto (quarta época), foi o que causou menor abscisão de frutos (FTA), diretamente relacionado ao menor número de estruturas florais abscindidas (EFA). Possivelmente esse resultado seja reflexo do menor número de flores produzidas (FP).

Em contrapartida, houve menor percentual de pegamento de frutos (PPF) quando os tratamentos foram aplicados em 30 de julho (terceira época), possivelmente devido à correspondência ao maior número de flores produzidas (FP) (Tabela 5).

Analisando essas mesmas características em 2010, apenas o percentual de pegamento de frutos (PPF) foi alterado pela época de aplicação dos tratamentos. Coincidentemente esse fato ocorreu também na terceira época, porém realizada neste ano, no dia 25 de julho. Esse fato também pode ser justificado pelo maior número de flores produzidas (FP). Por outro lado, acredita-se não ser uma característica impressa pelos tratamentos devido a grande variação dos dados (Tabela 6). Nas demais características estudadas, as épocas de realização dos tratamentos não causaram alteração nos resultados.

PEREIRA et al. (2010) constataram menor número de botões florais abscindidos e flores abscindidas, e nenhuma alteração no número de frutos abscindidos, quando o anelamento foi realizado no início do florescimento. Esse mesmo tratamento aplicado um mês após o florescimento não alterou a abscisão dessas estruturas em relação à testemunha. Esses resultados são exatamente opostos em relação aos encontrados nessa pesquisa, cuja data correspondente ao pleno florescimento ocorreu no dia 30 de julho de 2009.

Comparando o anelamento à incisão, independentemente da época de realização, as duas características que alteraram em 2009 foram número de brotos (BRT) emitidos abaixo da interrupção, e o percentual de

pegamento de frutos (PPF), sendo a primeira característica 56,25, e a segunda, 3,19 vezes maior nas plantas aneladas (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios de número de brotos por planta (BRT); botões florais abscindidos (BFA - nº/planta); flores abscindidas (FA - nº/planta); frutos abscindidos (FTA - nº/planta); estruturas florais abscindidas (EFA - nº/planta); flores produzidas (FP - nº/planta); percentual de pegamento de frutos (PPF - %); diâmetro médio dos frutos (DMF – mm/fruto) de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas a diferentes épocas de anelamento e incisão anelar de ramos na safra de 2009.

ÉPOCA	BRT	BFA	FA	FTA
30 jun	12,75 a	29,75 a	103,75 a	978,9 ab
15 jul	9,87 a	29,00 a	120,00 a	1301,0 ab
30 jul	12,75 a	31,12 a	138,75 a	1735,6 a
14 ago	15,00 a	14,12 a	99,00 a	842,7 b
INTERRUPÇÃO				
Anelamento	24,75 a	29,06 a	115,94 a	1138,4 a
Incisão	0,44 b	22,94 a	114,81 a	1290,7 a

ÉPOCA	EFA	FP	PPF	DMF
30 jun	1112,4 ab	1212,0 ab	8,83 ab	51,99 a
15 jul	1450,0 ab	1575,1 ab	8,66 ab	51,68 a
30 jul	1905,5 a	1983,4 a	5,68 b	50,48 a
14 ago	955,9 b	1110,4 b	13,05 a	50,84 a
INTERRUPÇÃO				
Anelamento	1283,4 a	1465,0 a	13,78 a	51,16 a
Incisão	1428,4 a	1479,4 a	4,32 b	51,34 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma característica, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em 2010, observaram-se diferenças em maior número de características em relação ao ano anterior. As plantas incididas não emitiram nenhuma brotação (BRT) abaixo da interrupção, ao passo que as aneladas emitiram um número médio de 5,12 brotos/planta (Tabela 6). A redução na emissão em relação ao ano anterior possivelmente foi devido ao maior porte das plantas, com capacidade de regeneração dos tecidos do cambio vascular mais rápido e com isso restabelecendo o fluxo parcial do floema (WILLIAMS et al., 2000; MAHOUACHI et al., 2009). Plantas mais jovens também possuem maior capacidade de emissão de brotações na

região do porta-enxerto e no tronco da variedade copa, abaixo do local de onde são emitidas as pernadas.

Observou-se também que o anelamento provocou menor abscisão de estruturas florais em forma de flores (FA) (redução de 43%). Essa redução foi responsável pelo maior percentual de pegamento de frutos (PPF) (aumento de 117%), número de frutos produzidos (NFP) (aumento de 117%) e produção por planta (PPP) (aumento de 84%) em relação às plantas incididas. Porém, com o aumento de retenção de frutos na planta, houve redução de 12% na massa média dos frutos (MMF) (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios do número de brotos por planta (BRT); botões florais abscindidos (BFA - nº/planta); flores abscindidas (FA - nº/planta); frutos abscindidos (FTA - nº/planta); estruturas florais abscindidas (EFA - nº/planta); flores produzidas (FP); percentual de pegamento de frutos (PPF - %); número de frutos produzidos (NFP - nº/planta); produção por planta (PPP – kg/planta); massa média dos frutos (MMF – g/fruto) de limeiras ácidas ‘Tahiti’ submetidas a diferentes épocas de anelamento e incisão anelar de ramos na safra de 2010.

