

# Resposta da laranjeira pêra em níveis de irrigação

Altair Bertonha\*, Antonio Carlos Andrade Gonçalves, Paulo Sérgio Lourenço de Freitas e Roberto Rezende

Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.  
\*Autor para correspondência. e-mail: abertonha@uem.br

**RESUMO.** Com o objetivo de estudar o efeito da lâmina de irrigação na produção de laranjeiras (*Citrus sinensis* Osbeck), conduziu-se um experimento no Centro Técnico de Irrigação da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Estado do Paraná, durante os anos 2001/2002. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 níveis de irrigação complementar ( $L_1 = 10$ ,  $L_2 = 15$ ,  $L_3 = 20$  e  $L_4 = 25$ mm), realizada por gotejamento e controlada em função da evapotranspiração da cultura estimada pelo Tanque Classe A. A produção de frutos, o peso médio dos frutos, a produtividade de frutos e a quantidade de sólido solúvel produzido por árvore apresentaram uma relação quadrática em função das lâminas de irrigação, e o teor de sólidos solúveis do suco apresentou uma relação linear em função dos tratamentos.

**Palavras-chave:** irrigação, laranjeiras, evapotranspiração.

**ABSTRACT. Response of orange Tree in irrigation levels.** The experiment was conducted at the Centro Técnico de Irrigação of Universidade Estadual de Maringá in Maringá, state of Paraná, Brasil, in order to study the effect of irrigation in the orange tree (*Citrus sinensis* Osbeck) yield. The experimental design was entirely randomized with for rates of irrigation ( $L_1 = 10$ ,  $L_2 = 15$ ,  $L_3 = 20$  e  $L_4 = 25$ mm). Irrigation was performed through a drip and controlled according to the evapotranspiration of the crop, estimated by a Class A pan. The production of fruits, the medium weight of the fruits, the productivity of fruits and the amount of soluble solid produced by tree presented a quadratic relationship in function of the irrigation sheets and the tenor of soluble solids of the juice presented a lineal relationship in function of the treatments. The production of orange fruit, the fruit weight average and the production of orange fruit presented quadratic relationship in function of the application of the irrigation water.

**Key words:** irrigation, orange tree, evapotranspiration.

## Introdução

A laranjeira é a mais conhecida árvore frutífera cultivada no mundo, sendo originária do leste asiático nas regiões que incluem hoje a Índia, a China, o Butão, a Birmânia e a Malásia. Atualmente, os pomares mais produtivos encontram-se nas regiões de clima tropical e subtropical, destacando-se o Brasil, os Estados Unidos, o México, a China e a África do sul.

Nesse cenário, cabe discutir técnicas agrícolas que melhorem tanto a produtividade, como a qualidade dos frutos cítricos produzidos no Brasil com o propósito de dar condições ao citricultor de participar e atuar nesse mercado.

Dentre as técnicas agrícolas de importância para a citricultura, o manejo da água é uma prática que pode influenciar diretamente na produtividade dessa cultura. A alternância de período seco durante o

inverno e chuvoso no início da primavera induz o florescimento das plantas cítricas. No entanto, a ocorrência de *déficit* hídrico, durante a floração e início da frutificação, provoca queda de flores e de frutos, reduzindo sua produtividade.

Durante o florescimento e a frutificação ocorrem processos metabólicos que aumentam a demanda por água e por nutrientes, isso devido à intensificação das atividades metabólicas das folhas, responsáveis pela produção dos compostos orgânicos que constituirão os frutos. Nessa fase, a preservação ou ampliação do sistema radicular é importante para manter esses processos metabólicos que garantirão tanto a geração, como a fixação de um maior número de frutos (Rodrigues, 1980; Giorgi *et al.*, 1991).

