

## ÁREA FOLIAR DE CITRUS IRRIGADO POR GOTEJAMENTO SOB ESTRESSE HÍDRICO CONTÍNUO E INTERMITENTE

**EUSÍMIO FELISBINO FRAGA JÚNIOR<sup>1</sup>; ROBSON MAURI<sup>1</sup>; DANIEL PHILIPPE VELOSO LEAL<sup>2</sup>; FERNANDO DA SILVA BARBOSA<sup>1</sup>; LUCAS MELO VELLAME<sup>3</sup> RUBENS DUARTE COELHO<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Engº Agrônomo, Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, eusimio@hotmail.com

<sup>2</sup> Engº Agrônomo, Mestrando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP.

<sup>3</sup> Profº Doutor do IFSertão/Campus Oricuri-Pernambuco.

<sup>4</sup> Professor Associado, Departamento de Engenharia de Biosistemas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" –Piracicaba-SP. rdcoelho@usp.br

### 1 RESUMO

O objetivo neste trabalho foi estudar o efeito do estresse hídrico e da fração de área molhada (100% e 12,5%) na área foliar da laranja Valência, sob dois tipos solo e porta enxertos de citrumelo Swingle e limão Cravo. O experimento foi conduzido na área de pesquisa do Departamento de Engenharia de Biosistemas na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP) em ambiente protegido. Foi utilizado o delineamento em esquema fatorial 2 x 2 x 2 x 2 com os tratamentos dispostos em faixas, totalizando 16 tratamentos, constituídos da combinação de dois tipos de solos (argiloso e franco-arenoso), dois porta-enxertos (limoeiro 'Cravo' e citrumelo 'Swingle'), duas frações de área molhada (100% e 12,5%) e dois níveis de deficiência hídrica: 1) Estresse Hídrico Contínuo (suspensão da irrigação por 30 dias) 2) Estresse Hídrico Intermitente (sub-lâmina) - aplicação de 30% da ET<sub>0</sub>. Determinou-se simultaneamente o conteúdo de água no solo e o crescimento das plantas. Em termos de área foliar, o estresse contínuo promoveu uma maior desfolha das plantas, sendo significativa a diferença entre os tipos de solo, as condições de estresses e a interação tipo de solo e porta-enxertos.

**Palavras-Chave:** Deficiência hídrica; indução floral; irrigação; crescimento vegetativo

**FRAGA JUNIOR, E. F.; MAURI, R.; LEAL, D. P. V.; BARBOSA, F. da S.; VELLAME, L. M.; COELHO, R. D. LEAF AREA OF CITRUS CROP WATER STRESS DRIP UNDER CONTINUOUS AND INTERMITTENT**

### 2 ABSTRACT

This work aims to study the effect of water stress and the fraction of wetted area (100% and 12.5%) in the vegetative growth of Valencia orange trees under two soil types and rootstocks of Rangpur lime and Swingle Swingle. The experiment was conducted in the experimental research area of the Department of Biosystems Engineering at the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ / USP) in a greenhouse. It was used as design factorial a 2 x 2 x 2 x 2 with treatments arranged in bands, totaling 16 treatments, the combination of two types of soils (clayey and sandy loam), two-door grafts (Rangpur lime and Swingle 'Swingle'), two fractions of wetted area (100% and 12.5%) and two levels of

water stress: 1) Continuous water Stress (withholding water for 30 days) 2) Stress Intermittent water (sub-blade) - application of 30% of ET<sub>0</sub>. Was determined by both the water content in the soil and the growing plants. In terms of leaf area, the continuous stress promoted a greater defoliation of plants, with a significant difference between soil types, conditions of stress and the interaction soil type and rootstock.

**Keywords:** Water stress; floral induction; irrigation; vegetative growth

### 3 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de laranja, responsável por 50% da produção mundial do suco de laranja. O setor movimentava entre 1,5 e 2,5 bilhões de reais ao ano com as exportações e geram aproximadamente 230 mil empregos diretos e indiretos (NEVES et al., 2010). O Estado de São Paulo é responsável por cerca de 80% da produção brasileira e 72% da área colhida no País que é de aproximadamente 840 mil hectares (FNP, 2011).

Na citricultura brasileira a irrigação vem sendo utilizada desde meados dos anos 70, sendo que nos anos 90 a área de pomares irrigados representava cerca de 1% da área total. A partir de 2000 houve um aumento considerável dessa área, devido à morte súbita dos citros, que obrigou a troca do porta-enxerto limão Cravo (tolerante a seca) por outros porta-enxertos (menos tolerantes a seca), incentivando o uso da irrigação principalmente nos períodos críticos de floração e fixação de frutos. Hoje a área irrigada representa 26,6 % dos pomares (Tabela 1), sendo crescente a adoção de sistemas de irrigação localizada (FNP, 2007; IBGE, 2006).