ÉPOCA	BRT	BFA	FA	FTA	EFA
15 jun	3,12 a	32,75 a	908,4 a	8706,5 a	9647,6 a
05 jul	1,87 a	21,87 a	401,4 a	7785,6 a	8208,9 a
25 jul	4,00 a	46,62 a	763,1 a	9608,1 a	10417,9 a
14 ago	1,25 a	34,37 a	550,4 a	6654,1 a	7238,9 a
INTERRUPÇÃO					
Anelamento	5,12 a	26,44 a	476,4 b	8068,7 a	8571,6 a
Incisão	0,00 b	41,37 a	835,2 a	8308,4 a	9185,0 a

ÉPOCA	FP	PPF	NFP	PPP	MMF
15 jun	10268,7 a	6,85 ab	621,1 a	46,97 a	75,02 a
05 jul	8975,9 a	8,98 a	767,0 a	56,04 a	73,95 a
25 jul	11002,9 a	5,11 b	585,0 a	43,65 a	78,85 a
14 ago	8000,5 a	9,86 a	761,2 a	59,70 a	78,95 a
INTERRUPÇÃO					
Anelamento	9506,0 a	10,54 a	934,4 a	66,91 a	71,89 b
Incisão	9618,0 a	4,86 b	433,0 b	36,27 b	81,50 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma característica, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

PEREIRA et al. (2010; 2011) encontraram percentual de pegamento de frutos (PPF) com o uso de anelamento de 16%, aumento de 225% em

relação à plantas não aneladas. Obtiveram também incremento de 160% na produção por planta (PPP) e atribuíram esse efeito ao bloqueio do transporte de carboidratos, hormônios e nutrientes via floema, da parte aérea das plantas para as raízes, promovendo um acúmulo destas substâncias acima da região anelada.

Geralmente, ao ocorrer o acúmulo de carboidratos, há incremento nos níveis de GA's (promotores do crescimento) (MAHOUACHI et al., 2009), com consequente redução dos níveis de ácido abscísico (ABA) (inibidor do crescimento). O aumento da relação GA's/ABA durante a fase inicial de desenvolvimento do fruto favorece o seu pegamento (RIVAS et al., 2010).

A redução na massa média dos frutos (MMF) nas plantas aneladas (Tabelas 6 e 7) deve-se ao maior pegamento dos frutos, havendo aumento na competição entre eles (drenos) por fotoassimilados, devido à redução na relação fonte/dreno (MATÁA et al., 1998; TALON et al., 1998; IGLESIAS et al., 2002; RIVAS et al., 2006; GRAVINA, 2007).

O acúmulo de carboidratos provocado pelo anelamento realizado próximo ao período de florescimento é considerado o responsável pelo aumento no pegamento dos frutos (RIVAS et al., 2006; 2007). O anelamento também provoca alterações hormomais intensas nas plantas, conforme descrito anteriormente, sendo uma delas diretamente relacionadas à partição de fotoassimilados (TAIZ & ZEIGER, 2009). É possível que essa alteração interfira no carregamento, transporte e descarregamento do floema, tornando-o menos eficiente. Dessa forma, apesar de haver carboidratos disponíveis nas folhas (consultar figuras do capítulo anterior), é possível que não estivesse sendo disponibilizados aos frutos, pois em plantas que apresentaram alto PPP (13,74%), os frutos apresentaram tamanho reduzido (12% menores).

As poucas alterações provocadas pelo uso de incisão anelar, para a maioria das características estudadas, podem ser devido ao curto período de efeito dessa técnica, não sendo capaz de proporcionar acúmulo de carboidratos nas folhas (PEREIRA, 2008). Segundo SARTORI & ILHA (2005), seu efeito em fruteiras de caroço permanece durante aproximadamente 10 a 15 dias. Para citros, segundo COHEN (1981) um

anelamento de 2-3 mm de espessura se restabelece depois de 40-85 dias, enquanto que a incisão anelar se restabelece em um prazo de 7-15 dias (LEWIS & McCARTY, 1973). Para o caso desse experimento com limeira ácida 'Tahiti', observações visuais permitiram estimar um tempo de aproximadamente de 10 dias para restabelecimento do fluxo parcial no floema, e a completa cicatrização do tecido não levou mais do que 25 dias. Para o anelamento, aos 50-60 dias observaram-se as primeiras conexões entre os calos formados acima e abaixo dos anéis, restabelecendo parcialmente o fluxo, e a completa cicatrização ocorreu por volta do 120 dias.

MAHOUACHI et al. (2009) relataram que o anelamento de 1 mm de espessura realizado em Satsuma 'Okitsu' demorou em média quatro semanas para restabelecimento do fluxo no floema, resultados compatíveis com os obtidos neste trabalho, onde a espessura do anel removido foi exatamente o dobro.