A viabilidade da irrigação como fator de incremento de produção de frutos em Cítrus, no

Norte e Noroeste do Estado do Paraná, foi constatada por Calheiros *et al.* (1992). Isso vem corroborar com as observações de Giorgi *et al.* (1991) e Albrigo (1994) os quais atribuíram ao diferencial hídrico do solo entre o período de inverno, quando as precipitações pluviométricas são reduzidas e o início da primavera, quando se inicia a estação das chuvas, a responsabilidade pela quantidade de flores e de frutos produzida pelos Citrus. No entanto, fixações das flores e dos frutos são determinadas pela regularidade de fornecimento de água para as laranjeiras durante todo o ciclo de produção conforme Bertonha *et al.* (1999). Além desse diferencial hídrico, tanto para a manutenção dos frutos fixados nas árvores como para o acúmulo de massa ao longo do ciclo de produção, Doorenbos e Kassam (1979) recomendam a lâmina entre 900 e 1200mm para maximizar a produtividade das plantas cítricas.

Além da produção de frutos, a laranjeira deve ser mantida em contínuo crescimento para dispor de ramos jovens onde estará fixada a próxima florada. A diminuição da absorção de água pelas radículas afetará o potencial hídrico foliar que resulta na deterioração do *status* hídrico da planta, causando desequilíbrio na relação de absorção e de transpiração de água e na expansão foliar dos Citrus (Castro, 1994), originando períodos de murchamento foliar e intensa competição por água entre as folhas e os frutos (Cohen e Goell, 1984; Madore, 1994). Nessa condição, o aumento do *déficit* hídrico leva à queda de folhas e de frutos, podendo ainda ocorrer florescimento tardio ou precoce (Castro, 1994).

A queda de frutos está relacionada com a elevação dos níveis de etileno e celulose na zona de abscisão, sendo o *déficit* hídrico o estímulo para desencadear os mecanismos para síntese de etileno, o qual desencadeia o processo de síntese de celulose, reduzindo a resistência da camada de abscisão e facilitando a queda dos frutos. Portanto, a frequência de irrigação e a quantidade de água aplicada em pomares de laranjeiras são determinantes para a produção dessa planta (Koo, 1979).

Segundo Albrigo (1994), o tamanho do fruto é determinado pelo número de células que são formadas durante o período de divisão celular, no entanto a abundância de água no solo durante o desenvolvimento dos frutos pode aumentar a turgescência e, conseqüentemente, o tamanho desse. Em contrapartida, reduz os teores de sólidos solúveis e os níveis de acidez do fruto. A competição com órgão em desenvolvimento, como ramos e folhas, também limita o crescimento e, por conseqüência, o

tamanho dos frutos (Augusti, 1999).

A Laranjeira Pêra (*Citrus sinensis* Osbek vr. Pêra) é uma planta de porte médio, galhos mediamente eretos e folhas acuminadas. Apresenta produtividade média de 250kg de frutos por planta. Esses, possuem forma ovalada, com 3 a 4 sementes e peso médio de 145g. A casca é de coloração alaranjada, espessura fina à média, quase lisa, apresentando vesículas de óleo. A polpa é de cor laranja e apresenta textura firme. O suco é abundante, 52% de peso do fruto, com teores médios de Brix de 11,8%, acidez de 0,95% e o produto entre Brix e acidez "ratio" de 12,5 (Figueiredo, 1986).

Segundo Bertonha *et al.* (1999), cada metro cúbico de água aplicada em laranjeira Pêra resulta em acréscimo linear de 91,6 e redução quadrática de  $9,4 \cdot 10^{-2}$  frutos por árvore, respectivamente e o peso dos frutos aumenta em  $1,87 \text{g/m}^3$  de água aplicada. Guardiola (1992) observou que o tamanho do fruto é função da quantidade de água fornecida para a árvore e que o fruto funciona como fonte de água para manter os processos fisiológicos, Koo (1979) enfatiza que a produtividade dessas árvores está relacionada com o tamanho da copa que, por sua vez, está relacionada com o fornecimento de água para a árvore. Moreira (1988) e Magalhães (1988) destacam a água como importante regulador térmico do solo, ressaltando que 45% das radículas dos Citrus encontram-se até a 15cm de profundidade.

Conforme Doorenbos e Kassam (1979), provavelmente a produção relaciona-se linearmente com a evapotranspiração. É por esse motivo que muitas funções de respostas usadas para ajustar um modelo experimental são funções lineares. Porém, na maioria dos casos, o uso de funções não-lineares se faz importante para a obtenção dos pontos de máximo e mínimo, tornando-se ferramenta indispensável na análise econômica dos dados, onde se pode obter um valor considerado ótimo para a variável estudada.

