

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**

**Relações hídricas e frutificação de plantas cítricas jovens com
redução de área molhada do solo**

Lucas Melo Vellame

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de concentração:
Irrigação e Drenagem

**Piracicaba
2010**

Lucas Melo Vellame
Engenheiro Agrônomo

Relações hídricas e frutificação de plantas cítricas jovens com redução de área molhada do solo

Orientador:
Prof. Dr. **RUBENS DUARTE COELHO**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Ciências. Área de concentração:
Irrigação e Drenagem

**Piracicaba
2010**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Vellame, Lucas Melo

Relações hídricas e frutificação de plantas cítricas jovens com redução de área molhada do solo / Lucas Melo Vellame. - - Piracicaba, 2010.
128 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.

1. Água do solo 2. Balanço hídrico 3. Citricultura 4. Frutificação 5. Irrigação por gotejamento
6. Transpiração vegetal I. Título

CDD 634.3
V438r

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Ofereço

Aos meus pais Humberto e Lourdes

A minha companheira Josenita

A meu filho Rodrigo

Aos meus irmãos Julio, Raul e Livia (em memória)

Dedico

A memória de meu tio Aurélio Vellame

AGRADECIMENTOS

A Deus e ao mestre Meishu-Sama.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” USP, especialmente ao Programa de Irrigação e Drenagem, pela oportunidade de continuar a minha formação.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

A FAPESB pelo apoio financeiro ao projeto que deu origem a essa tese.

A empresa Teófilo & Scholl Mudas Cítricas, por ter cedido tão gentilmente as mudas utilizadas no experimento.

Ao Prof. Rubens Duarte Coelho pela confiança, orientação e conhecimentos compartilhados.

Aos professores: José Antonio Frizzzone, Luiz Roberto Angelocci, Marcos Vinícios Folegatti, Sergio Nascimento Duarte, Sérgio Oliveira Moraes, Tarlei Arriel Botrel pelos ensinamentos transmitidos dentro e fora das disciplinas e pelo exemplo de conduta na profissão.

A Dr. Juan Delgado Rojas por todo apoio quanto à sonda de dissipação térmica.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Biosistemas em especial: Antonio, Beatriz, Davilmar, Helio, Luis, Sandra, Zilmar pelo grande apoio e exemplo de profissionalismo.

Aos colegas e amigos: Allan, Alexsandro, Andrea, Anthony, Antonio, Carlos, Claudio, Eusimio, Fabio, Fernando, Greice, Jaedson, João Batista, João Tolentino, Lenadro, Lígia, Luzimário, Marlon, Marinaldo, Pedro, Rafael, Robson, Roque, Valfisio, por tudo que me ensinaram e pelos excelentes momentos vividos em Piracicaba.

Aos estagiários: Murilo, Manoela, Mirian, Andrea, Felipe e mais uma vez Eusimio pela grande ajuda no desenvolvimento da pesquisa.

Mais uma vez obrigado: Alexsandro, Andrea, Jaedson, João Tolentino, Roque, pela inestimável ajuda na revisão e análise dos dados da tese.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS.....	13
LISTA DE TABELAS	17
2 DESENVOLVIMENTO.....	21
2.1 Revisão Bibliográfica.....	21
2.1.1 Relações hídricas em citros	21
2.1.2 Irrigação e percentual da área molhada em citros	23
2.1.3 Estimativa da transpiração pela sonda de dissipação térmica	28
2.2 Material e métodos.....	31
2.2.1 Caracterização do experimento	31
2.2.1.1 Divisão interna das caixas e plantio das mudas.....	32
2.2.1.2 Irrigação	33
2.2.2 Medidas de fluxo de seiva	36
2.2.2.1 Princípio de funcionamento.....	36
2.2.2.2 Construção e instalação das sondas.....	39
2.2.2.3 Gradientes térmicos naturais	41
2.2.2.4 Área da seção condutora	42
2.2.2.5 Calibração	43
2.2.3 Conteúdo de água do solo	44
2.2.3.1 Calibração dos transdutores de pressão.....	45
2.2.3.2 Curva de retenção e armazenamento de água no solo	45
2.2.4 Medidas meteorológicas	47
2.2.5 Crescimento vegetativo.....	47
2.2.6 Floração e pegamento de frutos	48
2.2.7 Potencial da água na folha.....	48
2.2.7 Condução do experimento e análise dos dados	49