Trabalhos desenvolvidos na Espanha com uso de incisão anelar em tangerinas, satsumas e laranjas do grupo das navelinas, geralmente deram resultados positivos em relação a aumentos de produção (AGUSTÍ, 1999). Vale ressaltar que se trata de diferentes cultivares, cultivados em condições edafoclimáticas e de manejo também diferentes.

É possível ainda que o tempo descrito anteriormente para a recuperação do floema em 'Tahiti' não corresponda aos 10 dias informados. Como se trata de observações visuais, talvez o tempo seja menor ainda, devido ao vigor vegetativo desse cultivar e por estar sob condições climáticas tipicamente tropicais. Quanto menor o tempo, menores as chances de acúmulo de carboidratos, conseqüentemente, menores as possibilidades de resposta da planta em termos de aumento de produção.

Foram poucas as características em que houve interação entre as técnicas de interrupção do floema e a época de realização. Quando houve, foram feitos os desdobramentos das interações.

Na safra de 2009 a interação ocorreu para o número de frutos produzidos (NFP), a produção por planta (PPP) e a massa média dos frutos (MMF), e na safra de 2010, apenas para diâmetro médio dos frutos (DMF). A

incisão anelar realizada em 15 de julho de 2009 interferiu no NFP igualando-se ao das plantas aneladas nessa mesma data, enquanto que nas demais épocas de realização, não houve aumento da produção. O anelamento realizado em 14 de agosto proporcionou o maior NFP em relação às outras épocas, resultando em maior PPP (87% em relação à média das outras épocas). Os anelamentos realizados em 30 de julho e 14 de agosto reduziram a MMF em relação às plantas incididas nas mesmas datas, apesar de não estarem diretamente relacionados aos tratamentos com a maior produção (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores médios de número de frutos produzidos por planta (NFP); produção por planta (PPP – kg/planta) e massa média dos frutos (MMF – g/fruto), para o desdobramento das respectivas combinações de interrupção do floema e épocas de realização da técnica em limeiras ácidas ‘Tahiti’ na safra de 2009.

ÉPOCA	ANEL	INCI	ANEL	INCI	ANEL	INCI
	NFP		PPP		MMF	
30 jun	173,2 ab A	42,0 a B	13,94 b A	3,55 a B	79,11 a B	87,54 a A
15 jul	146,0 b A	104,2 a A	11,20 b A	9,00 a A	76,26 a B	86,49 a A
30 jul	138,5 b A	17,2 a B	11,03 b A	1,47 a B	79,62 a A	81,23 a A
14 ago	268,5 a A	40,5 a B	22,60 a A	3,20 a A	84,06 a A	80,95 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para a mesma característica, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

ANEL = Anelamento

INCI = Incisão

Na safra de 2010, o anelamento causou redução do diâmetro médio dos frutos (DMF) quando comparado à incisão, com exceção de quando realizado no dia 15 de junho, cujo DMF foi semelhante aos dos frutos de plantas incididas.

Comparando apenas as épocas de realização do anelamento, constatou-se que quando o tratamento foi aplicado em 14 de agosto, os frutos apresentaram o menor DMF, possivelmente porque nesse tratamento houve maior produção por planta (PPP). As diferentes épocas de realização da incisão não alteraram o DMF (Tabela 8). Seria de se esperar que, quando ocorresse variação no DMF, automaticamente variasse a massa média

desse fruto (MMF). É possível que essas interações significativas ocorridas sejam também atribuídas ao acaso, pois não existiu relação direta entre as características avaliadas.

Tabela 8 - Diâmetro médio dos frutos (DMF – mm/fruto) para o desdobramento das respectivas combinações de interrupção do floema e épocas de realização das técnicas em limeiras ácidas ‘Tahiti’ na safra de 2010.

ÉPOCA	ANELAMENTO	INCISÃO
	DMF	
15 jun	48,94 a A	50,17 a A
05 jul	48,06 ab B	50,30 a A
25 jul	48,86 a B	51,91 a A
14 ago	46,68 b B	51,77 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para a mesma característica, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tanto na safra de 2009 quando na de 2010, os frutos cresceram seguindo uma curva sigmoidal simples (Figuras 3 e 4). Os tratamentos aplicados não alteraram o padrão de crescimento dos frutos. As variações observadas em 2009 podem ser atribuídas ao acaso, porque o número de frutos produzidos foi muito pequeno, o que possivelmente levou a maior variação dos resultados (Tabela 2 e Figura 3).