Neste trabalho foram analisados os números de flores e de frutos por árvore e a produtividade da laranjeira, em função da estimativa da lâmina de água evapotranspirada pela cultura entre duas irrigações sucessivas.

## Material e métodos

O experimento foi instalado no campus experimental do Centro Técnico de Irrigação do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Estado do Paraná, situado a 23°25' de latitude sul, 51°57' de longitude oeste e 542 metros de altitude. O experimento foi iniciado ao término do florescimento, que ocorreu

em setembro de 2001, e foi encerrado no dia 4 de junho de 2002. A colheita dos frutos foi realizada em maio/junho de 2002.

Pela classificação de Köppen, o clima do local foi caracterizado como "Cfa", subtropical úmido, mesotérmico, com verão quente e com tendências a concentrar as chuvas no período de verão, mas sem estação seca definida (Instituto Agrônômico do Paraná, 1978). A precipitação e a temperatura média anual são, respectivamente, de 1500mm e de 16,7 °C, a média anual das temperaturas mínimas é de 10,3 °C e a média das temperaturas máximas é de 33,6 °C.

O solo local foi caracterizado como Nitossolo Vermelho Eutroférico (Embrapa, 1999), com topografia suave ondulada e declividade média de 4%. Os teores de argila, silte e areia na profundidade de 0 a 45cm são, respectivamente, 83, 12, e 5%. A densidade do solo nessa profundidade é de 1280kg/m<sup>3</sup>. Esse solo retém 0,58cm<sup>3</sup> de água a 0,001 MPa e 0,42cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> a 1,5 MPa conforme curva de retenção de água no solo, apresentada por Bertonha (1997).

Para a instalação do experimento foram selecionadas 24 plantas de laranjeira pêra (*Citrus sinensis* Osbeck vr. Pêra), com idade de 7 anos, enxertadas sobre limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck cv Cravo), espaçadas de 7m entre linhas de plantio por 4m entre plantas. A irrigação foi realizada com tubos gotejadores, mantendo um CUE de 96%. Cada 6 árvores úteis foram irrigadas pelas mesmas linhas de gotejadores, consistindo em uma parcela com 6 unidades experimentais que recebiam a mesma lâmina de irrigação.

A evapotranspiração da cultura foi estimada com base na evaporação do Tanque Classe A, conforme equação (1) com base na evaporação de água no tanque "Classe A" (ECA) descrito por Doorenbos e Pruitt (1977) e modificado por Vermeiren e Jobling (1986), para irrigação localizada, conforme a equação (1).

$$Etc = (ECA \cdot K_p \cdot K_c) \cdot Kr \quad (1)$$

em que:

Etc: evapotranspiração diária da cultura, mm;

K<sub>p</sub>: coeficiente do tanque, 0,75;

K<sub>c</sub>: coeficiente da cultura, 0,85; e

K<sub>r</sub>: a correção da evapotranspiração para área parcialmente coberta com vegetação, 0,65.

As irrigações foram realizadas quando a evapotranspiração acumulada da cultura, para cada tratamento, atingia 10mm para L<sub>1</sub>, 15mm para L<sub>2</sub>, 20mm para L<sub>3</sub> e 25mm para L<sub>4</sub>.

A lâmina de água a ser reposta no solo (L<sub>i</sub>) foi

estimada conforme a equação (2) pela somatória da evapotranspiração da cultura (Etc), da qual foram subtraídas as contribuições das chuvas (Ch).

$$L_i = \left| \left( \sum_{j=1}^n (Etc)_j \right) - \left( \sum_{j=1}^n Ch_j \right) \right| \quad (2)$$

em que:

L<sub>i</sub>: lâmina de irrigação de cada tratamento "i", mm;

i: número de tratamentos, 1,2,3,4;

j: número de dias necessários para acumular a lâmina de irrigação, dias;

Ch: contribuição das chuvas, mm.