**Tabela 1.** Área de laranja e citros total e irrigada

	Laranja		Citrus	
	Área colhida Total (Hectares)	% Irrigada	Área colhida Total (Hectares)	% Irrigada
Brasil	596.918	26,39	629.245	26,62
Norte	7.923	34,29	9.262	32,79
Nordeste	64.774	5,90	71.228	9,39
Sudeste	495.544	29,80	518.977	29,69
Sul	23.696	3,81	24.268	3,88
Centro-Oeste	4.993	48,55	5.487	50,43

**Fonte:** IBGE - Censo Agropecuário (2006)

A irrigação localizada vem crescendo destacadamente no cenário mundial mostrando ser um mercado promissor quando comparado aos outros sistemas que já se encontram com sua demanda e oferta estabilizadas. Com esse sistema de irrigação, o volume de água aplicado é reduzido e restrito a uma parcela de solo, reduzindo-se as perdas por evaporação (ROCHA, 2008).

O estresse nas plantas induz mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do vegetal, sendo um fator externo que interage com a produção agrícola. Para que ocorra a indução floral em citros as plantas necessitam de algum tipo de estresse. Esse estresse é ocasionado principalmente por déficit hídrico (estresse hídrico) e baixas temperaturas. Entretanto, apesar da necessidade de considerar o estresse hídrico para o florescimento,

condições extremas de seca podem prejudicar o desenvolvimento e produção, necessitando irrigação para amenizar efeitos drásticos (CASTRO, 1994).

Pire e Rojas (1998), estudando o efeito do estresse hídrico na produção de brotações vegetativas e florais em lima ácida 'Tahiti', constataram que o crescimento de brotos vegetativos e reprodutivos com irrigação contínua (sem estresse hídrico), foi bem menor em comparação com os tratamentos que tiveram 4, 8 e 12 semanas de estresse hídrico. Verificaram ainda que a atividade floral decresceu linearmente com a diminuição do estresse hídrico e que a atividade vegetativa na planta era grande até um potencial de água na folha de -2MPa, quando, a partir desse índice ocorreu um aumento da atividade floral em relação à atividade vegetativa.

Dessa forma, fundamentando-se na hipótese de que um estresse menos severo, na forma de irrigação intermitente, causa menores danos à cultura, proporcionando uma menor redução da área foliar, comparado com um estresse contínuo e prolongado, o objetivo no presente trabalho foi estudar o efeito do estresse hídrico e da fração de área molhada (100% e 12,5%) no crescimento vegetativo da laranjeira Valência, sob dois tipos solo e porta enxertos de citrumelo Swingle e limão Cravo.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de outubro de 2010 à setembro de 2011, no Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), em ambiente protegido, situado no município de Piracicaba - SP, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 22° 42' 32" S, longitude 47° 37' 45" W e altitude de 548 m (Datum WGS84).

O clima da região, na classificação climática de Köppen, é do tipo *Cwa*, isto é, subtropical úmido, com três meses mais secos (junho, julho e agosto), caracterizado por chuvas no verão e seca no inverno. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C e a do mês mais frio, inferior a 18 °C.

A casa de vegetação tinha a cobertura de filme plástico de polietileno transparente, de 150 µm de espessura e laterais fechadas, com tela tipo sombrite com 30% de interceptação luminosa. Foram distribuídas, em uma área útil de 160 m<sup>2</sup>, 56 caixas de cimento amianto de 0,50 m<sup>3</sup>, nas dimensões: 0,92 m de largura, 1,08 m de comprimento e altura de 0,65 m, distribuídas em quatro faixas com 14 caixas cada, mantendo uma distância de 1,20 m das laterais da estufa.

Os solos utilizados neste trabalho foram: Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa, denominado "Série Sertãozinho" e Nitossolo Vermelho eutrófico, fase argilosa, denominado "Série Luiz de Queiroz". As características físico-hídricas determinadas por Chaves (2009) estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Análise físico-hídrica dos solos utilizados no experimento: umidade na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha permanente (PMP), capacidade de água disponível (CAD), densidade do solo ( $D_s$ ), densidade de partículas do solo ( $D_p$ ), porosidade total do solo (PT) - (Fonte: CHAVES, 2009)

Camada (cm)	CC*	PMP*	CAD (mm)	$D_s$	$D_p$	PT (%)	Frações granulométricas			Classe Textural
							Areia	Silte	Argila	
	$g \cdot g^{-1}$			$g \cdot cm^{-3}$			%			
Latossolo Vermelho Amarelo "Série Sertãozinho"										
0 - 15	0,148	0,069	18,1	1,53	2,65	42,3	75,1	7,8	17,1	Franco-Arenoso
15 - 30	0,151	0,065	19,4	1,50	2,65	43,4	74,5	8,0	17,5	
30 - 45	0,143	0,078	16,5	1,69	2,64	36,0	74,4	8,6	17,0	
Nitossolo Vermelho eutrófico "Série Luiz de Queiroz"										
0 - 15	0,321	0,205	22,3	1,28	2,70	52,6	31,3	14,8	53,9	Argiloso
15 - 30	0,333	0,207	24,0	1,27	2,70	53,0	31,0	16,1	52,9	
30 - 45	0,340	0,218	24,0	1,31	2,71	51,7	30,1	17,3	52,6	