2.3 Resultados e Discussão	52
2.3.1 Calibração e testes dos equipamentos e métodos empregados	52
2.3.1.1 Teste do sistema de irrigação.....	52
2.3.1.2 Transdutores de pressão utilizados nos tensiômetros.....	53
2.3.1.3 Distribuição da extração de água nos compartimentos	54
2.3.1.4 Sondas de dissipação térmica.....	55
2.3.1.4.1 Área da seção condutora de seiva bruta	55
2.3.1.4.2 Calibração	56
2.3.1.4.3 Gradientes térmicos naturais.....	59
2.3.2 Transpiração em plantas jovens de laranja ‘Valência’ sem restrição de área molhada do solo	63
2.3.3 Transpiração em plantas jovens de laranja ‘Valência’ com molhamento parcial do solo	76
2.3.4 Crescimento vegetativo, floração e número de frutos em plantas jovens de laranja ‘Valência’ com molhamento parcial do solo	84
3 CONCLUSÕES.....	89
REFERÊNCIAS	91
ANEXOS	99

RESUMO

Relações hídricas e frutificação de plantas cítricas jovens com redução de área molhada do solo

A citricultura é um setor de grande importância para o país na geração de divisas, formação de renda e capital. Um dos fatores críticos no sucesso de um sistema de irrigação localizada é a definição em projeto da fração de área molhada no solo. Face às dificuldades técnicas encontradas nesse tipo de estudo, até o presente, inexistem na literatura científica trabalhos confiáveis que estabeleçam os valores ótimos de fração de área molhada no solo para as diferentes culturas e condições edafoclimáticas. Esse trabalho teve como objetivo principal avaliar o efeito do molhamento parcial do solo para plantas jovens de laranja 'Valência' sob porta-enxerto de citrumelo 'Swingle' e limão 'Cravo' em dois tipos de solo. Os objetivos secundários foram: a) Avaliar o método da sonda de dissipação térmica na estimativa da transpiração em laranja 'Valência' e b) Estabelecer as relações entre a transpiração das plantas, sem restrição de área de solo, molhado e a demanda atmosférica. O experimento foi conduzido em estufa nas dependências do Departamento de Engenharia de Biossistemas da ESALQ/USP. Foi testado o molhamento de 12,5% da área do solo. Mudanças de laranja foram plantadas em caixas de 500 L internamente divididas em compartimentos. Determinou-se simultaneamente a transpiração de todas as plantas através de sondas de dissipação térmica, o conteúdo de água no solo, o crescimento das plantas (área foliar e diâmetro de caule) e o número total de frutos por planta. Inicialmente todas as plantas tiveram 100% do volume de solo ocupado pelas raízes irrigado, sendo determinada a contribuição relativa de cada compartimento da caixa na transpiração. Completada a secagem dos compartimentos não irrigados, foi calculado o percentual da transpiração relativa a 100% de área molhada do solo pela relação entre transpiração de cada planta e a transpiração média das plantas com 100% da área do solo molhado. De acordo com os resultados, conclui-se que ocorre redução da transpiração pela restrição da área de solo molhado, sendo esta redução influenciada não só pelo tipo de solo e porta-enxerto, como também pelo número de dias após início da irrigação parcial, demanda evaporativa da atmosfera e fase fenológica da planta. A adaptação do sistema radicular à redução da área molhada ocorreu em torno de 156 dias. Apesar da redução da taxa transpiratória, não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao crescimento vegetativo e número de frutos por planta. A transpiração das plantas foi influenciada pelo tipo de porta-enxerto utilizado, do crescimento em área foliar e da fase fenológica, sendo que sua relação com a evapotranspiração de referência não é linear em toda faixa de demanda evaporativa da atmosfera. O método da sonda de dissipação térmica, com calibragem específica e correção dos gradientes térmicos naturais no caule, mostrou-se eficaz na avaliação da transpiração de plantas jovens de laranjeira.