As contribuições das chuvas efetivamente disponíveis para as plantas foram calculadas conforme a equação (3).

$$\left( \sum_{j=1}^n Ch_j \right) \leq L_i \quad (3)$$

Cada 6 árvores úteis foram irrigadas pela mesma linha de gotejadores, consistindo em uma parcela com 6 unidades experimentais que recebiam a mesma lâmina de irrigação.

Ao longo do ciclo de produção da laranjeira foram contadas as flores em 20/09/01 e os frutos fixados nas árvores em 20/10/01, 20 11/01 e em 20/05/02.

Na colheita foram separados, aleatoriamente, 20 frutos por árvore, 5 de cada quadrante da copa para estimar o peso médio e o Grau Brix médio dos frutos da árvore. O Grau Brix médio do suco destes frutos ou teor de sólidos solúveis (SS) foi considerado como sendo de todos os frutos da árvore e a quantidade de sólidos solúveis produzido por árvore (SSA) foi estimado com o produto do Grau Brix médio pelo volume de suco produzido pelos frutos da árvore. A produtividade das árvores foram quantificadas em caixas de frutos (Cx), sendo que uma caixa corresponde a 40,08kg de frutos.

A análise de regressão foi o método utilizado para estimar os modelos que correlacionaram as variáveis: número de flores e número de frutos em três contagens ao longo do ciclo de produção, peso médio dos frutos por árvore, caixa de frutos produzidos por árvore, Grau Brix por fruto, quantidade de sólidos solúveis produzido por árvore e área da copa das laranjeiras com os tratamentos (Lâminas de irrigação).

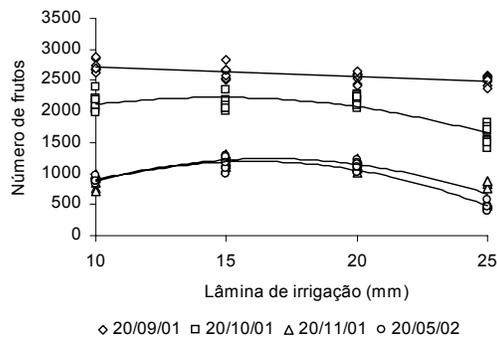
As equações de regressão apresentadas neste trabalho são significativas pelo teste "F", e seus termos significativos pelo teste "T" de student, todos

a 1% de probabilidade. Ajustou-se equações de regressão de primeiro e segundo grau para todas as variáveis estudadas, selecionando as de maior coeficiente de determinação para cada variável.

### Resultados e discussão

Neste trabalho foram analisados o número de flores e de frutos fixados durante um ciclo de produção e o peso médio dos frutos na colheita de laranja Pêra. Diante disso, tem-se a finalidade de identificar o efeito de lâminas de irrigação considerando as observações de Giorgi et al. (1991) e Castro (1994), os quais definem a produtividade de laranjeiras em função do número de frutos fixados nas árvores após o florescimento.

Os controles de irrigações foram iniciados no dia 01/06/01 e a quantidade de flores fixada nas árvores foram contadas no final da florada (20/09/01), quando se observou que o número de flores produzidas e fixadas nas árvores era inversamente proporcional à lâmina de irrigação aplicada (Figura 1).



**Figura 1.** Flores e frutos de laranja ao longo do ciclo de produção.

No final da frutificação (20/10/01), já se observava uma relação quadrática do número de frutos fixados às plantas (Figura 1), demonstrando que ocorreu queda de flores e frutos diferenciada em função dos tratamentos de irrigação. As árvores dos tratamentos submetidos às lâminas de 10 e 25mm apresentavam menor quantidade de frutos fixados, demonstrando que a fixação dos frutos estava sendo comprometida tanto pelas lâminas menores, que devido à frequência de irrigação reduziam a aeração do solo, quanto pelo aumento dos períodos de *déficit* hídrico que ocorrem com as irrigações de maiores lâminas, fatos que foram citados por Rodrigues (1980), Giorgi et al. (1991) e Calzavara et al. (2000).