Os resultados das curvas de crescimentos dos frutos corroboram as informações descritas por BAIN (1958), de que o desenvolvimento do fruto cítrico segue uma curva sigmoidal, desde a antese até a sua maturação, caracterizada por três períodos de crescimento. Na fase I, o aumento em tamanho dos frutos é pequeno, restrito praticamente à casca, mas a atividade metabólica é intensa, especialmente a divisão celular. Na fase II, a espessura da casca diminui e o albedo se torna mais fino, graças ao aumento do volume do endocarpo, cujo crescimento comprime a casca, estendendo-a e há rápido aumento do teor de sólidos solúveis totais. A fase III é a de maturação dos frutos, na qual, praticamente, não há crescimento do endocarpo.

As fases de crescimento do ‘Tahiti’ são de difícil distinção, e as curvas sigmoides não apresentaram a terceira fase. O motivo decorre de a colheita

ser realizada antes do amadurecimento, quando os frutos alcançam o tamanho exigido pelo mercado consumidor, na maioria das vezes antes de completar a fase II (MEDINA, 2003). SILVA et al. (2006) que aguardaram o amadurecimento dos frutos, demonstraram perfeitamente através de curva sigmoideal as três fases de crescimento do fruto desse cultivar.

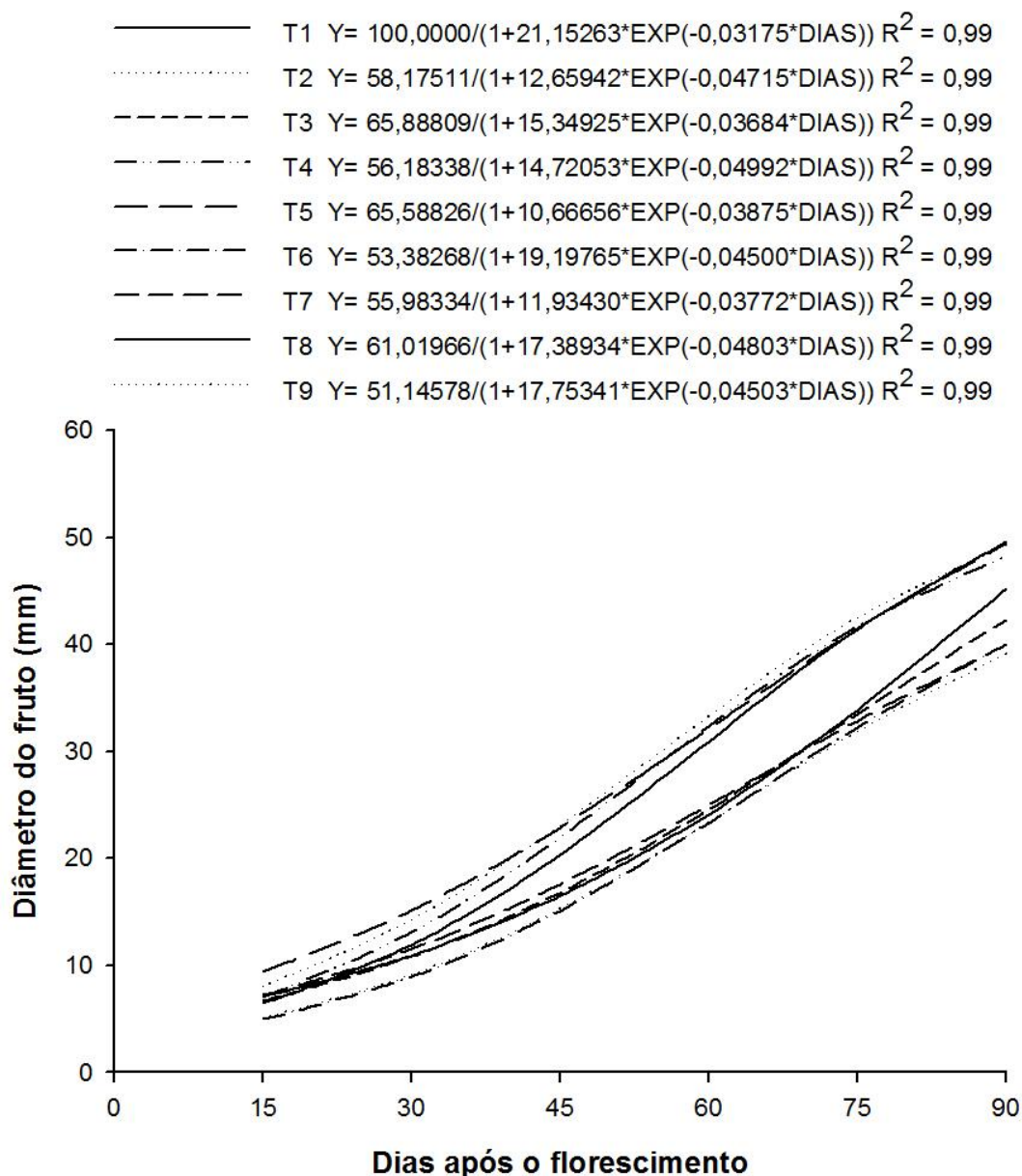


Figura 3 - Curva de crescimento dos frutos de limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após a aplicação, na safra de 2009.

