

# RESPOSTAS DE LIMEIRA ÁCIDA TAHITI À SUSPENSÃO DA IRRIGAÇÃO EM DIFERENTES PERÍODOS FENOLÓGICOS

CLÁUDIO RICARDO DA SILVA<sup>1</sup>, FÁBIO JORDÃO ROCHA<sup>2</sup>, JOSÉ ALVES JÚNIOR<sup>3</sup>, TONNY JOSÉ ARAÚJO DA SILVA<sup>4</sup>, MARCOS VINÍCIUS FOLEGATTI<sup>5</sup> e RAFAEL MASCHIO<sup>6</sup>

## RESUMO

Avaliaram-se as respostas de limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] submetidas à suspensão da irrigação em diferentes períodos fenológicos, em um pomar de 1 ha irrigado por gotejamento, localizado no Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura (Esalq), em Piracicaba (SP). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições e os seguintes tratamentos: T1 (controle), irrigação diária com reposição em 100% da evapotranspiração da cultura; T2, suspensão da irrigação no florescimento; T3, suspensão da irrigação no período de crescimento inicial dos frutos (maioria dos frutos menores que 25 mm de diâmetro); T4, suspensão da irrigação no período de maturação dos frutos (maioria dos frutos maiores que 25 mm de diâmetro); T5, suspensão da irrigação no florescimento + período de crescimento inicial dos frutos; T6, suspensão da irrigação no período crescimento inicial + maturação dos frutos; T7, não-irrigado em todos os períodos. Antes e após o período de supressão irrigaram-se as plantas da mesma maneira que as

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Bolsista DCR CNPq/FAPEPI. UFPI, Campus de Bom Jesus. Rodovia BR 135, km 3, Planalto Horizonte, 64900-000 Bom Jesus (PI). E-mail: claudio@ufpi.br

<sup>2</sup> Aluno de Mestrado em Irrigação e Drenagem, ESALQ, Piracicaba (SP).

<sup>3</sup> EMBRAPA Arroz e Feijão, Bolsista CNPq, Pós-Doutorando, Nova Veneza (GO).

<sup>4</sup> UFRPE, Prof. Dr., Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG), Garanhuns (PE).

<sup>5</sup> Prof. Dr., Departamento de Engenharia Rural, ESALQ, Piracicaba (SP).

<sup>6</sup> UFPI, Aluno de Graduação, bolsista FAPEPI, Teresina (PI).

do controle, avaliando-se o crescimento dos ramos e frutos, abscisão, produção e qualidade dos frutos (conteúdo de sólidos solúveis totais, diâmetro, espessura da casca, pH, teor de suco e acidez total dos frutos). O potencial de água na folha foi monitorado com auxílio de uma câmara de pressão. A suspensão da irrigação promoveu uma diminuição do potencial de água nas folhas das plantas não irrigadas ao longo de experimento; entretanto, não houve efeitos negativos no desenvolvimento vegetativo, reprodutivo e na qualidade dos frutos entre os tratamentos.

**Termos de indexação:** déficit hídrico, gotejamento, evapotranspiração, citros.

## SUMMARY

### RESPONSES OF TAHITI LIME TREES TO IRRIGATION SUSPENSION IN DIFFERENT PHENOLOGICAL PERIODS

The responses of 'Tahiti' lime trees [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] to irrigation suspension in different phenological periods were evaluated in 1-hectare drip irrigated orchard at Agricultural Engineering Department of College of Agriculture Luiz de Queiroz – Esalq, in Piracicaba, Brazil. The experimental design was in randomized blocks with five replications with the following treatments: T1, daily irrigation to replenish 100% of evapotranspiration (control); T2, suspension of irrigation during blossom; T3, suspension of irrigation during initial fruit development (most fruits smaller than 25 mm in diameter); T4, suspension of irrigation during fruit maturation (most fruits larger than 25 mm in diameter); T5, suspension of irrigation during blossom + initial fruit development; T6, suspension during initial development + fruit maturation; T7, no irrigation during all phenological periods. Before and after each suspension, trees were irrigated in the same fashion of the control plants. Measurements of shoot and fruit elongation, fruit abscission, production and fruit quality (total soluble solids, fruit diameter, rind thickness, juice content, pH and total acid

of fruits) were made. The leaf water potential was monitored in all treatments. Despite the irrigation suspension had decreased the leaf water potential in non-irrigated trees, differences on vegetative development, production and fruit quality were not found among the treatments.

**Index terms:** water deficit, drip irrigation, evapotranspiration, citrus.

## 1. INTRODUÇÃO

No Estado de São Paulo existem 36 mil hectares plantados com a cultura de lima ácida, produzindo 609 mil toneladas, que representam em torno de 82% do total de frutos colhidos no país (FNP, 2002). Nas últimas décadas, tem-se verificado um crescimento significativo nas exportações da lima ácida, colocando-a como uma das dez frutas de importância econômica do Brasil (IBGE, 2003).

A irrigação de pomares de citros é uma prática cultural pouco utilizada no Brasil; aproximadamente 15% dos 651 mil hectares cultivados com citros recebem irrigação (PARSONS, 2005). Entretanto, recentes modificações no sistema de cultivo têm levado a irrigação a assumir novo papel na citricultura. Segundo LUCHIARI (2003), a irrigação, atualmente, possibilita a antecipação do florescimento e a manutenção da produtividade de pomares formados com porta-enxertos menos tolerantes ao déficit hídrico.

Concomitantemente ao incremento da área irrigada, a escassez de recursos hídricos e energéticos tem fomentado a utilização de métodos que aumentem a sua eficiência. Duas estratégias têm sido propostas para elevar a eficiência da irrigação: a primeira é a irrigação localizada (microaspersão e gotejamento), possibilitando a redução do volume de água aplicado em comparação com a aspersão convencional (FOLEGATTI et al., 2004) e a segunda propõe a redução ou suspensão da irrigação durante estádios de desenvolvimento menos sensíveis à deficiência hídrica, economizando água com mínimos efeitos sobre a produtividade (CHALMERS et al., 1981).