Entre o final da frutificação (20/10/01) até 20/11/2001, quando os frutos estavam iniciando o crescimento, a relação quadrática entre os frutos

fixados e as lâminas de irrigação se manteve (Figura 1), no entanto a maior queda de frutos ocorreu com o tratamento de irrigação L<sub>1</sub> (10mm), demonstrando que as menores lâminas não foram suficientes para atender à demanda das árvores neste período, e que a deficiência de aeração pode também ter sido um fator responsável pela redução do número de frutos fixados (Bertonha et al., 1999).

Durante o dia 20 de novembro de 2001 até a colheita foi mantida a relação quadrática entre as lâminas de irrigação e o número de frutos fixados. No entanto é evidente, pela Figura 1, que o *déficit* hídrico foi o maior responsável pela queda de frutos, e que no tratamento de 10mm não ocorreu queda de frutos, acompanhando a tendência ditada por Goell (1994) e Madore (1994).

A partir dessas observações, pode-se afirmar que não existe uma única lâmina ideal para a laranja maximizar a produção, mas lâminas variáveis e frequências de irrigações distintas durante as diferentes fases de produção, floração até a colheita. Para a floração, o ajuste linear destaca as menores lâminas e as maiores frequências como ideais para a fixação das flores (equação 4).

$$Flo = 2861,1 - 14,825 \cdot L \quad (4)$$

$$R^2 = 50\%$$

em que:

Flo - Número de flores fixadas na árvore no final do florescimento.

Durante a fixação dos frutos, entre o final da floração e a frutificação completa, a melhor lâmina foi 14,67mm, com a qual se estima manter 2229 frutos fixados nas árvores (equação 5).

$$Fru = 1052,813 + 160,3125 \cdot L - 5,4625 \cdot L^2 \quad (5)$$

$$R^2 = 72\%$$

em que:

Fru - Número de frutos fixados na árvore no período descrito.

Durante o início do enchimento dos frutos, entre 20/10/01 e 20/11/01, a lâmina ideal que maximizou a fixação dos frutos foi de 16,18mm, e a respectiva produção estimada foi de 1202 frutos por árvore (equação 6).

$$Fru = -1106,02 + 228,0537 \cdot L - 8,80375 \cdot L^2 \quad (6)$$

$$R^2 = 94\%$$

Deste período até a colheita, a lâmina de 14,76mm maximizou a produção estimada de frutos em 990 unidades por árvore (equação 7),

evidenciando as constatações de Cohen e Goell (1984) que destacam o fruto como uma fonte de água para a árvore, que é solicitada quando o *déficit* hídrico do solo se acentua.

$$Fru = -1051,77 + 278,5444 \cdot L - 8,60521 \cdot L^2 \quad (7)$$

R<sup>2</sup> = 96%

A relação quadrática da estimativa de produção coloca em evidência dois fatores restritivos de produção para laranja Pêra: a deficiência de aeração para as irrigações mais freqüentes e o *déficit* hídrico prolongado que ocorrem nas irrigações com maiores lâminas. Porém, ambos proporcionam queda de frutos durante a fase inicial de fixação dos frutos (Figura 1).

Resultados semelhantes foram observados em estudos realizados por Guardioli (1992), enfatizando que a queda de frutos é devido à deficiência hídrica e de assimilados.

Observa-se também na Figura 1 que entre 20/09/01 e 20/10/01 o *déficit* hídrico de 25mm foi o maior causador de queda de frutos, entre 20/10/01 e 20/11/02 o tratamento de 10mm foi insuficiente para atender a demanda evapotranspirométrica da planta, provocando a maior queda de frutos e entre 20/11/02 e a colheita (20/05/03) quando os frutos já estão na fase de maturação e podem trocar água com a planta, funcionando como uma fonte de água para manter os processos bioquímicos, a lâmina de 25mm passa a ser a maior causadora de queda de frutos.

Do final da floração até a colheita caíram, respectivamente, 1.825, 1.972 frutos nos tratamentos de 10 e 25mm, sendo estimada uma queda de 1.183 frutos com a lâmina ótima, não coincidindo com Higelman (1977) e Koo (1979), que citam a irrigação somente durante o florescimento e início da frutificação como determinantes pra a produtividade da laranjeira.