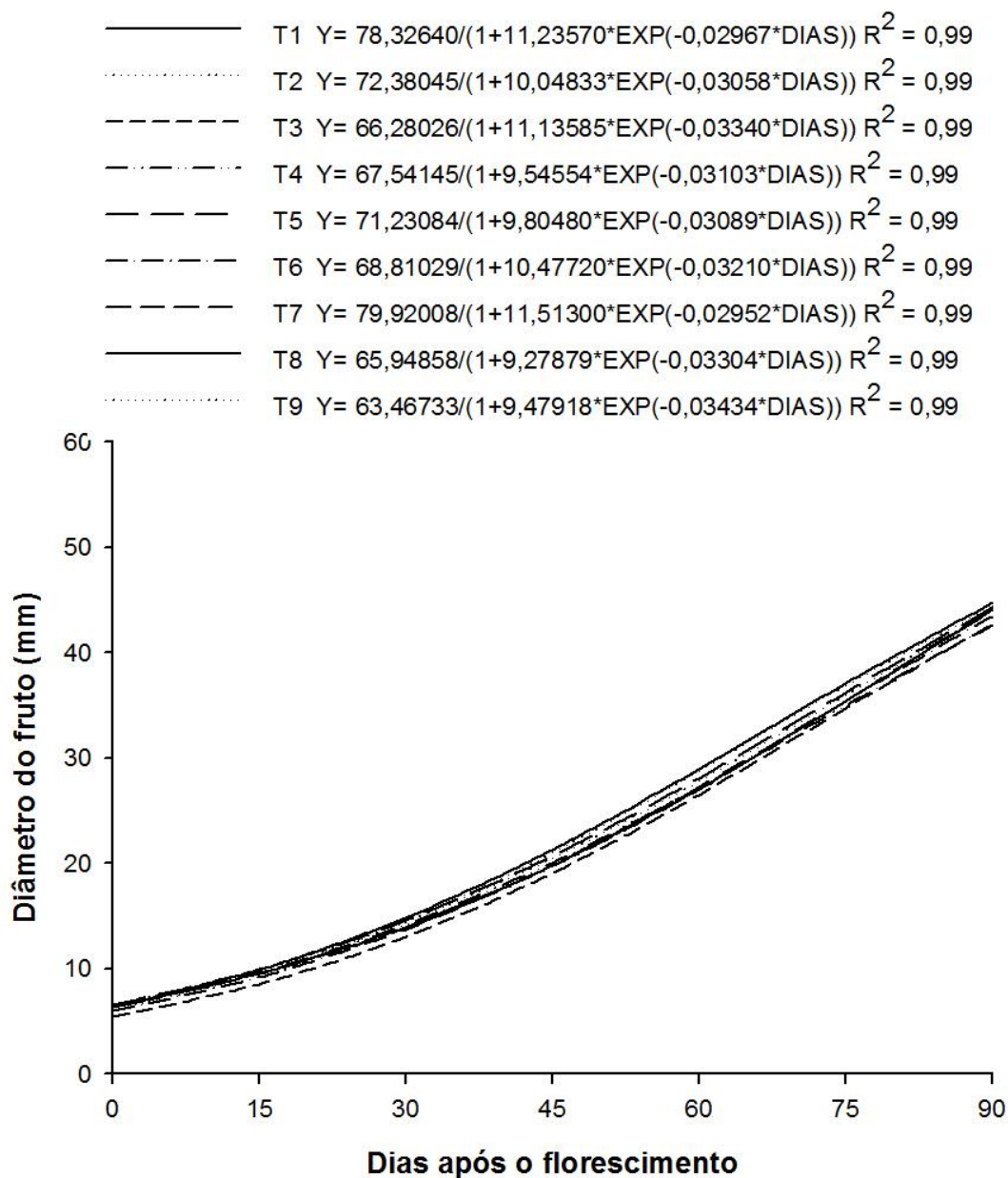


Figura 4 - Curva de crescimento dos frutos de limeiras ácidas 'Tahiti' submetidas ao anelamento e incisão anelar de ramos em quatro épocas diferentes, em função dos dias após a aplicação, na safra de 2010.

CONCLUSÕES

O anelamento e a incisão anelar de ramos, independente de safra e época de realização, não alteraram a época do florescimento e colheita dos frutos.

Independentemente da época de realização, o anelamento proporcionou maior pegamento de frutos e maior produção por planta, porém reduziu a massa individual dos frutos em relação às plantas incididas.

A incisão anelar de ramos das plantas de limeira ácida 'Tahiti' não alterou o pegamento de frutos e demais características, que foram semelhantes ao encontrado nas plantas da testemunha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTÍ, A.; ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores en citricultura**. Barcelona: Ed. Aedos, 1991. 166p.

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V.; ASNAR, M. Rayado y tamaño final del fruto en los agrios. **Actas de Horticultura**, v.6, p.101-106, 1990.