\*CC - umidade correspondente ao potencial mátrico ( $\psi_m$ ) de 4,85 kPa para respectivos solos; PMP - umidade correspondente ao  $\psi_m$  de 1500 kPa

Foi utilizado o delineamento em esquema fatorial  $2 \times 2 \times 2 \times 2$  com os tratamentos dispostos em faixas, totalizando 16 tratamentos, constituídos da combinação de: dois tipos de solos (argiloso e franco-arenoso), dois porta-enxertos ( limoeiro 'Cravo' e citrumelo 'Swingle'), duas frações de área molhada (100% e 12,5%) e dois níveis de deficiência hídrica: 1) Estresse Contínuo (suspensão da irrigação por 30 dias) 2) Estresse intermitente (sub-lâmina) - aplicação de 30% da  $ET_0$  -. A unidade experimental é representada por uma caixa contendo uma planta de laranja.

Para tal, foram preparadas caixas para a execução da irrigação compartimentada (através da divisão das caixas em diferentes proporções de área (50; 25; e 12,5%), utilizando-se de placas de madeira processada - Eucatex - revestidas com lona plástica), bem como o transplântio das mudas (outubro de 2008), conforme a Figura 1. Logo em seguida, realizou-se a imposição do tratamento de redução de área molhada (12,5%), bem como a imposição dos estresses.



**Figura 1.** Divisão interna dos vasos, plantio das mudas e irrigação na fase inicial e durante a imposição dos tratamentos de diferentes condições de área molhada. (Adaptado de VELLAME, 2010)

#### 4.1 Conteúdo de água no solo

A umidade do solo foi calculada pela equação de van Genuchten (1980), conforme a Eq. 1, com os parâmetros da curva de retenção conforme a Tabela 3.

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha |\Psi_m|)^n]^m} \quad (1)$$

em que:

$\theta$  ( $\Psi_m$ ) - umidade volumétrica em função do potencial mátrico, em  $m^3 m^{-3}$ ;

$\theta_r$  - umidade volumétrica residual do solo, em  $m^3 m^{-3}$ ;

$\theta_s$  - umidade volumétrica do solo saturado, em  $m^3 m^{-3}$ ;

$m$  e  $n$  - parâmetros de regressão da equação, adimensionais;

$\alpha$  - parâmetro com dimensão igual ao inverso da tensão, em  $kPa^{-1}$ ; e

$\Psi_m$  - potencial mátrico, em kPa.

A variação de volume de água armazenado no solo foi determinada pela variação na umidade volumétrica já que o volume total de solo é conhecido. O potencial da água no solo foi medido por meio de tensiômetros instalados a 0,15 e 0,45 m de profundidade em todos os compartimentos das caixas. Foram instalados transdutores de pressão (MPX5100 – Motorola) em 48 tensiômetros (seis caixas) a fim de um monitoramento contínuo. As leituras nos demais tensiômetros (leitura manual), foram realizadas em um intervalo máximo de três dias utilizando um tensiômetro de punção. Com as leituras médias do potencial mátrico ( $\Psi_m$ ) para cada tratamento, foi calculada a necessidade de irrigação para elevar a umidade do solo à capacidade de campo.

**Tabela 3.** Valores de umidade de saturação ( $\theta_s$ ) e residual ( $\theta_r$ ) e dos parâmetros ( $\alpha$ ,  $n$  e  $m$ ) do modelo de van Genuchten para os solos utilizados no experimento (Fonte: CHAVES, 2009)

Camada (cm)	$\theta_s$ ( $cm^3 cm^{-3}$ )	$\theta_r$ ( $cm^3 cm^{-3}$ )	$\alpha$ ( $cm^{-1}$ )	$m$	$n$
Latossolo Vermelho Amarelo “Série Sertãozinho”					
0 - 15	0,421	0,098	1,3464	0,1799	2,7175
15 - 30	0,412	0,085	1,5708	0,1648	2,5028
30 - 45	0,374	0,122	1,1291	0,2749	1,5619
Nitossolo Vermelho eutrófico “Série Luiz de Queiroz”					
0 - 15	0,529	0,246	0,4144	0,5187	0,8650
15 - 30	0,564	0,246	0,2187	0,8555	0,6068
30 - 45	0,561	0,261	0,2799	0,5997	0,6985

#### 4.2 Manejo da Irrigação

O manejo da irrigação foi realizado com base em dados de umidade do solo obtidos a partir de leituras de tensiômetro / curva de retenção, de acordo com os tratamentos adotados.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, tipo botão autocompensado (PCJ-CNL) com três vazões diferentes em função do tratamento irrigado. Essas diferentes vazões visavam facilitar o controle do tempo de irrigação. Em cada gotejador adaptou-se um tê de derivação, microtubos e haste plástica na extremidade de cada microtubo para fixação no

solo, permitindo assim melhor distribuição da água em toda a superfície da caixa. A irrigação era realizada de forma independente para cada tratamento, utilizando-se de um sistema de controle composto de um programa computacional que comandava, através da porta serial do computador, um circuito eletro-eletrônico que acionava a moto-bomba e a válvula elétrica de cada caixa individualmente.