O efeito do déficit hídrico na planta depende da variedade, da duração e do estágio fenológico, podendo trazer resultados tanto negativos quanto positivos, conforme revisão feita por GINESTAR & CASTEL (1996). Como efeitos benéficos, SOUTHWICK & DAVENPORT (1987) mostraram que a

floreação em limeira ácida ‘Tahiti’ pode ser induzida visando, à produção fora de época, bem como intensificada pelo déficit hídrico. TORRECILLAS et al. (1993) não encontraram efeitos negativos na produção do limoeiro sob déficit hídrico na fase de rápido crescimento do fruto. A irrigação, nesse caso, deve ser desenvolvida de forma a favorecer um déficit hídrico controlado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suspensão da irrigação em diferentes estádios fenológicos da limeira ácida ‘Tahiti’, avaliando o potencial de água na folha, o crescimento dos ramos e frutos, a abscisão dos frutos, a produção e a qualidade dos frutos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Localização do experimento e característica da área

O experimento foi realizado na Fazenda Areão, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Esalq, em Piracicaba (SP) (22°43’33”S e 47°38’0”O, com altitude de 511 m). A temperatura média anual é de 21,4°C e, o total anual médio de chuva, de 1.257 mm. O solo da área experimental é classificado como Nitossolo vermelho (EMBRAPA, 1999). A capacidade de água disponível no solo foi avaliada, previamente, sendo de 125 mm m<sup>-1</sup> para densidade média do solo de 1.300 kg m<sup>-3</sup>.

As limeiras ácidas ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] enxertadas sobre citrumeleiros ‘Swingle’ [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *Citrus paradisi* Macfad.] foram plantadas em sulcos em maio de 2001, no espaçamento de 7 m entre fileiras de plantas e 4 m entre plantas na linha, em uma área experimental de aproximadamente 1 ha, realizando-se a calagem e a adubação de acordo com RAIJ et al. (1992). Os tratos culturais consistiram em pulverizações com defensivos e roçagens.

### Irrigação

O pomar foi irrigado por gotejamento, com quatro emissores auto-compensantes por planta e vazão unitária de 4 L h<sup>-1</sup>. Efetuou-se a avaliação da uniformidade de aplicação da água (CUC) do sistema antes do início do experimento, seguindo o método descrito por VERMEIREN & JOBLING (1997), apresentando valor de 93,4%. A irrigação foi programada para aplicações diárias, utilizando-se um controlador eletrônico e válvulas hidráulicas. Em dias com precipitação maior que 10 mm, cancelou-se a irrigação.

As irrigações visaram à reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) obtida com um lisímetro de pesagem localizado no centro da área, com 4 m de diâmetro e 1,3 m de profundidade, composto por três células de carga eletrônicas acopladas a um sistema automático de coleta de dados (Modelo CR 23x Campbell Scientific<sup>7</sup>, Logan, UT, EUA). A ETc foi determinada segundo a diferença nas leituras instantâneas, às 24h, da massa (kg) do lisímetro entre um dia e outro, descontados os valores de chuva, irrigações e drenagens ocorridas no período.

Os valores da ETc, em quilograma, foram convertidos em milímetros de água considerando a área total do espaçamento (28 m<sup>2</sup>), porém, a evaporação do solo (kg) correspondente à diferença de área entre o espaçamento da cultura e lisímetro (15,44 m<sup>2</sup>). Para tanto, empregou-se um segundo lisímetro de pesagem eletrônica presente na área, sem planta e sem cobertura vegetal, com dimensões de 1,6 m de diâmetro e 0,7 m de profundidade.

Realizou-se a estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) segundo o método de Penman-Monteith parametrizado por ALLEN et al. (1998), com base nos dados climáticos diários registrados por uma estação agrometeorológica automática, distante 70 m dos lisímetros.

### **Delineamento experimental e tratamentos**

O experimento foi instalado em blocos casualizados com sete tratamentos e cinco repetições, sendo cada parcela experimental constituída por uma planta. Os tratamentos foram: Tratamento 1 (T1), controle ou de referência (irrigação diária baseada na reposição de 100% da ETc); Tratamento 2 (T2), suspensão da irrigação no florescimento; Tratamento 3 (T3), suspensão da irrigação no período de crescimento inicial dos frutos (maioria dos frutos menores que 25 mm de diâmetro); Tratamento 4 (T4), suspensão da irrigação no período de maturação dos frutos (maioria dos frutos maiores que 25 mm de diâmetro); Tratamento 5 (T5), suspensão da irrigação no florescimento + período de crescimento inicial dos frutos; Tratamento 6 (T6), suspensão da irrigação no período de crescimento inicial + maturação dos frutos, e Tratamento 7 (T7), não-irrigado. Antes e após o período de suspensão da irrigação, as plantas de cada tratamento foram irrigadas conforme o controle (T1).

---

<sup>7</sup> Referência à marca registrada não constitui endosso por parte dos autores.

Antes do início do experimento (cerca de 2 meses), retiraram-se, manualmente, todas as flores e frutas presentes em cada planta. A irrigação também foi suspensa (até que o potencial de água da folha, medido ao amanhecer, alcançasse valores próximos de  $-1,0$  MPa para todos os tratamentos), visando uniformizar o florescimento. O início da brotação foi provocado por uma irrigação de 60 mm.

O acompanhamento fenológico considerou os seguintes períodos: florescimento (FL), crescimento inicial dos frutos ou “chumbinho” (CH), maturação dos frutos (M) e colheita (CO). Além disso, determinou-se o somatório de graus-dia (GD) em cada período fenológico, usando o método proposto por PEREIRA et al. (2002) para uma temperatura basal de  $13^{\circ}\text{C}$  (KÖLLER, 1994).

## **Parâmetros avaliados**

### *Potencial de água na folha*

Durante o período de estresse hídrico, realizaram-se avaliações semanais de potencial da água na folha ( $\Psi_p$ ) entre 5h30min. e 6h15min. (amanhecer), utilizando uma câmara de pressão (Modelo 3005, Soil Moisture Equipment Corporation, Santa Bárbara, CA, EUA). Para padronizar, o  $\Psi_p$  foi medido em cada planta, em uma brotação completamente desenvolvida, com 4 a 8 folhas, localizada no lado oeste da copa das plantas.