Dentre os fatores de produção relevantes para a produtividade física da laranjeira estão o número de frutos fixados no período de colheita e o peso médio destes frutos. Observa-se na Tabela 1 que o número de flores e frutos caídos durante o ciclo da planta foi 1.840, 1.511 e 1.958, respectivamente para as lâminas L<sub>1</sub>, L<sub>máxi</sub> e L<sub>4</sub>, e a razão de frutos fixados na árvore durante a colheita em função do número de flores fixadas no final do florescimento foi 0,47; 0,80 e 0,27, respectivamente. O tratamento submetido à lâmina de 10mm (L<sub>1</sub>) foi o que produziu a maior quantidade de flores e o tratamento de 25mm (L<sub>4</sub>) o que apresentou a menor produção de flores.

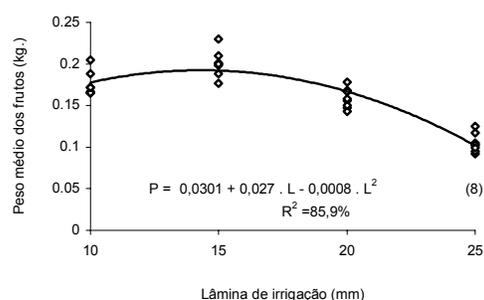
Outro fato que compõe a produtividade da laranjeira é o peso dos frutos colhidos que

combinado com o número de frutos produzidos pela árvore gerarão a produtividade da árvore. Neste trabalho, o peso médio dos frutos (P) em função dos tratamentos está apresentado na Figura 2, onde se observa que o peso dos frutos reduz mais acentuadamente da lâmina que estima o peso máximo para a lâmina de 25mm e conseqüentemente desta para a lâmina de 10mm.

**Tabela 1.** Número de flores e de frutos estimados nas árvores nas diferentes fases do ciclo da planta.

Etapas de produção	L <sub>1</sub>	L <sub>máxi</sub>	L <sub>4</sub>
Final da floração	2713	2713	2491
20/09/01 até 20/10/01	2103	2109	1646
20/10/01 até 20/11/02	894	1250	592
20/11/02 até a colheita	873	1202	533

L<sub>máxi</sub>: é a lâmina com a qual foi estimado o número máximo de frutos fixados na árvore no período em questão.



**Figura 2.** Peso médio de frutos colhidos em função da lâmina de irrigação.

O peso médio dos frutos estimado pelo modelo de regressão linear da equação 8 foi maximizado em 0,191kg/fruto quando irrigado com uma lâmina de 14,19mm e o menor peso médio, 0,0976kg/fruto, foi encontrado com a lâmina de 25mm, que corresponde a 0,094 kg/fruto, menor que o peso máximo.

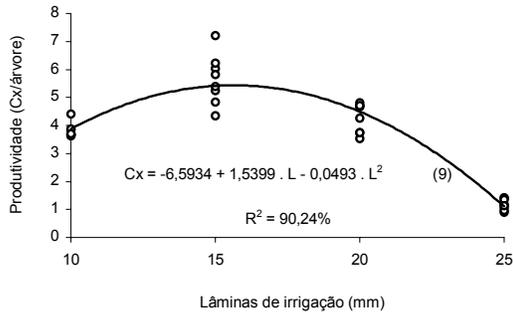
Estes valores diferem dos encontrados por Guardioli (1992), que encontrou uma relação linear inversa ente o peso dos frutos e as lâminas de irrigação. Também Bertonha *et al.* (1999) e Calzavara *et al.* (2000) não encontraram significância para o termo quadrático da equação de regressão para o peso médio dos frutos da laranjeira em função das lâminas de irrigação. Tal fato se deve à quantidade das contribuições de chuvas que ocorreram em cada experimento.

Dentre os fatores de produção analisados, o número de frutos que permanecem nas árvores é mais importante que o peso médio dos frutos, para a produtividade da laranjeira, conforme também observou Bertonha *et al.* (1999) e Calzavara (2000).

A produtividade das laranjeiras foi calculada com

o produto do número de frutos pelo peso médio dos frutos, em unidades de caixas de frutos (Cx), ajustando uma equação de regressão quadrática (equação (9)).