Durante o período de janeiro à julho de 2011, a irrigação foi realizada de forma a garantir um desenvolvimento uniforme do sistema radicular. Para tanto, no compartimento correspondente a 50% da caixa foi aplicada uma vazão de 4 L h<sup>-1</sup>, no compartimento de 25% uma vazão de 2 L h<sup>-1</sup> e para os compartimentos de 12,5%, 1 L h<sup>-1</sup>. Nas caixas não divididas foram usados gotejadores de 8 L h<sup>-1</sup> com divisores de descarga. A metodologia de manejo apresentada acima inicialmente foi adotada para todos os tratamentos. Para a época da diferenciação dos tratamentos de deficiência hídrica, a irrigação foi suspensa totalmente ou aplicada a uma razão de 30% da evapotranspiração de referência, determinada pelo método de Penman-Monteith (ET<sub>0</sub>).

Ao final da imposição da deficiência hídrica foram retiradas 24 amostras de solo (uma para cada combinação de tratamentos) para quantificação da umidade através da metodologia gravimétrica, uma vez que os tratamentos chegaram a níveis baixos de umidade ( $\psi_m < -90$  kPa), não sendo possível a medida por tensiometria. As amostras retiradas foram colocadas em recipientes de alumínio com peso já determinado e com boa vedação, sendo posteriormente pesadas ( $m_u$ ), levadas à estufa (105 °C) por 48 horas e pesadas novamente ( $m_s$ ) e calculada a umidade atual do solo com a eq. (2).

$$U = \frac{m_u - m_s}{m_s} \quad (2)$$

em que:

U - umidade gravimétrica, em g g<sup>-1</sup>;

$m_u$  - massa de solo úmido, em g; e

$m_s$  - massa de solo seco em estufa, em g.

### 4.3 Variáveis meteorológicas

A evapotranspiração de referência foi estimada pelo método padrão da FAO, conforme a eq. (3).

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (DPV)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (3)$$

onde:

ET<sub>0</sub> - evapotranspiração de referência, em mm dia<sup>-1</sup>;

R<sub>n</sub> - saldo de radiação na superfície, em MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>;

G - fluxo de calor no solo, em MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>;

T - temperatura média do ar a 2 m de altura, em °C;

u<sub>2</sub> - velocidade do vento a 2 m de altura, em m s<sup>-1</sup>;

DPV - déficit de pressão de vapor, em kPa;

Δ - declividade da curva de pressão de vapor, em kPa °C<sup>-1</sup>; e

γ - constante psicrométrica, em kPa °C<sup>-1</sup>;

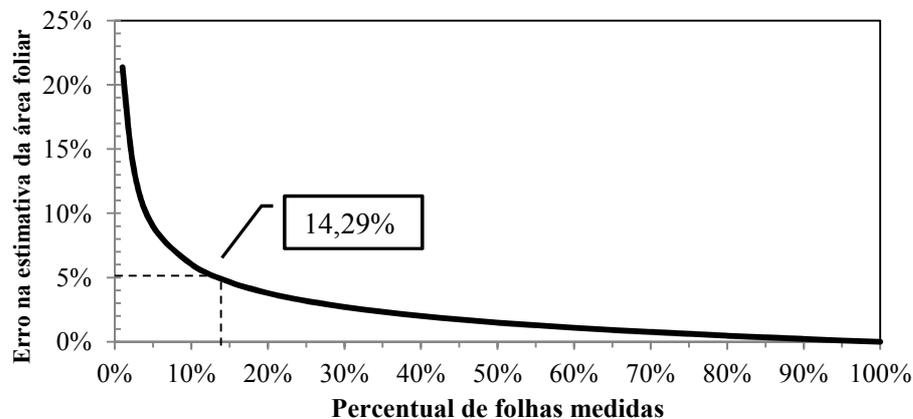
As variáveis meteorológicas monitoradas foram radiação solar global, por meio de piranômetro (LP02-L12 - Campbell Sci.) e umidade relativa e temperatura do ar, por meio de sensor Vaisala (HMP45C-L12 - Campbell Sci.). Os sensores estavam instalados a 2,0 m de altura no centro da estufa. Os dados foram adquiridos a cada 30 segundos e integrados inicialmente a cada 15 minutos por meio de sistema de aquisição ou “datalogger” (Campbell CR1000).

#### 4.4 Crescimento vegetativo

No início da primeira avaliação determinou-se a área foliar – AF (m<sup>2</sup>) de uma planta que visualmente foi considerada representativa do experimento, onde contou-se o número total de folhas por planta e mediu-se o maior comprimento – C (m) e largura – L (m) do número total de folhas de uma das plantas. A área foliar de cada folha foi calculada pela Eq. 4 (COELHO FILHO et al., 2005).

$$AF = 0,72 C L \quad (4)$$

Nas demais plantas foi contado o número total de folhas e medido o comprimento e a largura de 14,29% das folhas (uma folha em cada sete). Esse percentual foi estipulado com base na distribuição de frequência dos dados obtidos da planta considerada representativa, para um erro na estimativa menor que 5%, conforme a Figura 2. Foram realizadas medidas de área foliar no início e no final das avaliações (agosto 2011 e outubro 2011).