### *Comprimento da brotação*

Para a limeira ácida ‘Tahiti’, nas condições climáticas de São Paulo, é comum a ocorrência de vários fluxos de brotação ao longo do ano. Durante o experimento, ocorreram três fluxos, sendo o mais intenso no dia 13/10, o qual, além de produzir brotações vegetativas, foi o responsável direto pela produção dos frutos. Já os fluxos posteriores foram, em sua maior parte, apenas vegetativos.

O comprimento da brotação foi medido com o uso de trena, em dez brotações, tomadas de forma aleatória, por planta. Para as avaliações consideraram-se apenas as brotações vegetativas do primeiro fluxo.

### *Abscisão de frutos*

A partir do florescimento, contabilizou-se, semanalmente, o número de frutos caídos em cada planta, por meio de caixas do tipo ‘fruteira’, forrada

com uma tela plástica, para evitar a perda de material vegetal de pequeno tamanho. A dimensão interna era de 0,51 x 0,315 m, deixando-as junto ao solo, no mesmo quadrante da planta, para todos os tratamentos.

#### *Diâmetro equatorial dos frutos*

No diâmetro equatorial do fruto, a partir do estágio de crescimento inicial até a colheita com medição de 10 frutos por parcela, utilizou-se um paquímetro.

#### *Produção*

Realizou-se a colheita quando os frutos atingiram diâmetro, em média, de 50 mm (diâmetro comercial mínimo), sendo o número total de frutos por planta contado e pesado.

#### *Qualidade dos frutos*

Em uma amostra de 10 frutos por parcela, foram mediram-se, o diâmetro e a espessura da casca dos frutos com um paquímetro digital, após seu corte transversal. Em seguida, mediu-se o rendimento de suco com a extração mecânica do suco de cinco frutos. Efetuaram-se análises de sólidos solúveis totais (°Brix) com um refratômetro portátil e pH com potenciômetro digital e a acidez total titulável (%), segundo técnica recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Os resultados de cada avaliação foram submetidos à análise de variância, com comparação das médias em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **Irrigação e evapotranspiração**

A brotação iniciou-se em 13/10/2004, realizando-se a colheita em 10/3/2005, totalizando 149 dias. A temperatura média do ar no período manteve-se próxima a 24 °C, com valor máximo e mínimo de 27,8 e 19,3 °C respectivamente (Figura 1A). Da brotação à colheita totalizaram-se 1.658 graus-dia e, da abertura da flor até a colheita, 1.512 graus-dia (Tabela 1), valor muito próximo ao obtido por SOUZA et al. (2002), com 1.493 graus-dia para a mesma cultura.

As chuvas ocorreram ao longo do experimento (Figura 1A), sendo a sua contabilização muito próxima aos valores da ETc nos períodos fenológicos (Tabela 1). Entretanto, ocorreram déficits hídricos em todos os períodos, resultando em 241,9 mm, no tratamento não-irrigado (T7). Isoladamente, o período fenológico de maior déficit correspondeu à maturação dos frutos, totalizando 119 mm e, o menor, no florescimento, com 31,1 mm. O déficit hídrico no florescimento é considerado o mais crítico para a produtividade (DOORENBOS & KASSAM, 1994). Para VIEIRA (1991), a irrigação pode ser interrompida quando os frutos atingem cerca de 25 a 30 mm de diâmetro. No entanto, alguns trabalhos (SHALHEVET & LEVY, 1990; GINESTAR & CASTEL, 1996, e GONZÁLEZ-ALTOZANO & CASTEL, 2000b) observaram que déficit hídrico no período de maturação pode diminuir o tamanho do fruto e aumentar os sólidos solúveis e a acidez dos frutos.

A evapotranspiração da cultura (ETc), no período total, foi de 588,3 mm (Tabela 1). A relação entre a ETc e ETo, que representa o coeficiente de cultivo, Kc (ALLEN et al., 1998), foi de 0,9 para o período de florescimento e 1,0 para as fases subseqüentes. Os valores de ETc oscilaram entre 2,0 e 7,0 mm dia<sup>-1</sup> em grande parte, refletindo as variações nas condições climáticas (Figura 1B). Segundo PIRES (1992), a demanda hídrica das plantas cítricas variará com os seguintes fatores: clima, espécie vegetal, combinação copa-porta-enxerto, idade da planta, limpeza do terreno e disponibilidade de água do solo. As necessidades anuais, de maneira geral, parecem estar entre 760 e 1.300 (CASTEL & BUJ, 1990; CINTRA et al., 2000 e CRUZ, 2003). A menor ETc obtida neste trabalho (588,3 mm) ocorreu em vista de menor período considerado: 149 dias.

Tabela 1. Graus-dia (GD), déficit hídrico (DH), evapotranspiração da cultura (ETc), evapotranspiração de referência (ETo), chuva (P) e coeficiente de cultivo (Kc) em cada período fenológico da limeira ácida ‘Tahiti’

| Períodos                       | Duração          | Dias | GD     | DH    | ETo   | ETc   | P     | Kc  |
|--------------------------------|------------------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-----|
|                                |                  |      | °C     | mm    |       |       |       |     |
| Florescimento                  | 13/10 a 16/11/04 | 35   | 349,4  | 31,1  | 128,9 | 111,0 | 218,2 | 0,9 |
| Crescimento inicial dos frutos | 17/11 a 8/01/05  | 53   | 590,3  | 91,8  | 224,4 | 222,4 | 215,6 | 1,0 |
| Maturação                      | 9/01 a 10/03/05  | 61   | 718,8  | 119,0 | 257,4 | 254,8 | 242,8 | 1,0 |
| Controle                       | -                | 149  | 1658,4 | -     | 608,8 | 588,3 | 676,6 | -   |