A equação de regressão ajustada com os dados da equação (9) está apresentada na Figura 3, e foi otimizada com 15,6mm estimando uma produção de 5,44 Cx de frutos/árvore.



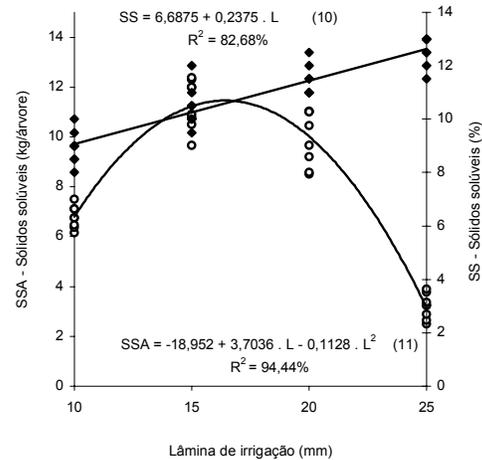
**Figura 3.** Número de caixas de frutos por árvore em função das lâminas de irrigação.

Observa-se na Figura 3 que o tratamento de maior lâmina (25mm) com maior intervalo entre irrigações é que apresentou a menor produtividade, 1,10 cx/árvore. Com a lâmina de 10mm, que foi aplicada com maior frequência, a produtividade foi de 3,87 Cx/árvore e com a lâmina estimada de 15,6mm otimizou-se a produção em 5,44 Cx/árvore.

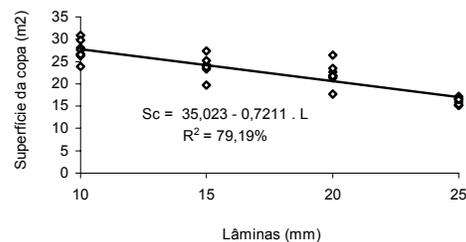
O teor de sólidos solúveis do suco dos frutos colhidos (SS) é um fator classificatório utilizado pelas indústrias na comercialização dos frutos, no entanto, para o produtor não é a porcentagem de sólidos solúveis por fruto que importa e sim a quantidade de sólidos solúveis produzidos por unidade de área ou por planta (SSA) que, por sua vez, é função da massa de laranja colhida. O teor de sólidos solúveis do suco dos frutos colhidos ajustou-se a uma equação de regressão linear e a quantidade de sólidos solúveis produzidos (Kg/árvore) a uma equação de regressão quadrática, ambos apresentados na Figura 4.

A produtividade máxima de sólidos solúveis foi de 11,46kg/árvore estimada com a lâmina de irrigação de 16,46mm e a produtividade mínima, 3,17kg/árvore, foi estimada com a lâmina de irrigação de 25mm (tratamento  $L_4$ ). Com tratamento  $L_1$  (10mm) foi estimada a produtividade de 6,81kg/árvore. Enquanto a quantidade de sólidos solúveis no suco dos frutos aumenta proporcionalmente a lâmina de irrigação no intervalo estudado, a massa de sólidos solúveis produzidos por árvore apresenta um ponto de máxima com a lâmina estimada de 16,46mm.

A área da superfície da copa das laranjeiras foi outro fator avaliado, respectivamente no dia 6 de maio de 2001 e 6 de maio de 2002 (Figura 4). Na primeira medição, as superfícies eram semelhantes e mediam 20m<sup>2</sup>, no entanto, na segunda medição observou-se uma redução da área da superfície da copa das árvores, inversamente proporcional à lâmina de irrigação aplicada (Figura 5).



**Figura 4.** Teor de sólidos solúveis (SS) e produção de sólidos solúveis por árvore de laranja (SSA) em função dos níveis de irrigação.



**Figura 5.** Área da copa das laranjeiras em função da estimativa da lâmina de irrigação.

Isso se deve, provavelmente, à incapacidade da planta de fornecer produtos fotoassimilados para atender à demanda de enchimento dos frutos e do crescimento dos ramos simultaneamente, concordando com os resultados obtidos por Madore (1994), que salienta a competição entre os drenos vegetativos e os reprodutivos por produtos fotoassimilados.