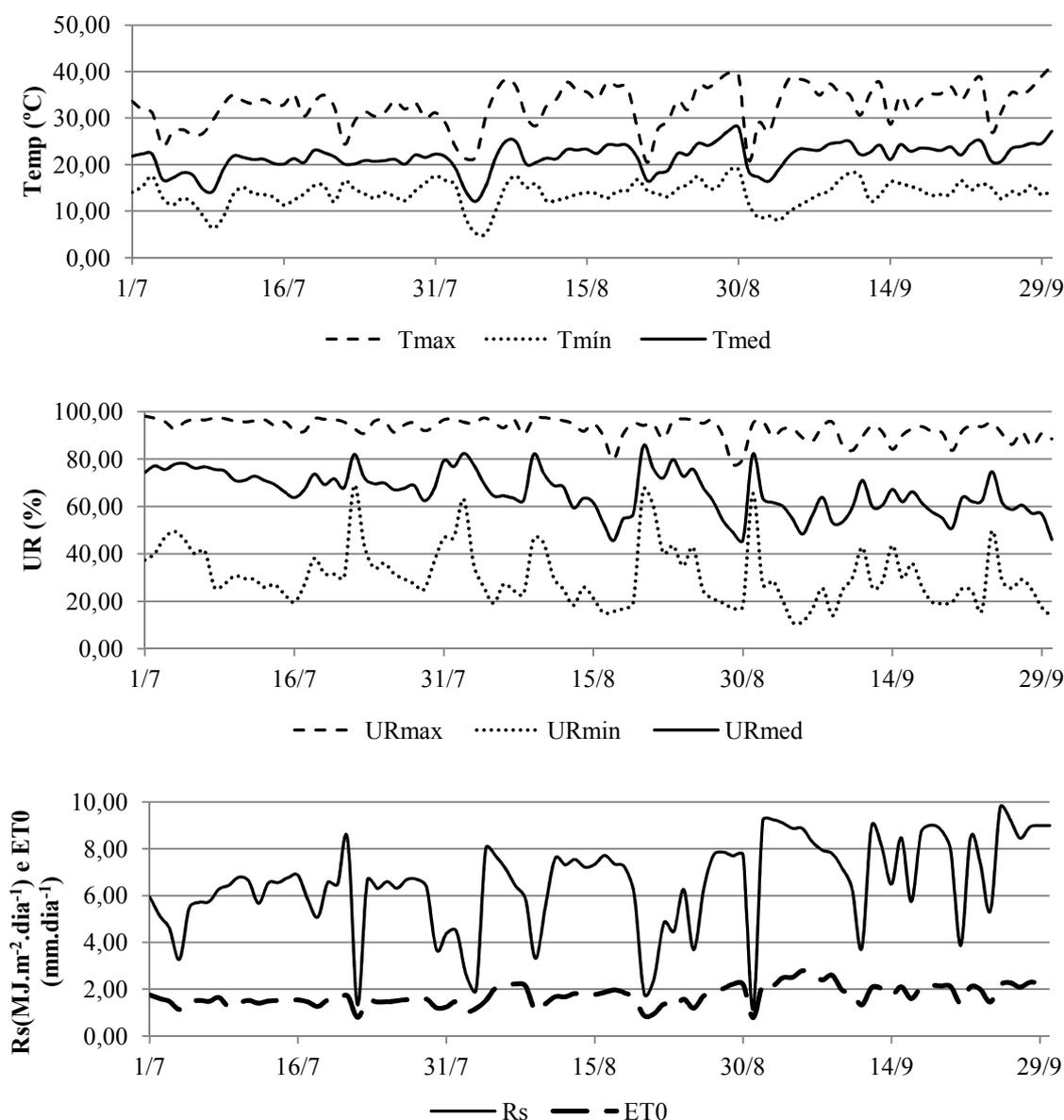
**Figura 2.** Erro na estimativa da área foliar em função do percentual de folhas amostradas.

Os dados coletados foram submetidos à análise estatística com nível de significância de 5%. Para a verificação da normalidade e da homocedasticidade, foram utilizados os testes Kolmogorov-Smirnov e Bartlett, respectivamente. Após a verificação dos mesmos, foi utilizada a ANOVA, sendo utilizado, posteriormente, o teste de Tukey para comparações múltiplas entre as médias de tratamentos. O tratamento dos dados foi realizado em ambiente ASSISTAT 7.0.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Dados Meteorológicos

Durante o período de condução do experimento (01/07/2011 a 30/09/2011), foi anotada a variação dos dados meteorológicos, conforme a Figura 3. Durante o período de imposição do estresse hídrico (01/08 a 31/08), o valor máximo de ET0 ocorreu no dia 29/08/2011, (2,22 mm dia<sup>-1</sup>), e o valor mínimo incidiu logo após, no dia 31/08/2011 (1,09 mm dia<sup>-1</sup>), em função da queda abrupta da radiação solar e temperatura, e conseqüentemente, elevada umidade relativa do ar. Entretanto, em seguida, os valores de radiação solar e temperatura aumentaram, atingindo valor máximo no dia 05/09/2011 (2,79 mm dia<sup>-1</sup>). As médias do período de imposição do estresse para radiação solar, temperatura média e ET0 foram, respectivamente, 5,81 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, 21,61°C e 1,62 mm dia<sup>-1</sup>.