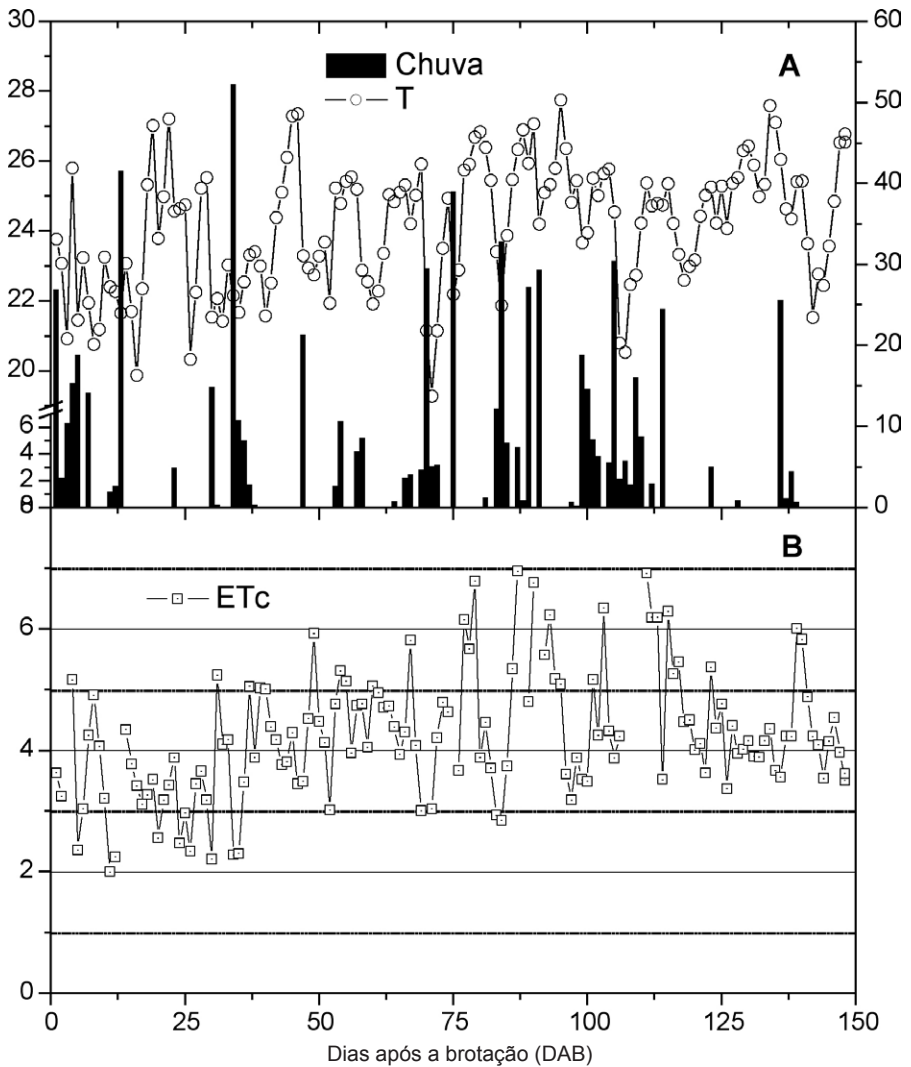


Figura 1. Temperatura média do ar (T), chuva e evapotranspiração da cultura (ETc) a partir do número de dias após a brotação (DAB). Piracicaba, 2005.

### Potencial de água na folha

Os valores medidos do potencial de água na folha ( $\Psi_p$ ) nos tratamentos em função do número de dias após a brotação encontram-se na Figura 2. Pode-se verificar que apenas o tratamento T7 (não-irrigado) apresentou valores mais negativos em relação ao tratamento controle, como  $\Psi_p$  mínimo de -0,64 MPa ocorrido no período de florescimento. Os demais tratamentos mantiveram valores próximos aos do controle, com exceção do T6 no final do período de maturação dos frutos, que também apresentou valores mais negativos em relação ao T1 ( $p < 0,05$ ). Apesar dessas diferenças, os valores médios de  $\Psi_p$  ao longo do experimento foram -0,4 e -0,5 MPa para o controle e T7 (não-irrigado) respectivamente. Esses valores indicam que as plantas ficaram com  $\Psi_p$  maiores (mais positivos) aos limites permissíveis que prejudicam a produtividade e qualidade de frutos e as trocas gasosas da cultura do citros, conforme os valores encontrados por GONZÁLEZ-ALTOZANO & CASTEL (2000a) com  $\Psi_p = -0,71$  MPa e SILVA et al. (2005) com  $\Psi_p = -0,62$  MPa respectivamente. As variações nos valores no controle ao longo do experimento podem estar refletindo as mudanças nos elementos climáticos, principalmente, o déficit de pressão do vapor do ar (DPV), como verificado em outros trabalhos (SCHOLANDER et al., 1965; SYVERTSEN, 1982; SOUTHWICK & DAVENPORT, 1987; URRIBARRÍ et al., 1996). Isso ocorre porque o potencial de água na folha depende do balanço entre a taxa de água perdida e a ganha durante a transpiração, que, por sua vez, é determinada pela disponibilidade de calor latente para a evaporação, (DPV) e pela resistência ao movimento no sistema (SMART & BARRS, 1973).

### Crescimento da brotação e frutos

Neste trabalho, ao longo das avaliações, não se verificaram diferenças no crescimento das brotações vegetativas ( $p > 0,05$ ). No entanto, diversos autores têm relatado que a diminuição da expansão foliar é o primeiro sintoma do déficit hídrico (HSIAO, 1993 e TAIZ & ZEIGER, 2004). Em plantas jovens de laranjeiras 'Hamlin', MARLER & DAVIES (1990) observaram reduções no crescimento da brotação com o incremento do déficit hídrico, assim como GINESTAR & CASTEL (1996) e GONZÁLEZ-ALTOZANO & CASTEL (2000b) que trabalharam com tangerina 'Clementina'. Neste trabalho, provavelmente o baixo déficit hídrico no período de crescimento (31,1 mm) não foi suficiente para alterar a dinâmica de crescimento da brotação.