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V.; PONS, J. Rayado y tamaño final del fruto en el mandarina Satsuma (*Citrus unshiu*, Marc) **Agrícola Vergel**, v.90, p.321-323, 1989.

AGUSTÍ, M.; ANDREU, I.; JUAN, M.; ALMELA, V.; ZACARIAS, L. Effects of ringing branches on fruit size and maturity of peach and nectarine cultivars. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Valencia, v.73, n.4, p.537-540, 1998.

AGUSTÍ, M. Floración y frutificación de los cítricos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA - I.PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS CÍTRICOS, 1., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FAPESP, 1999. p.161-185, p.187-219.

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V.; JUAN, M.; LAPICA, P.; SALVIA, J.; ALONSO, E.; TRENOR, I.; ZARAGOZA, S. Influencia de la época de rayado en la producción del mandarina 'Fortune'. **Levante Agrícola**, v.341, p.293-300, 1997.

ALMELA, V.; AGUSTÍ, M.; GUARDIOLA, J.L. **Desarrollo del fruto en el mandarino 'Satsuma'**. I Congreso Nacional. Anexo Resúmenes. Valencia, 1983. pp. 2.

ATKINSON, C.J.; ELSE, M.A.; STANKIEWICZ, A.; WEBSTER, A.D.; The effects of phloem girdling on the abscission of *Prunus avium* L. fruits. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.77, 22–27, 2002.

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.1–24, 1958.

BLANUSA, T.; ELSE, M.A.; DAVIES, W.J.; ATKINSON, C.J. Regulation of sweet cherry abscission: the role of photoassimilation, sugars and abscisic acid. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.81, p.613–620, 2006.

COHEN, A. Citrus fruit enlargement by means of summer girdling. **Journal of Horticultural Science**, v.59, n.12, p.119-125, 1984b.

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

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

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

DAVIES, F.S.; ALBRIGO, L.G. **Citrus**. Wallingford: CAB International, 1994. 254p.

DI VAIO, C.; PETITO, A.; BUCCHERI, M. Effect of girdling on gas exchanges and leaf mineral content in the “Independence” nectarine. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, p.1047–1060, 2001.

DOWNTON, W.J.S.; GRANT, W.J.R.; LOVEYS, B.R. Carbon dioxide enrichment increases yield of Valencia orange. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.14, p.493–501, 1987.

FISCHLER, M.; SZIVOS, Y. Summer girdling of grapefruit trees in the inland valleys. **Hassadeh**, v.58, p.2266-2271, 1978.

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

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

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

GRAVINA, A. Aplicación del ácido giberélico en citrus: revisión de resultados experimentales en Uruguay. **Agrociencia**, v.11, p.57-66, 2007.

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.

IGLESIAS, D.J.; TADEO, F.R.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Carbohydrate and ethylene levels related to fruitlet drop through abscission zone A in citrus. **Trees**, v.20, p.348–355, 2006.

IGLESIAS, D.J.; TADEO, F.R.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Fruitset dependence on carbohydrate availability in citrus trees. **Tree Physiology**, v.23 p.199–204, 2003.

IWAHORI, S.; GARCÍA-LUIS, A.; SANTAMARINA, P.; MONERI, C.; GUARDIOLA, J. L. The influence of ringing on bud development and flowering in Satsuma mandarin. **Journal of Experimental Botany**, v.41, 231, p.1341-1346, 1990.

LEWIS, L.N.; McCARTY, C.D. Pruning and girdling of citrus, In: W. Reuther (ed.). **The citrus industry**. Univ. of California, Berkeley. v.3. p.211–229, 1973.

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.

MAHOUACHI, J.; IGLESIAS, D.J.; AGUSTÍ, M.; TALON, M. Delay of early fruitlet abscission by branch girdling in citrus coincides with previous increases in carbohydrate and gibberellin concentrations. **Plant Growth Regulation**, v.58, p.15–23, 2009.

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.

MEHOUACHI, J.; SERNA, D.; ZARAGOZA, S.; AGUSTÍ, M.; TALON, M.; PRIMO-MILLO, E. Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruits and woody tissues of *Citrus unshiu*. **Plant Science**, v.107, p.189–197, 1995.

MEDINA, C.L. Fisiologia da produção. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. (Ed.). **Lima ácida Tahiti**. Campinas: Instituto Agronômico, 2003. p.13-30.

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.

PATH, J.; EFTER, M. Timing the girdling of Shamouti oranges trees. **Hassadeh**, v.51, p.1421-1422, 1971.

PEREIRA, C.S. **Pegamento de frutos e teores de carboidratos nas folhas de limeiras ácidas ‘Tahiti’ aneladas e tratadas com ácido giberélico**. 2008. 94p. Tese (Doutorado) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

PEREIRA, C.S.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; CECOM, P.R. Fixação de frutos de limeiras ácidas ‘Tahiti’ aneladas e tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.1238-1243, 2010b.