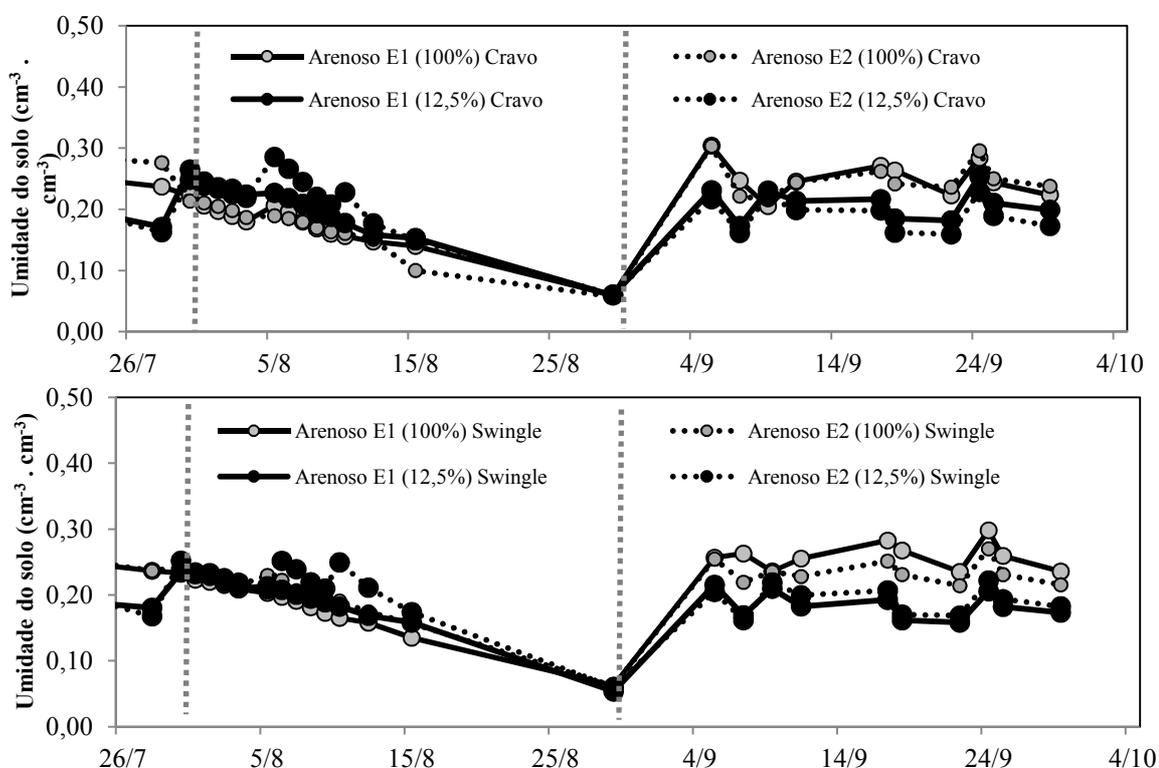
**Figura 3.** Comportamento diário das variáveis meteorológicas; temperatura máxima (Tmax),

temperatura mínima (Tmin), temperatura média (Tmed), umidade relativa máxima (URmax), umidade relativa mínima (URmin), umidade relativa média (URmed), radiação solar (Rs) e evapotranspiração de referência estimada (ET0).

Segundo Pereira et al. (2002) e Sentelhas (2005), na fase de crescimento vegetativo, a maioria das espécies de citros tem seu crescimento, tanto da parte aérea como das raízes, sensivelmente reduzido a uma temperatura diurna constante entre 12°C e 13°C, paralisando-o por volta dos 5°C. Acima de 12°C, a taxa de crescimento da parte aérea da planta, expresso em termos de massa verde, aumenta gradativamente, alcançando a máxima por volta dos 23°C a 31°C. Acima de 32°C, a taxa de crescimento passa a decrescer, até que a partir dos 37°C o crescimento cessa, devido a danos fisiológicos. De acordo com o autor, a temperatura do ar exerce influência sobre todas as fases de desenvolvimento das plantas cítricas, desde a germinação e crescimento das mudas até a maturação dos frutos.