A Figura 3 apresenta a curva de crescimento da brotação, considerando o tratamento controle e T7 (que apresentaram diferenças quanto o  $\Psi_p$ ). Observa-se que os maiores incrementos no comprimento da brotação, em ambos os tratamentos, ocorreu até, aproximadamente, o 30.º dia, sendo rápida, quase linear, nesse período. Posteriormente, houve um cessamento abrupto, totalizando um comprimento final próximo a 175 mm. É provável que esse rápido crescimento dos ramos esteja associado à plena disponibilização de carboidratos e, a sua diminuição, pela queda nas reservas em favorecimento à formação dos frutos, assim como observado por BOLIANI (1994) na cultura da videira. Para TORRECILLAS et al. (1993) e DOMINGO et al.

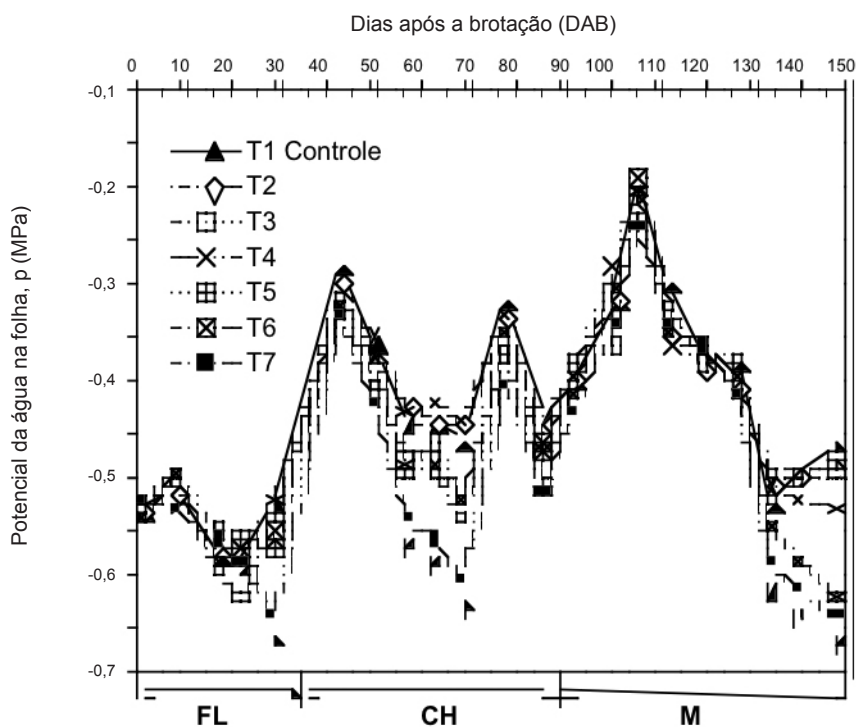


Figura 2. Potencial de água na folha nos tratamentos em função do número de dias após a brotação (DAB) e períodos fenológicos. Legenda: FL - florescimento, CH -crescimento inicial dos frutos e M - maturação. Setas indicam resultado significativo do contraste segundo teste de Dunnet ( $p < 0,05$ ).

(1996), essa separação na disponibilização das reservas entre o crescimento vegetativo e o reprodutivo é que permite a possibilidade de utilizar o déficit hídrico sem prejudicar o desenvolvimento dos frutos.

O déficit hídrico também não influenciou a dinâmica de crescimento dos frutos ( $p > 0,05$ ). TORRECILLAS et al. (1993) verificaram que o crescimento dos frutos de limoeiro 'Fino' foi similar entre plantas com déficit hídrico ao longo do ano (exceto durante o rápido crescimento dos frutos) e plantas irrigadas a 100% da evapotranspiração da cultura. Entretanto, GONZÁLEZ-ALTOZANO & CASTEL (2000a), estudando os efeitos negativos do déficit hídrico em laranjeiras 'Clementina', observaram que a taxa de crescimento do fruto diminuiu com o déficit hídrico na fase de crescimento inicial dos frutos, mas, após a reirrigação das plantas, houve uma rápida

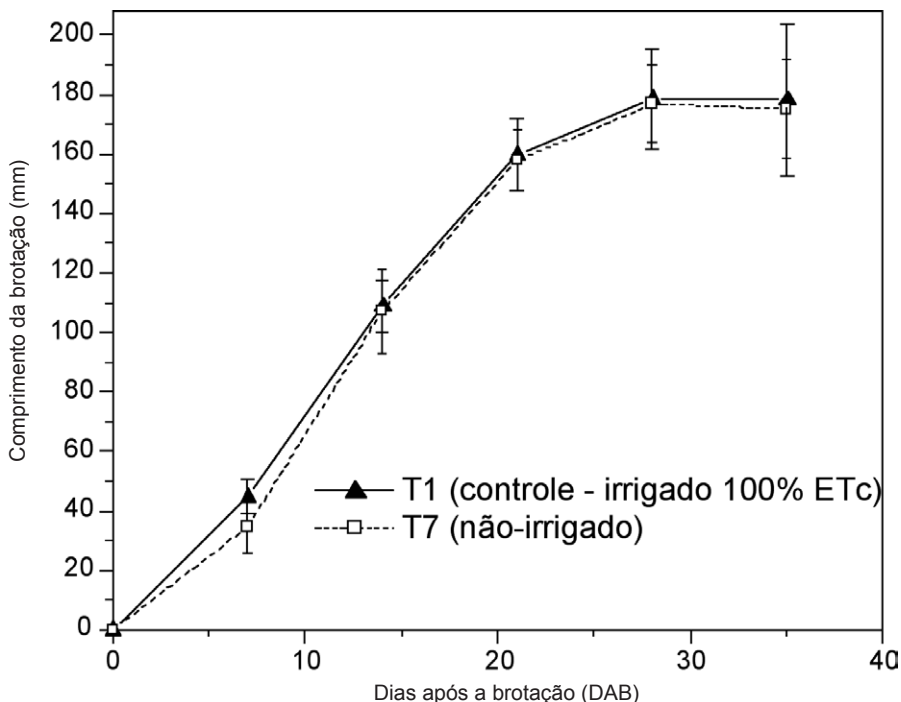


Figura 3. Crescimento da brotação no tratamento-controle e no tratamento (T7) a partir do número de dias após a brotação (DAB). Cada ponto representa a média de 50 medidas e, as barras verticais, o desvio-padrão.

recuperação; entretanto, na fase de maturação, o déficit hídrico provocou diminuição no tamanho final dos frutos.