Palavras-Chave: Gotejamento; Fluxo de seiva; Método Granier; Bulbo molhado

ABSTRACT

Water relations and fruit load of young citrus plants in reduced wetted area of the soil

The citrus industry is a great important sector to the Brazilian country to generate foreign currency income and capital formation. The determination of the fractional wetted area in the soil is a critical factor in the success of an irrigation system project. Due to the technical difficulties to find out dates in this kind of study, there are no reliable studies in the scientific literature to establish the optimal values of fractional wetted area for different crops, soil and weather. This study aims to evaluate the effect of partial wetting of the soil for 'Valencia' orange under the rootstock 'Swingle and 'Rangpur' in two soil types. As secondary objectives: a) To evaluate the method of heat dissipation probe in the transpiration estimative in the 'Valencia' orange plant, b) to establish the relationship between the atmospheric demand and plant transpiration, without restriction wetted area. The experiment was conducted in a greenhouse in the Biosystems Engineering Department of ESALQ/USP, Piracicaba-SP, Brazil. It was tested the wetness of 12.5% of the area of soil. For this, orange seedlings were planted in boxes of 500 L internally divided into compartments. It was simultaneously determined transpiration of all plants using heat dissipation probes (sap flow), measured the soil water content, plant growth (leaf area, stem diameter) and the total number of fruits per plant. Initially, it was irrigated 100% of root system of all plants and it was determined the contribution of each compartment of the box in the plant transpiration by the difference in water storage in the soil and measured plant transpiration. When it was completed the drying of not irrigated compartment, it was calculated the percentage of transpiration on 100% of the wetted soil area by the relationship between transpiration of each plant and the average of plant transpiration with 100% of the wetted area. According to the results can be conclude that occur reduction in the transpiration flow due to the restricting of wet soil area and this reduction is not only influenced by soil type and rootstock, but also due to the number of days after onset of partial irrigation, atmospheric evaporative demand and plant phenological stage. The adaptation of the root system to the reduction of the wet soil volume occurred around 156 days. Despite of the reduction in transpiration rate, it was not observed significant difference between treatments in relation to vegetative growth and fruit number per plant. Plant transpiration was influenced by the type of rootstock used, leaf area growth and phenological stage. However the relationship between the plant transpiration and ET_{OPM} is not linear across the range of atmospheric evaporative demand. The method of heat dissipation probe, calibrated specifically for the study and with correction of the thermal natural gradient in the trunk was effective in the evaluation of the seedlings of orange transpiration.

Keywords: Drip irrigation; Sap flow; Granier method; Wetted bulb

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista da área experimental.....	31
Figura 2 - Divisão interna dos vasos e plantio das mudas	33
Figura 3 - Irrigação na fase inicial (A) e durante a imposição dos tratamentos (B)	34
Figura 4 - Diagrama esquemático de acionamento de uma válvula solenóide	34
Figura 5 - Diagrama eletrônico do controlador de irrigação	35
Figura 6 - Esquema de medição do sensor de dissipação térmica (Fonte: Delgado-Rojas, 2003).....	37
Figura 7 - Detalhe dos passos para construção das sondas de dissipação térmica	39
Figura 8 - Instalação das sondas de dissipação térmica	40
Figura 9 - Diagrama eletrônico da fonte de corrente constante ajustável	40
Figura 10 - Corte transversal de caule: Região de feixes vasculares e cortéx (tangerina Dancy) – A; Início de formação de câmbio da casca (limão ‘Cravo’) – B; Detalhe de xilema secundário (limão ‘Cravo’) – C (Adaptado de: QUEIROZ-VOLTAN; BLUMER, 2005)	42
Figura 11 - Seção transversal do caule	43
Figura 12 - Medição do potencial de água do solo por meio do tensímetro (A) e continuamente por transdutor de pressão (B)	45
Figura 13 - Croqui da área experimental	51
Figura 14 - Relação entre volume de água aplicado e volume teórico calculado pelo sistema.....	52
Figura 15 - Relação entre a leitura dos transdutores de pressão e o vácuo aplicado ...	53
Figura 16 - Umidade do solo com base na leitura de dois tensiômetros com transdutores de pressão acoplados	54