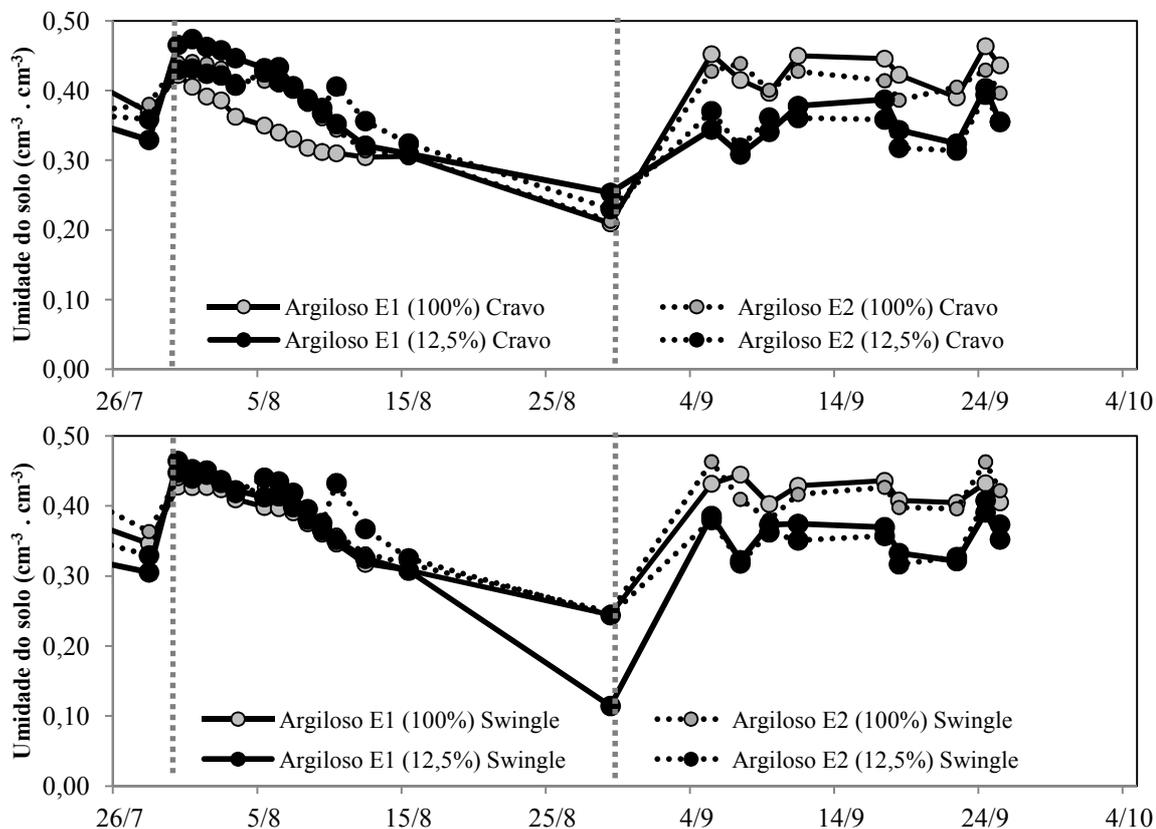
## 5.2 Conteúdo de água no solo

A variação da umidade do solo nos tratamentos, durante o período avaliado, encontra-se apresentada na Figura 4 e 5. Os dados de umidade estão agrupados, mediante a estimativa da umidade pelo potencial mátrico (Tensiometria) exceto para a data de 29 de agosto, período em que foram obtidos os menores valores, sendo que, para esta ocasião, foi adotado o método gravimétrico. De maneira geral, a umidade do solo para o estresse intermitente (E2) foi maior para todos os tratamentos e avaliações, quando comparada com a umidade das plantas submetidas à estresse contínuo (E1).



**Figura 4** Média da umidade em base volume para solo arenoso e diferentes porta-enxertos para estresse contínuo (E1) e intermitente (E2), considerando a área molhada (100% e 12,5%)

Na última avaliação pelo método de tensiometria (15 dias após imposição dos tratamentos), é evidente a baixa umidade do solo em todos os tratamentos, sendo o potencial mátrico amostrado no limite do método ( $< -90$  kPa), constituindo mais de 50% da AD (água disponível) total consumida (CC-PMP).



**Figura 5.** Média da umidade em base volume para solo argiloso e diferentes porta-enxertos para estresse contínuo (E1) e intermitente (E2), considerando a área molhada (100% e 12,5%)

### 5.3 Área Foliar

Para este parâmetro houve diferenças quanto à época avaliada (antes (AF1) e depois do estresse (AF2), devido a desfolha, conforme a Figura 6, quando considera-se a imposição do estresse (Tabela 4).



**Figura 6.** Planta antes (A) e após (B) a imposição dos estresses

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para a área foliar para as plantas submetidas aos diferentes tratamentos testados

FV	GL	Estatística F	
		AF 1	AF 2
Solo	1	0,49 <sup>ns</sup>	11,07**
Estresse	1	2,13 <sup>ns</sup>	15,51**
Aw	1	2,75 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>
PE	1	7,665**	1,6 <sup>ns</sup>
Solo x Aw	1	3,37 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>
Solo x Estresse	1	0,53 <sup>ns</sup>	2,66 <sup>ns</sup>
Solo x PE	1	2,52 <sup>ns</sup>	0,005*
Aw x Estresse	1	0,003 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>
Aw x PE	1	0,017 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
PE x Estresse	1	0,95 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>
Solo x Aw x PE	1	0,69 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>
Solo x Aw x Estresse	1	0,15 <sup>ns</sup>	0,0154 <sup>ns</sup>
Solo x PE x Estresse	1	0,03 <sup>ns</sup>	0,0126 <sup>ns</sup>
Aw x PE x Estresse	1	0,79 <sup>ns</sup>	0,1427 <sup>ns</sup>
Resíduo	33	-	-
CV (%)		20,52	33,45