PEREIRA, C.S.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; CECOM, P.R.; SANTOS, D. Teores de carboidratos nas folhas e produção de limeiras ácidas ‘Tahiti’ aneladas e tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.706-712, 2011.

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

RIVAS, F.; FORNES, F.; AGUSTÍ, A. Girdling induces oxidative damage and triggers enzymatic and non-enzymatic antioxidative defences in *Citrus* leaves. **Environmental and Experimental Botany**, v.64, p.256–263, 2008.

RIVAS, F.; GRAVINA, A.; AGUSTÍ, M. Girdling effects on fruit set and quantum yield efficiency of PSII in two *Citrus* cultivars. **Tree Physiology**, v.27, p.527–535, 2007.

RIVAS, F.; MARTÍNEZ-FUENTES, A.; MESEJO, C.; REIG, C.; AGUSTÍ, M. Efecto hormonal y nutricional del anillado en frutos de diferentes tipos de brotes de cítricos. **Agrociencia**, v.14, p.8-14, 2010.

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

SCHAFER, 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, p.639-644, 1999.

SCHNEIDER, R.R. **Aspectos nutricionales del crecimiento y cuajado del fruto en naranjo washington navel**. 1989. 189p. Tesis (Doctoral) – Departamento de Biología Vegetal, Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, 1989.

SILVA, C.R.; ROCHA, F.J.; ALVES JR., J.; SILVA, T.J.A.; FOLEGATTI, M.V.; MASCHIO, R. Respostas de limeira ácida 'Tahiti' à suspensão da irrigação em diferentes períodos fenológicos. **Laranja**, v.27, p.321-339, 2006.

SIMÕES JÚNIOR, A.R.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; ARAÚJO, P.S.R.; PIEDADE, S.M.S; JACOMINO, Â.P. Avaliação de frutos de laranjeira 'Pera' em função dos anelamentos de ramos em diferentes épocas. **Scientia Agricola**, v.56, p.529-535. 1999.

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.

TAYLOR, J.E.; WHITELAW, C.A. Signals in abscission. **New Phytologist**, v.151, p.323–339, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ª edição. Ed. Artmed: Porto Alegre, 2009, 819p.

URBAN, L.; ALPHONSOUT, L. Girdling decreases photosynthetic electron fluxes and induces sustained photoprotection in mango leaves. **Tree Physiology**, v.27, p.345-352, 2007.

WILLIAMS, L.E.; RETZLAFF, W.A.; YANG, W.; 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, p.49–54, 2000.

XIANJUN, Z.; DEYAN, H.; HUIBAI, H.; DINGYAO, W. Carbohydrate and endohormone status in relation to fruit set as influenced by trunk spiral girdling of young litchi trees. **Acta Horticulturae Sinica**, v.26, n.2 p.77-80, 1999.

ZHOU, R.; QUEBEDEAUX, B. Changes in photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature apple leaves in response to whole plant source-sink manipulation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.128, p.113–119, 2003.

CONCLUSÕES GERAIS

O anelamento de ramos, independente da época de realização, aumentou a concentração de amido e açúcares solúveis totais em folhas de limeira ácida 'Tahiti'.

O aumento nos teores de carboidratos provocados pelo anelamento de ramos proporcionou alterações diferenciadas na fluorescência da clorofila *a* em folhas de limeira ácida 'Tahiti' nas duas safras. Em 2009, o anelamento não alterou F_0 e a relação F_v/F_m . Em 2010, o anelamento proporcionou aumentos de F_0 e a redução na relação F_v/F_m .

O anelamento de ramos provocou redução do índice Spad em folhas de limeira ácida 'Tahiti', atingindo valores mínimos por volta dos 80-90 dias em 2009 e aos 100-110 dias em 2010.

Ao contrário do anelamento, a incisão anelar foi pouco efetiva em alterar as características avaliadas, e as respostas obtidas foram na maioria das vezes semelhantes aquelas observadas nas plantas da testemunha.

O anelamento e a incisão anelar de ramos, independentemente de safra e época de realização, não alteraram a época do florescimento e colheita dos frutos.

Independentemente da época de realização, o anelamento proporcionou maior pegamento de frutos (aumento de 117%) e maior produção por planta (aumento de 84%), porém reduziu a massa individual dos frutos em 12% em relação às plantas incididas.

A incisão anelar de ramos das plantas de limeira ácida 'Tahiti' não alterou o pegamento de frutos e demais características, que foram semelhantes às encontradas nas plantas não-incindidas.