O crescimento dos frutos foi quase linear a partir do 35.º dia (coincidindo com o cessamento do crescimento dos ramos) até próximo aos 100 dias depois da brotação. Após esse período, houve uma desaceleração (Figura 4). A expansão máxima do diâmetro foi alcançada cerca de 140 dias após a brotação. Os frutos cítricos apresentam três estádios de desenvolvimento, destacando-se que o primeiro pela intensa divisão celular; o segundo, essencialmente, pela expansão, que coincide com o aumento do conteúdo de suco e, o terceiro, como de maturação (TING & ATTAWAY, 1971). A curva foi semelhante à curva sigmóide obtida por MARCONDES & COELHO (1991)

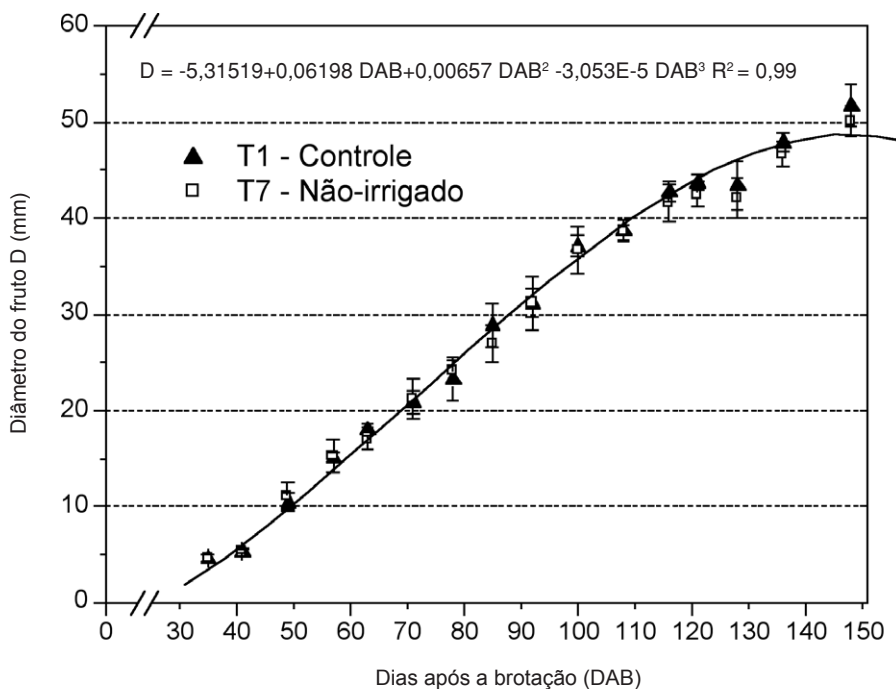


Figura 4. Diâmetro médio dos frutos no tratamento-controle e no T7, a partir do número de dias após a brotação (DAB), incluindo a curva de ajuste obtida para controle. Cada ponto representa a média de 50 medidas e, as barras verticais, o desvio-padrão.

para a mesma cultura cultivada na Bahia; entretanto, a expansão máxima do diâmetro dos frutos verificou-se aos 120 dias. Provavelmente, essa diferença ocorresse em função das temperaturas mais elevadas da Bahia, acelerando o desenvolvimento dos frutos.

### Abscisão de frutos

Não houve diferenças em nenhuma das avaliações realizadas para o número de frutos caídos ( $p > 0,05$ ). Entretanto, ocorreu grande variabilidade entre os valores obtidos dentro de cada tratamento, que aumentando o coeficiente de variação ( $> 40\%$ ).

A figura 5 apresenta o numero de frutos caídos em relação ao número de dias após a brotação para o tratamento-controle e o T7 (sem irrigação). Embora a abscisão de frutos tenha sido constante nos tratamentos durante o

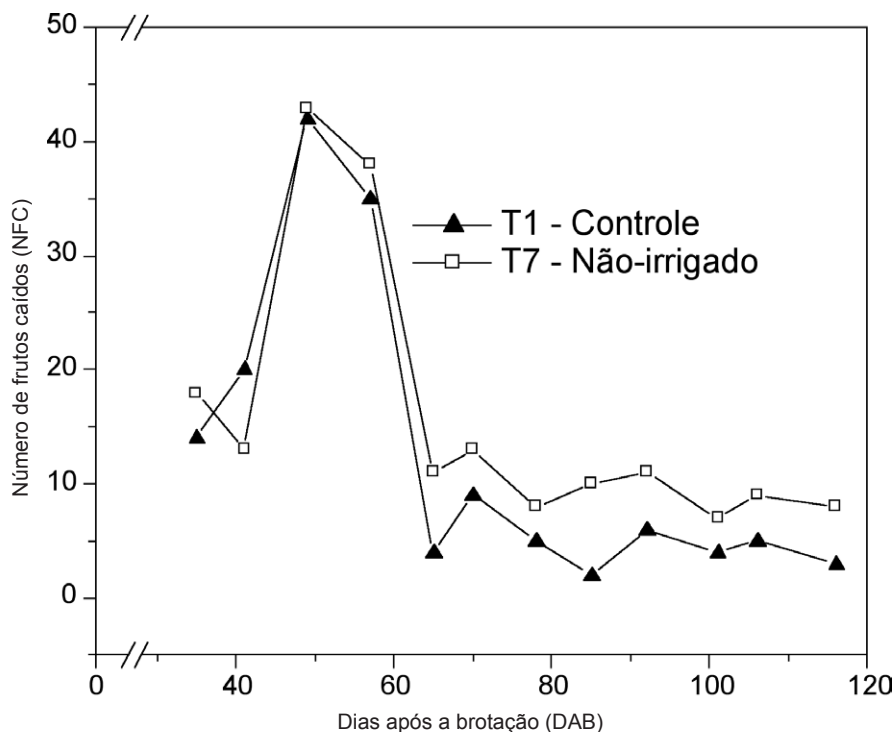


Figura 5. Número de frutos caídos no tratamento-controle e no T7 (não-irrigado), em função do número de dias após a brotação.

período de avaliação, notou-se um pico, próximo aos 50 dias após a brotação. Em citros, essa abscisão de frutos jovens (6 a 8 semanas da antese floral) é natural, mas o déficit hídrico e outros fatores, como a competição dos frutos por carboidratos, altas temperaturas e ventos secos, podem aumentar a queda natural (GOREN, 1993, e DAVIES & ALBRIGO, 1994). GONZÁLEZ-ALTOZANO & CASTEL (2000b) verificaram que o estresse hídrico aumentou a queda de órgãos florais em plantas de tangerina ‘Clementina’ durante o florescimento, sobretudo quando o potencial da água da folha estava próximo a -0,7 e -1,24 MPa ao amanhecer. TORRECILLAS et al. (1993) também verificaram grande abscisão de flores quando o déficit hídrico ocorreu no período do florescimento, que resultou em diminuição na produção da primeira colheita de limoeiro ‘Fino’.