Figura 17 - Percentual médio de extração de água pelas plantas em cada compartimento em relação ao volume de solo explorado.....	55
Figura 18 - Área da seção condutora de seiva bruta (AS) em função do diâmetro médio de caule	56
Figura 19 - Curso de fluxo de seiva e transpiração calculados com base em médias horárias nos dias 7, 8 e 9 de abril de 2010	57
Figura 20 - Relação entre medidas de transpiração efetuadas com lisímetro e fluxo de seiva acumulado diário pela sonda de dissipação térmica	58
Figura 21 - Curso da temperatura do ar e média da diferença térmica natural do caule (DTN) de 44 plantas de laranja 'Valência'	60
Figura 22 - Relação entre a média do fluxo de seiva diário com e sem compensação das diferenças térmicas naturais do caule (DTN)	62
Figura 23 - Fluxo de seiva médio por unidade de área foliar (FS/AF) para plantas de laranja 'Valência' em função da evapotranspiração de referência acumulada do dia (ET_{OPM})	63
Figura 24 - Transpiração diária de plantas de laranja 'Valência' sem restrição de área molhada do solo sobre porta-enxerto de citrumelo 'Swingle' e limão 'Cravo' em solo Franco-Arenoso e Argiloso	64
Figura 25 - Curso da evapotranspiração de referência (ET_{OPM}) e valores de Kc calculados com base na transpiração média de plantas de laranja 'Valência' sem restrição de área molhada do solo, para uma situação hipotética de campo com área ocupada pelas plantas de 28 m ² , percentual de área sombreada de 3,6% e considerando nula a evaporação de água no solo.....	67
Figura 26 - Curso da radiação solar global e fluxo de seiva médio de 20 plantas de laranja 'Valência' sem restrição de área molhada do solo, em 2 dias consecutivos de alta (A) e baixa (B) demanda evaporativa da atmosfera (Dias Julianos 36, 37, 61, 62)	68

- Figura 27 - Relação entre a transpiração média diária de 20 plantas de laranja 'Valência' sem restrição de área de solo molhado e a evapotranspiração de referência (ET_{OPM}) 69
- Figura 28 - Relação da transpiração média diária de 20 plantas de laranja 'Valência' com o dia Juliano, no período de crescimento vegetativo 72
- Figura 29 - Relação entre a transpiração média diária observada e estimada para plantas de laranja 'Valência' sobre porta-enxerto de citrumelo 'Swingle' (A) e limão 'Cravo' (B) 75
- Figura 30 - Transpiração diária das plantas com 12,5% e média das plantas com 100% de área molhada do solo nos diversos tipos de solo e porta-enxertos utilizados..... 76
- Figura 31 - Evapotranspiração de referência e média do percentual da transpiração relativa a 100% de área molhada do solo (PTR) 77
- Figura 32 - Média do armazenamento de água no solo e relação entre a transpiração e evapotranspiração de referência (Tr / ET_{OPM}) para plantas em solo argiloso (A) e arenoso (B) 78
- Figura 33 - Relação da transpiração média diária de 20 plantas de laranja 'Valência' com 12,5% de área molhada do solo com a evapotranspiração de referência (ET_{OPM}) (A). Raiz quadrada da média dos quadrados dos desvios (RMSE) em função de valores de ET_{OPM} que dividem as faixas de alta e baixa demanda (ET_{OPM} limite) para plantas de laranja 'Valência' com 12,5% e 100% de área molhada do solo (B)..... 80
- Figura 34 - Percentual da transpiração relativa a 100% de área molhada do solo (PTR) em função da evapotranspiração de referência (ET_{OPM}) 83
- Figura 35 - Percentual da transpiração relativa a 100% de área molhada do solo (PTR) em função do número de dias após início da irrigação parcial (Dias) 84

Figura 36 - Percentual médio de abertura das flores e abortamento de flores e frutos em plantas com 12,5% (Pw 12,5%) e 100% (Pw 100%) de área molhada do solo86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - 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 (Ds), densidade de partículas do solo (Dp), porosidade total do solo (PT) - (Fonte: Chaves, 2009)	32
Tabela 2 - Valores de umidade de saturação (θ_s) e residual (θ_r) e dos parâmetros (α , n e m) do modelo de van Genuchten para os solos utilizados no experimento (Fonte: Chaves, 2009)	46
Tabela 3 - Maiores valores de desvios médios e máximos e incerteza das medidas dos 48 transdutores de pressão	53
Tabela 4 - Média, coeficiente de variação (CV) e intervalo de confiança da fração do total de extração de água em cada divisória das caixas em um período de 16 dias.....	55
Tabela 5 - Características técnicas do lisímetro de pesagem.....	56
Tabela 6 - Radiação solar global e temperatura do ar máxima, mínima e média diária no período de medição das diferenças térmicas naturais no caule.....	59
Tabela 7 - Valores médios, máximos e mínimos da média e amplitude das diferenças térmicas naturais do caule (DTN) das plantas monitoradas e dos coeficientes angular e linear das regressões lineares da estimativa das DTN.nos 3 períodos de medição	61
Tabela 8 - Valores de ET_{oPM} que dividem as faixas de alta e baixa demanda (ET_{oPM} limite). Coeficiente linear da reta com intercepto em zero (Coef. a) que relaciona a transpiração média de plantas, sem restrição de área molhada do solo, com a evapotranspiração de referência, em baixas demandas evaporativas. Transpiração média em alta demanda evaporativa. Raiz quadrada da média dos quadrados dos desvios (RMSE)	70