\* Significativo a 5% de probabilidade, \*\*Significativo à 1% de probabilidade <sup>ns</sup> não significativo

Pode-se observar que houve variação, para AF1, entre os porta-enxertos utilizados. Entretanto, para a AF2 houve diferença significativa entre os tipos de solo, as condições de estresses e na interação entre os tipos de solo e porta-enxertos. Abaixo, será apresentado o desdobramento destas interações.

De maneira geral, antes da imposição dos tratamentos, a variabilidade de área foliar é pequena, porém, há uma maior área foliar entre os porta-enxertos (15% maior para Swingle), possivelmente devido a ao potencial de exploração em ambiente reduzido (Tabela 5).

**Tabela 5.** Análise de médias referente à área foliar inicial (m<sup>2</sup>) em função do porta-enxerto

Tratamento	Área foliar (m <sup>2</sup> )
Limão Cravo	6,88 b
Citrumelo Swingle	8,11 a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey com um nível nominal de significância ( $\alpha$ ) de 5%.

Ao final da imposição do estresse, a área foliar foi amostrada novamente, sendo verificada interação significativa entre porta-enxertos e nível de estresse submetido, conforme a Tabela 6.

**Tabela 6.** Análise de médias referente ao área foliar final (m<sup>2</sup>) em função do tipo estresse

Tratamento	Área Foliar (m <sup>2</sup> )
Estresse Contínuo	3,55 b
Estresse Intermitente	5,22 a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey com um nível nominal de significância ( $\alpha$ ) de 5%.

A avaliação isolada do tipo de solo quanto a área foliar final é apresentada na Tabela 7.

**Tabela 7.** Análise de médias referente ao área foliar final (m<sup>2</sup>) em função do tipo de solo

Tratamento	Área Foliar (m <sup>2</sup> )
Arenoso	3,68 b
Argiloso	5,09 a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey com um nível nominal de significância ( $\alpha$ ) de 5%.

Observando os resultados, observa-se que o solo argiloso apresentou maior concentração foliar na condição de estresse hídrico, diferindo do solo arenoso, devido à maior queda de folhas neste último. Taiz e Zeiger (2004) mencionam que as plantas apresentam mecanismos para amenizar os efeitos do estresse hídrico sobre o crescimento vegetal, entre os quais citam a redução da área foliar, uma vez que a redução do turgor das células é o mais precoce efeito biofísico significativo do estresse hídrico, que afeta diretamente a expansão

foliar e juntamente com a senescência das folhas, a planta reduz a perda de água por transpiração.

## 6 CONCLUSÕES

- O estresse contínuo promoveu uma maior desfolha das plantas, sendo significativa a diferença entre os tipos de solo, as condições de estresses e a interação tipo de solo e porta-enxertos.
- O solo argiloso apresenta maior concentração foliar na condição de estresse hídrico.

## 7 REFERÊNCIAS

- CASTRO, P.R.C. Comportamento do Citros sob déficit hídrico. **Laranja**, v. 2, n.15, p.139-154,1994.
- CHAVES, S.W.P. **Efeito da alta frequência de irrigação e do "mulching" plástico na produção da pimenta 'Tabasco' fertirrigada por gotejamento**. 2009. 153 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- COELHO FILHO, M.A.; ANGELOCCI, L.R.; CAMPECHE, L.F.S.M.; FOLEGATTI, M.V.; BERNARDES, M.S.B. Field determination of young acid lime plants transpiration by the stem heat balance method. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 240-247, 2005.
- FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS. **Agrianual 2007**: anuário da agricultura Brasileira. São Paulo, 2007. 504 p.
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Citros. 2011. **Agrianual 2011**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2011. p. 245-306.
- GENUCHTEN, M.Th.van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison. v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário – 2006**. Rio de Janeiro, 2009.
- NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**. São Paulo: CitrusBR, 2010. 137p.
- PEREIRA, A.R. ; ANGELOCCI, L.R. ; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002. v.1. 478 p.
- PIRE, R.; ROJAS, E. Effects of drought stress and urea sprays on production of flower and vegetative buds of Tahiti lime. **Fruits**, Paris, v. 54, p.177-82, 1998.

ROCHA, F.J. **Resposta da lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tan.) a diferentes porcentagens de área molhada.** 2008. 56 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia dos citros. In: MATTOS JR.,D.; DE NEGRI, D.; PIO, R.M.; POMPEU JR.,J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico/FUNDAG, 2005. cap. 11, p. 317-344.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.449-484.

VELLAME, L.M. **Relações hídricas e frutificação de plantas cítricas jovens com redução de área molhada do solo.** 2010. 130 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.