### Produção e qualidade dos frutos

Os resultados referentes à produtividade e qualidade dos frutos encontram-se na Tabela 2. Não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis analisadas ( $p > 0,05$ ). Entretanto, a não-significância também pode

Tabela 2. Produção e qualidade do fruto e seus respectivos componentes para os tratamentos

| Características                          | Controle | T2    | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | CV (%) | Teste F |
|--|----------|-------|------|------|------|------|------|--------|---------|
| Produção (kg planta <sup>-1</sup> )      | 23,9     | 20,8  | 26,3 | 16,5 | 15,1 | 20,3 | 15,8 | 36,4   | 1,79    |
| Número de frutos (planta <sup>-1</sup> ) | 343      | 300,0 | 573  | 248  | 224  | 304  | 241  | 36,6   | 1,76    |
| Diâmetro do fruto (mm)                   | 51,7     | 52,0  | 51,9 | 49,9 | 50,8 | 48,9 | 50,1 | 5,9    | 0,74    |
| Espessura da casca (mm)                  | 2,8      | 3,0   | 2,8  | 2,6  | 2,8  | 2,6  | 2,6  | 7,4    | 3,87    |
| Suco (%)                                 | 42,0     | 40,6  | 43,6 | 45,4 | 50,2 | 45,4 | 46,9 | 11,6   | 1,99    |
| Sólidos solúveis totais (°Brix)          | 8,0      | 8,1   | 8,2  | 8,0  | 8,0  | 8,3  | 8,1  | 4,0    | 0,25    |
| pH                                       | 2,2      | 2,3   | 2,3  | 2,1  | 2,0  | 2,2  | 2,0  | 10,6   | 1,49    |
| Acidez total (%)                         | 6,4      | 6,6   | 6,4  | 6,5  | 6,2  | 6,5  | 6,4  | 11,8   | 0,53    |

estar sendo influenciada pelos médios a altos coeficientes de variação obtidos, segundo os valores propostos por AMARAL et al. (1997). Sobretudo para a produção da cultura, o erro experimental provavelmente seria menor se fosse considerado um número maior de plantas por parcela, mas, em função do tamanho da área experimental, não foi possível fazê-lo.

A produção média dos tratamentos, 19,81 kg planta<sup>-1</sup>, foi alta, uma vez que o pomar estava em início de produção (terceiro ano de plantio) e porque foi realizada apenas uma colheita. COELHO (1993) comenta que, em São Paulo, a produção de limeira ácida depende da idade da planta, por exemplo, 8-15 kg planta<sup>-1</sup> no terceiro ano de idade; 23-37 kg planta<sup>-1</sup> no quarto ano de idade; 64-86 kg planta<sup>-1</sup> no quinto ano e 68-141 kg planta<sup>-1</sup> no sexto ano.

Com relação à qualidade dos frutos, normalmente a acidez total do suco é um importante parâmetro para a comercialização de frutas de limeira ácida 'Tahiti'. Neste experimento, o valor médio de 6,4%, foi aceitável segundo os critérios sugeridos por GAYET et al. (1995), bem, como o diâmetro médio dos frutos (50,7 mm), o teor de sólidos solúveis totais (8,1%), o pH (2,15) e a espessura da casca (2,7 mm). Usando o sistema brasileiro de classificação dos frutos (HORTIBRASIL, 2000) os frutos são classificados em 'A' quando a porcentagem de suco está entre 30 e 35%; 'B', com 42 a 50% e 'C' acima de 55%. Então, neste trabalho a média dos tratamentos foi enquadrada na categoria 'B'.

#### 4. CONCLUSÕES

A suspensão da irrigação, a partir da brotação, em diferentes períodos fenológicos, promoveu um de crescimento no potencial de água da folha das plantas não irrigadas; entretanto, não houve efeitos negativos na dinâmica de crescimento da brotação e dos frutos, na abscisão, produção e qualidade dos frutos formados de limeira ácida 'Tahiti'.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), a bolsa de iniciação científica recebida e o auxílio financeiro à condução do experimento.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56.)
- AMARAL, A.M.; MUNIZ, J.A. & SOUZA, M. de. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 12, p. 1221-1225, 1997.
- BOLIANI, A.C. **Avaliação fenológica de videiras Vitis vinifera L. cv. Itália e cv. Rubi, na região Noroeste de São Paulo**. 1994. 188f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.
- CASTEL, J.R. & BUJ, A. Response of Salustiana oranges to high frequency deficit irrigation. **Irrigation Science**, v.11, p.121-127, 1990.
- CHALMERS, D.J.; MITCHELL, P.D. & VANHEEK, L. Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density and summer pruning. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.106, p.307-312, 1981.
- CINTRA, F.L.D.; LIBARDI, P.L & SAAD, A.M. Balanço hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.23-38, 2000.
- COELHO, Y. S. **Lima ácida 'Tahiti': aspectos da produção**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 35p. 1993. (Série didática FRUPEX, 1.)
- CRUZ, A.C.R. **Consumo de água por uma cultura de citros cultivada em latossolo vermelho-amarelo**. Piracicaba, 2003. 92p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- DAVIES, F.S. & ALBRIGO, L.G. **Citrus**. Wallingford: CAB International, 1994. 254p.
- DOMINGO, R.; RUIZ-SÁNCHEZ, M.C.; SÁNCHEZ-BLANCO, M.J. et al. Water relations, growth and yield of fino lemon trees under regulated deficit irrigation. **Irrigation Science**, v.16, p.115-123, 1996.
- DOORENBOS, J. & KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento dos cultivos**. Tradução de H.R. Ghevy et al. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33.)
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Solo, 1999. 412p.
- FOLEGATTI, M.V; SILVA, T.J.A. & CASARINI, E. O manejo da irrigação como elemento essencial na utilização racional dos recursos hídricos. In: THAME, L.C.M. (Ed.). **A cobrança pelo uso da água na agricultura**. Embu: Igual Editora, 2004. p.213-219.
- FNP CONSULTORIA E AGROINFORMATIVOS. **Agriannual 2003**: anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2002. p. 295-331.