- Tabela 9 - Graus de liberdade, quadrado médio dos desvios e probabilidade de significância ($Pr > F_c$) dos fatores de variação da análise de variância para transpiração de laranja 'Valência' sem restrição de área molhada do solo.71
- Tabela 10 - Parâmetros da regressão múltipla com dia Juliano (J) e evapotranspiração de referência (ET_{OPM}) para estimativa da transpiração de plantas de laranja 'Valência' sem restrição de área molhada do solo, sobre porta-enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' em dias de baixa ($ET_{OPM} < 2,4 \text{ mm dia}^{-1}$) e alta ($ET_{OPM} > 2,4 \text{ mm dia}^{-1}$) demanda evaporativa da atmosfera.....74
- Tabela 11 - Graus de liberdade, quadrado médio dos desvios e probabilidade de significância ($Pr > F_c$) dos fatores de variação da análise de variância para potencial da água na folha.....79
- Tabela 12 - Graus de liberdade, quadrado médio dos desvios e probabilidade de significância ($Pr > F_c$) dos fatores de variação da análise de variância para transpiração média de plantas de laranja 'Valência'81
- Tabela 13 - Transpiração média diária de laranja 'Valência' com 100% e 12,5% de área molhada do solo e probabilidade de diferença entre as médias pelo teste F ($Pr > F$), nas diversas fases de desenvolvimento das plantas, em dias de alta ($ET_{OPM} > 2,0 \text{ mm dia}^{-1}$) e baixa ($ET_{OPM} < 2,0 \text{ mm dia}^{-1}$) demanda evaporativa da atmosfera82
- Tabela 14 - Graus de liberdade (GL), quadrado médio dos desvios (QM) e probabilidade de significância ($Pr > F_c$) dos fatores de variação da análise de variância, para a área foliar e diâmetro de caule no final do período de avaliação (outubro de 2010)85
- Tabela 15 - Graus de liberdade, quadrado médio dos desvios e probabilidade de significância ($Pr > F_c$) dos fatores de variação da análise de variância, para número de frutos por planta87

1 INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira constitui-se no maior expoente mundial, em área cultivada, produção e exportação de suco concentrado e de subprodutos cítricos. No ano de 2009 a área colhida de laranja foi de aproximadamente 841 mil hectares, com produção de 454 milhões de caixas. O Estado de São Paulo assume posição de destaque respondendo por 77,5% da produção nacional (FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS, 2010). Estes dados evidenciam a importância do setor citrícola tanto na geração de divisas como na formação de renda e capital nas regiões produtoras.

A irrigação é utilizada na citricultura brasileira desde meados da década de 70, sendo que na década de 90, a área de pomares irrigados representava cerca de 1% da área total. Atualmente cerca de 15% da área de citros de São Paulo tem irrigação (FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS, 2007). A causa primária desse aumento nos últimos anos decorre do fato de que a Morte Súbita dos Citros foi verificada nas principais variedades comerciais enxertadas sobre o limão 'Cravo' (85% do parque citrícola nacional) e as principais espécies alternativas ao limão 'Cravo' são menos tolerantes à seca, exigindo dessa forma o uso de irrigação, para algumas regiões (centro-oeste do estado de São Paulo) e condições de solo mais extremas (baixa capacidade de água disponível). Segundo FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS (2010), os custos atuais exigem uma produção de laranjas superior a 50 toneladas por hectare, para se ter resultado financeiro compensador. A irrigação deve ser considerada como um fator importante para o aumento da produção. Entretanto, informações sobre o comportamento e necessidades da planta cítrica sob irrigação localizada são escassas para as diversas variedades de copa/porta-enxerto e condições de clima e solo.