ANEXOS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância das variáveis número de brotos (BRT); botões florais abscindidos (BFA); flores abscindidas (FA); frutos abscindidos (FTA); estruturas florais abscindidas (EFA) em relação a duas técnicas de interrupção do floema em plantas de limeira ácida 'Tahiti' e quatro épocas de realização na safra de 2009.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		BRT	BFA	FA	FTA	EFA
Bloco	3	48,55	46,04	5668,37	612939,00	668522,67
Época (EP)	3	35,05 ^{ns}	507,58 ^{ns}	2589,50 ^{ns}	1260722,00*	1413971,67*
Interrupção (OB)	1	4728,78**	300,12 ^{ns}	10,12 ^{ns}	18544,50 ^{ns}	168200,00 ^{ns}
EP*OB	3	30,61 ^{ns}	414,35 ^{ns}	6554,46 ^{ns}	357242,33 ^{ns}	401584,67 ^{ns}
Fator vs test	1	563,92**	150,22 ^{ns}	9476,06 ^{ns}	276892,00 ^{ns}	194584,00 ^{ns}
Resíduo	24	17,23	465,37	5194,77	309769,12	353205,21
CV (%)		37,08	85,34	59,51	47,02	44,69

** Significativo à 1% de probabilidade pelo teste F.

* Significativo à 5% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} Não significativo.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância das variáveis flores produzidas (FP); percentual de pegamento de frutos (PPF); número de frutos produzidos (NFP); produção por planta (PPP); massa média dos frutos (MMF); diâmetro médio dos frutos (DMF) em relação a duas técnicas de interrupção do floema em plantas de limeira ácida 'Tahiti' e quatro épocas de realização na safra de 2009.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		FP	PPF	NFP	PPP	MMF	DMF
Bloco	3	711548,67	44,39	5393,67	40,64	48,72	0,56
Época (EP)	3	1243775,00*	73,59*	8236,95*	61,42*	12,96 ^{ns}	3,99*
Interrupção (OB)	1	1667,53 ^{ns}	716,22**	136372,50**	863,99**	147,34**	0,26 ^{ns}
EP*OB	3	505843,00 ^{ns}	36,21 ^{ns}	11645,95*	99,40**	76,15*	2,27 ^{ns}
Fator vs test	1	364018,00 ^{ns}	110,11*	26316,00**	166,96**	76,13*	0,85 ^{ns}
Resíduo	24	354881,42	18,17	2511,96	18,18	17,15	1,34
CV (%)		41,46	50,52	46,96	48,80	5,02	2,26

** Significativo à 1% de probabilidade pelo teste F.

* Significativo à 5% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} Não significativo.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância das variáveis número de brotos (BRT); botões florais abscindidos (BFA); flores abscindidas (FA); frutos abscindidos (FTA); estruturas florais abscindidas (EFA) em relação a duas técnicas de interrupção do floema em plantas de limeira ácida 'Tahiti' e quatro épocas de realização na safra de 2010.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		BRT	BFA	FA	FTA	EFA
Bloco	3	13,07	255,00	812261,33	3352813,33	4401386,67
Época (EP)	3	12,21 ^{ns}	821,53 ^{ns}	403091,33 ^{ns}	12800730,00 ^{ns}	16261323,33 ^{ns}
Interrupção (OB)	1	210,12**	1785,03 ^{ns}	1029612,00*	459600,80 ^{ns}	3009831,00 ^{ns}
EP*OB	3	4,07 ^{ns}	341,61 ^{ns}	57238,33 ^{ns}	7909983,33 ^{ns}	7115813,33 ^{ns}
Fator vs test	1	23,35 ^{ns}	483,09 ^{ns}	26182,00 ^{ns}	75690,00 ^{ns}	8340,00 ^{ns}
Resíduo	24	7,80	479,83	193606,33	6802720,83	8631166,67
CV (%)		122,64	67,17	68,08	31,79	33,07

* * Significativo à 1% de probabilidade pelo teste F.

* Significativo à 5% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} Não significativo.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância das variáveis flores produzidas (FP); percentual de pegamento de frutos (PPF); número de frutos produzidos (NFP); produção por planta (PPP); massa média dos frutos (MMF); diâmetro médio dos frutos (DMF) em relação a duas técnicas de interrupção do floema em plantas de limeira ácida 'Tahiti' e quatro épocas de realização na safra de 2010.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		FP	PPF	NFP	PPP	MMF	DMF
Bloco	3	3221217,00	7,96	135379,37	565,25	149,39	0,88
Época (EP)	3	14286510,00 ^{ns}	36,55*	71116,03 ^{ns}	453,18*	53,55 ^{ns}	2,50 ^{ns}
Interrupção (OB)	1	100352,00 ^{ns}	258,89*	2011015,00**	7509,25**	738,44**	67,36**
EP*OB	3	7763006,67 ^{ns}	6,13 ^{ns}	23264,71 ^{ns}	84,99 ^{ns}	118,50 ^{ns}	5,36**
Fator vs test	1	83230,00 ^{ns}	15,51 ^{ns}	144274,00*	413,66 ^{ns}	152,15 ^{ns}	8,63*
Resíduo	24	8914887,50	6,01	32755,75	142,33	45,84	1,13
CV (%)		31,28	32,82	27,35	23,67	8,74	2,14

** Significativo à 1% de probabilidade pelo teste F.

* Significativo à 5% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} Não significativo.