Conforme Figura 5, a redução da superfície da copa das laranjeiras está diretamente relacionada com a frequência das irrigações. Aumentando a lâmina de irrigação, aumenta também o intervalo entre regas, o que provoca redução na absorção de

assimilados pelas plantas, concordando com o estudo realizado por Castro (1994). Dessa forma, as menores lâminas, aplicadas com maiores frequências fornecerão melhores condições para o aumento de produtividade do próximo ciclo de produção.

### Referências

- ALBRIGO G. Influências Ambientais no Desenvolvimento dos Frutos Cítricos. In: DONADIO L. C.; SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 2, 1994, Campinas. *Anais*. Campinas: Fundação Cargill, 1994. p 101-105.
- AUGUSTÍ, M. Floración y Frutificación de los Cítricos In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF FRUIT CROP - PRODUCTION AND QUALITY OF CITRUS FRUITS, 1 Botucatu. *Proceedings...* Botucatu: Fapesp. 1999 p. 161-186.
- BERTONHA, A. *Função de resposta da laranja Pêra à irrigação complementar e nitrogênio*. 1997. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.
- BERTONHA, A. *et al.* Irrigação e adubação nitrogenada na produção de laranja-pêra *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 21, n.3, p. 537-542, 1999.
- CALHEIROS, R. O. *et al.* Viabilidade técnica da citricultura irrigada nas regiões norte e noroeste do Paraná. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 27, n. 6, p. 963-973, 1992.
- CALZAVARA, S. A. *et al.* Número de frutos de laranja em função da frequência da irrigação complementar. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 22, n. 4, p. 1125-1128, 2000.
- CASTRO, P. R. L. Comportamento do Cítricos sob Déficit Hídrico. *Laranja*, Cordeirópolis. v. 15, n. 2 p. 139-154, 1994.
- COHEN, A.; GOELL, A. Fruit development as an indicator of the irrigation needs of citrus trees. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 6 São Paulo, 1984. *Proceedings*. São Paulo: International Society of Citriculture, 1984. v. 2, p. 114-117.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. *Yield response to water*. Rome: FAO, 1979. (Irrigation and Drainage Paper, 33).
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Crop water requirements. Rome: FAO, 1977. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 24).
- EMBRAPA Sistema brasileiro de classificação de solos. *Embrapa*, 1999.
- FIGUEIREDO, J. O. Variedades - Copa de Citros. In: ENCONTRO PARANAENSE DE CITRICULTURA, 1. 1986. *Anais...* Londrina: Iapar, 1986. p. 59-78.
- GIORGI, D. I. F. *et al.* Influência climática na produção de laranja. *Laranja*, Cordeirópolis, v. 1, n. 12, p. 163-192, 1991.
- GOELL, A. Fisiologia da produção. In: DONADIO, L. C.; SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 2, 1994. *Anais...* Fundação Cargill, 1994. p. 173 -185.
- GUARDIOLA, J. L. Fruit set and growth. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON CITRUS, 2, 1992. Bebedouros. *Proceedings*. Bebedouros: International Society of Citriculture, 1992. v. 2, p 121-123.
- HILGEMAN, R. H. Response of Citrus trees to water Stress in Arizona. Fertilizing through drip irrigation systems on orange trees. *Proceedings*. International Society of Citriculture, 1977, v. 1, p. 70-74.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná*. Londrina: Iapar, 1978.
- KOO, R. C. J. The influence of N, K and irrigation on tree size, and fruit production of "Valencia" orange. 1979. *Proceeding...* Florida: State Horticulture Society, v.92, p 10-13. 1979.
- MADORE, M. A. Phloem Transport of Solutes in Crop Plants. University of California, Riverside, California. In: PESSORAKLI, M. (Ed.) *HandBook of plant and crop physiology*. Tucson: The University of Arizona, 1994. p.337-353.
- RODRIGUÊS, O. Nutrição e adubação de citrus. In: RODRIGUÊS, O.; VIÉGAS, F. C. P. (Ed.). *Citricultura Brasileira*. Campinas: Fundação Cargill, 1980. p. 385-428.
- VERMEIREM, I.; JOBLING, G. A. *Localized Irrigation*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1986.

Received on July 16, 2003.

Accepted on March 16, 2004.