Os questionamentos em relação à irrigação em citros são inúmeros e o emprego desta tecnologia é crescente, conseqüentemente, as linhas de pesquisa são diversificadas. Um dos fatores críticos no sucesso de um sistema de irrigação localizada em culturas perenes é a definição em projeto da fração de área molhada do sistema radicular da planta. Esta informação é de fundamental importância para a adoção e

condução econômica da tecnologia da irrigação, com menor impacto ambiental, pois poderá minimizar a necessidade de equipamentos de irrigação por gotejamento, energia e água (COELHO, 2007).

Na região Sudeste do Brasil, onde é concentrada a produção nacional de citros, a estação seca do ano coincide com os meses mais frios, o que constitui uma diferença marcante em relação à tradicional região cítrica da Europa mediterrânea, onde a estação seca ocorre nos meses quentes de verão, quando a irrigação é acionada. Nas condições do Estado de São Paulo, as precipitações naturais que ocorrem nos meses quentes é que podem estar condicionando o desenvolvimento do sistema radicular fora do bulbo molhado pelo gotejador. Pomares cítricos no Estado de São Paulo requerem irrigação nos períodos críticos de pegamento de florada e fixação da carga produtiva do pomar nos meses de setembro a novembro. A dúvida que surge é se o sistema de irrigação localizada, com valor de fração de área molhada restrito, será capaz de suprir adequadamente as quantidades de água e nutrientes requeridas para garantir o bom pegamento dos frutos e assegurar uma boa safra aos citricultores irrigantes. O abortamento de floradas em áreas irrigadas é observado com certa frequência em São Paulo, principalmente em sistemas de irrigação do tipo gotejamento linha simples que apresentam em torno de 12% de área molhada do solo (COELHO, 2007).

Face às dificuldades técnicas encontradas nesse tipo de estudo, até o presente momento, inexistem na literatura científica trabalhos confiáveis que estabeleçam para culturas perenes, os valores ótimos de fração de área molhada no solo para diferentes condições edafoclimáticas. Uma das principais dificuldades encontradas é a determinação da transpiração das plantas envolvidas no experimento.

Esse trabalho teve como objetivo principal avaliar o efeito do molhamento parcial do solo na transpiração, condição hídrica, crescimento vegetativo e frutificação de laranjeira jovem 'Valência' sobre porta-enxerto de citrumelo 'Swingle' e limão 'Cravo' em dois tipos de solo. Como objetivos secundários: a) Avaliar o método da sonda de dissipação térmica na estimativa da transpiração em laranja 'Valência' e b) Estabelecer as relações entre a demanda atmosférica e a transpiração das plantas em estudo sem restrição de área molhada do solo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Relações hídricas em citros

Vários gêneros da família das Rutáceas, como *Citrus*, *Fortunella* e *Poncirus*, são agrupados sob o nome de espécies cítricas. As plantas cítricas apresentam a capacidade de conservação de água nos seus tecidos, dada a elevada resistência à difusão de vapor d'água dos seus estômatos e a cerosidade das folhas. Além disso, quando a demanda de água pela atmosfera aumenta, a taxa de transpiração é reduzida pelo aumento da resistência estomática (BOMAN, 1996). A elevada resistência foliar ao fluxo de vapor d'água, apresentada pelos citros, torna-se um fator limitante da transpiração, fazendo com que a planta apresente valores máximos similares em regiões bastante contrastantes em termos de demanda atmosférica (úmidas e secas). Além das características de alta resistência à difusão de vapor, os citros apresentam algum tipo de resposta adaptativa, quando expostos, por certo tempo, à demanda atmosférica elevada (HALL; CAMACHO; KAUFMANN, 1975; SYVERTSEN; LLOYD, 1994).

Alguns pesquisadores mencionam que os citros são, aparentemente, ineficientes na absorção de água em vista da pequena abundância de pêlos radiculares. Tudo indica possuírem razão parte-aérea/raízes desfavorável, o que agrava o abastecimento de água à planta pela baixa condutividade hidráulica do sistema. O crescimento das raízes ocorre em surtos, de forma semelhante ao da parte aérea, que, com frequência, mas nem sempre, alterna-se com os surtos dos ramos. Nos climas mais frios, o crescimento das raízes tem início na primavera, quando a temperatura supera os 13 °C, o que acontece primeiramente nos solos mais arenosos, que se aquecem mais rapidamente. Até 19 °C, a taxa de crescimento radicular é pequena, acelerando-se daí até 30 °C, tanto para as raízes pioneiras como para as fibrosas (MEDINA et al., 2005).