- GAYET, J.P.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M. et al. **Lima ácida ‘Tahiti’ para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA-SPI/FRUPEX, 1995. 36p.
- GINESTAR, C. & CASTEL, J.R. Responses of Young clementine citrus trees to water stress during different phenological periods. **Journal of Horticultural Science**, v.71, n.4, p.551-559, 1996.
- GONZÁLEZ-ALTOZANO, P. & CASTEL, J.R. Effects of regulated deficit irrigation on ‘Clementina de Nules’ citrus trees growth, yield and fruit quality. **Acta Horticulturae**, n.537, p. 749-758, 2000a.
- GONZÁLEZ-ALTOZANO, P. & CASTEL, J.R. Regulated deficit irrigation in ‘Clementina de Nules’ citrus trees II: Vegetative growth. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.75 n.4, p 388-392, 2000b.
- GOREN, R. Anatomical, physiological and hormonal aspects of abscission in citrus. **Horticultural Reviews**, v.15, p.145-182, 1993.
- HORTIBRASIL – INSTITUTO BRASILEIRO PARA A QUALIDADE NA HORTICULTURA. **Programa brasileiro para melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros: classificação do limão (lima ácida) Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka)**. São Paulo: CEAGESP, 2000. 5p.
- HSIAO, T.C. Growth and productivity of crops in relations to water status. **Acta Horticulturae**, n.335, p.137-148, 1993.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados agregados**. <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 fev. 2003.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 1985. 426p.
- KÖLLER, O.C. **Citricultura: laranja, limão, tangerina**. Porto Alegre: Editora Rígel, 1994. 446p.
- LUCHIARI, D.J.F. Citricultura irrigada ainda tem muito a crescer. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, n.56, 2003.
- MARCONDES, P.T.S. & COELHO, S.Y. Crescimento de fruto de limão ‘Tahiti’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n.2, p.203-207, 1991.
- MARLER, T.E. & DAVIES, F. Microsprinkler irrigation and growth of young ‘Hamlin’ orange trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, n.1, p.45-51, 1990.
- PARSONS, L.R. Weather and irrigation for the new year. **Citrus industry**, Tampa, v.1, n.1, p.16-17, 2005.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R. & SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- PIRES, R.C.M. Manejo da água na irrigação dos citros. **Laranja**, v.1, n.13, p.237-260, 1992.
- RAIJ, B. van; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.;

- CANTARELLA, H.; BELLINAZZI, J.R.; DECHEN, A.R. & TRANI, P.E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1992. 107p. (Boletim Técnico 100.)
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D & HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. **Science**, v.148, p.339-346, 1965.
- SHALHEVET, J. & LEVY, Y. Citrus trees. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (Ed.). **Irrigation of agricultural crops**. Madison: American Society of Agronomy, 1990. p.951-986.
- SILVA, C.R.; FOLEGATTI, M.V.; SILVA, T.J.A.; ALVES JÚNIOR, J.; SOUZA, C.F. & RIBEIRO, R.V. Water relations and photosynthesis as criteria for adequate irrigation management in 'Tahiti' lime trees. **Scientia Agricola**, v.62, n.5, p.415-422, 2005.
- SMART, R.E. & BARRS, H.D. The effect of environment and irrigation interval on leaf water potential of four horticultural species. **Agricultural Meteorology**, v.12, p.337-346, 1973.
- SOUTHWICK, S.M. & DAVENPORT, T.L. Modification of water stress-induced floral response in 'Tahiti' lime. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.112, n.2, p.231-236, 1987.
- SOUZA, M.J.H.; RAMOS, M.M.; SIQUEIRA, D.L.; MANTOVANI, L.C.; COSTA, L.C.; LHAMAS, A.J.M.; CECON, P.R. & SALOMÃO L.C.C. Graus-dia para o período antese-colheita da lima ácida 'Tahiti' irrigada e não irrigada. In: REUNIÃO ARGENTINA DE AGROMETEOROLOGIA, 9, 2002, Vaqueria, Córdoba, Argentina. **Anais...** Vaqueria, Córdoba: Sociedade Argentina de Agrometeorologia, 2002. CD-Rom.
- SYVERTSEN, J.P. Minimum leaf water potential and stomatal closure in citrus leaves of different ages. **Annals of Botany**, v.49, n.6, p.827-834, 1982.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Trad. de E. R. Santarém et al. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- TING, S.V. & ATTAWAY, J.A Citrus fruits. In: JULME, A.C. **The Biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, v.2, cap.3, p.107-169, 1971.
- TORRECILLAS, A.; RUIZ-SÁNCHEZ, M.C; DOMINGO, R. et al. Regulated deficit irrigation on fino lemon trees. **Acta Horticulturae**, n.335, p.205-212, 1993.
- URRIBARRÍ, L.L.; FRANCISCO ARAUJO, B. & VILLALOBOS, R. Una metodología para la estimación del estrés hídrico en plantas de lima 'tahiti' (citrus x 'tahiti'). **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.13, n.1, p.49-60, 1996.
- VERMEIREN, L. & JOBLING, G.A. **Irrigação localizada**. Trad. de H.R Gheyi et al. Campina Grande: UFPB, 1997, 184p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36.)
- VIEIRA, D. B. Irrigação de citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JR, J. & AMARO, A. A. **Citricultura Brasileira**. 2ed. Campinas: Fundação Cargill 1991. p.519-541.