Segundo o Fundecitrus (2004), os principais porta-enxertos alternativos ao limoeiro 'Cravo' são o citrumelo 'Swingle' representando 23% das novas áreas de plantio e de subenxertia, a tangerina Cleópatra com 15% e a tangerina Sunki com 7%. As diferentes combinações de porta-enxerto/copa apresentam comportamentos diferenciados em relação às trocas gasosas e às relações hídricas (CASTLE et al., 1989).

Em Bebedouro – SP, Figueiredo et al. (2002) avaliaram porta-enxertos que pudessem substituir o limão 'Cravo' para a lima ácida 'Tahiti'. Os porta-enxertos mais tolerantes à seca foram 'Cravo', 'Catania 2', 'Swingle', 'Morton', 'Cleópatra' e Trifoliata EEL, com resistência intermediária. Os porta-enxertos mais sensíveis foram: 'Orlando', 'Oneco', 'Batangas' e 'Caipira'.

Medina; Machado e Pinto (1998) avaliaram, sob deficiência hídrica, a condutividade hidráulica dos porta-enxertos, taxa de assimilação de CO₂ e o potencial da água nas folhas, em laranjeiras 'Valência' com 18 meses de idade, em vasos, enxertadas em quatro tipos de porta-enxertos: limoeiro 'Cravo', Trifoliata, citrange 'Troyer' e tangerina 'Cleópatra'. Os autores observaram que após a suspensão da irrigação, a queda do potencial da água na folha foi semelhante em todas as plantas, independentemente dos porta-enxertos usados, porém, sobre 'Cravo', a taxa de assimilação de CO₂ decaiu mais rapidamente e recuperou-se mais vagarosamente. As plantas sobre Trifoliata recuperaram-se em três dias, enquanto as outras não se recuperaram totalmente. A condutividade hidráulica foi superior para o limoeiro 'Cravo' e semelhante entre os demais porta-enxertos.

No ecossistema dos Tabuleiros Costeiros, Cerqueira et al. (2004) analisaram as massas secas da raiz e da parte aérea, o potencial da água na folha e a transpiração da folha de seis variedades. Quanto à massa seca da parte aérea, os genótipos limoeiro Volkameriano e laranjeira 'Azeda' apresentaram decréscimos no período de déficit hídrico, sendo que os demais não apresentaram diferenças significativas. Na ausência de irrigação, todos os genótipos apresentaram decréscimos nos potenciais da água, enquanto apenas os híbridos apresentaram recuperação, mantendo a transpiração. Os híbridos HTR - 051 e TSK x CTTR - 017 apresentaram os melhores desempenhos para todas as variáveis estudadas, mostrando-se mais promissores como porta-enxertos de citros em condições de déficit hídrico.

Yonemoto et al. (2004) encontraram diferenças no fluxo de seiva em plantas enxertadas com dois porta-enxertos (*Poncirus Trifoliata* L. e "Flying Dragon"). Os autores também observaram diferenças no fluxo de seiva em relação ao número de frutos por planta.

2.1.2 Irrigação e percentual da área molhada em citros

A exploração comercial dos citros está concentrada em regiões de clima tropical e subtropical, entre 20° e 40° de latitude em ambos os hemisférios (SENTELHAS, 2005). Em algumas dessas regiões a irrigação deve utilizada como prática de manejo da cultura com fins comerciais. O uso racional da irrigação em pomares cítricos assegura maiores floradas e retenção de frutos, proporcionando inúmeros benefícios. Considerando-se a produtividade média em pomares de sequeiro e produtividade observada em propriedades irrigadas, observa-se que, enquanto o aumento da produção de frutos nos pomares do Sudeste é em torno de 45%, no Nordeste o incremento na produção é de, pelo menos, 100% (COELHO et al., 2006).

A necessidade de água dos citros varia conforme o período do ano e a fase fenológica das plantas. Cintra; Libardi e Saad (2000), em trabalho realizado em Sergipe com laranja Pêra (*C. sinensis*) enxertada sobre limão 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Pasquale), limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck), limão 'Rugoso da Flórida' (*Citrus jambhiri* Lush) e tangerina Cleópatra (*Citrus reshni* hort. ex Tan), observaram que a maior demanda hídrica dessas culturas ocorre de outubro a novembro, época de emissão dos botões florais e no período seco, durante o desenvolvimento dos frutos. Ainda segundo esses autores, o período de menor demanda ocorre de abril a setembro, quando ocorrem o início da maturação e a colheita dos frutos.

O consumo anual de água pelas plantas cítricas varia de 600 a 1.200 mm. Os dados de diferentes regiões do mundo mostram que o consumo dos citros no inverno é de 1,5 mm dia⁻¹ e no verão, de 3,2 a 4,7 mm dia⁻¹. A transpiração de árvores de lima ácida

Tahiti, estimada pelo Método do Balanço de Calor no caule, nas condições de Piracicaba (SP), foi, em média, de 90 L planta⁻¹ dia⁻¹, no verão, e 36 L planta⁻¹ dia⁻¹, no inverno, para plantas com área foliar total de 90 m² (MARIN et al., 2002).

O aumento dos conflitos de setores que utilizam os recursos hídricos, a cobrança pelo uso de água e as exigências do mercado por produtos certificados, decorrentes de uma atividade agrícola sustentável, têm aumentado a importância da irrigação localizada. 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 (COELHO FILHO, 2002). Um dos primeiros parâmetros a se definir em um projeto de irrigação localizada para culturas perenes é a fração de área molhada.

A fração ou percentual de área molhada (P_w) corresponde à proporção da superfície (A_w) ou volume de solo que deve ser umedecido em relação à superfície total ou ao volume de solo que pode estar ocupado pelas raízes (KELLER; KARMELI, 1975). Essa relação depende do volume e da vazão em cada ponto de emissão, do espaçamento entre emissores e do tipo de solo que está sendo irrigado (KELLER; BLISESNER, 1990; PIZARRO, 1990).

Para Bernardo; Soares e Mantovani (2006), a fração de área molhada (P_w) representa a relação entre a área molhada pelo(s) emissor(es) e a área representada pelo espaçamento entre plantas. O diâmetro máximo do bulbo molhado por emissor sempre que possível deve ser medido diretamente no campo, entretanto a literatura pertinente apresenta tabelas para estimativa do diâmetro máximo molhado em função da textura e do grau de estratificação do solo e da profundidade da raiz.

A área molhada por um emissor (A_w) pode ser estimada pelo diâmetro máximo do bulbo molhado por emissor (W) por:

$$A_w = W^2 \frac{\pi}{4} \cong 0,8 W^2 \quad (1)$$

Segundo Bernardo; Soares e Mantovani (2006), a fração de área molhada para culturas mais espaçadas como a laranja deve ser maior que 33% em regiões áridas e maior que 20% em regiões úmidas, para evitar problemas de tombamento das árvores devido à ação do vento. Já para Pizarro (1990), valores de P_w na ordem de 30 a 40% são suficientes. Com valores menores, corre-se o risco de os mesmos serem

insuficientes em relação ao consumo de água pela planta, ao passo que acima dessa faixa a situação é mais segura, entretanto o custo de implantação do sistema torna-se mais elevado. Keller e Bliesner (1990) recomendam, para plantios mais espaçados, que é o caso dos citros, valores de Pw entre 33 e 67% e afirmam que em regiões com bom suprimento de chuvas, valores de Pw menores que 33% são aceitáveis para solos de textura média a argilosa.

De acordo com Intrigliolo; Coniglione e Germana (1994), em solos de textura média a arenosa, deve-se instalar de cinco a seis gotejadores por planta. Segundo esses autores, o rendimento da laranja 'Valência' foi maior quando se utilizaram cinco gotejadores por planta, dispostos ao longo da linha lateral, em comparação ao uso de três gotejadores por planta. O sistema com cinco gotejadores também foi melhor quando comparado ao da microaspersão. Os gotejadores podem ser dispostos em uma ou duas linhas laterais por fileira de plantas ou, ainda, em uma linha lateral com ramificação ao redor do tronco (disposição em anel ou rabo-de-porco).

Segundo Coelho (2007), o trabalho científico mais citado na literatura em que se estudou o efeito da irrigação parcial do sistema radicular de uma planta perene foi apresentado por Black e West em 1974 na Austrália. Coelho (2007) apresenta citações do estudo de Black e West (1974) em que os resultados são interpretados de forma bastante diversa, sendo que algumas considerações não se sustentam nos resultados originais apresentados pelos autores.

Koo (1985) trabalhou com laranja 'Hamlin' (*Citrus sinensis* L. Osb.) sob dois porta-enxertos (*C. jambhiri* Lush. e *C. aurantium* L.), iniciando os tratamentos em pomar de sete anos de idade com alta densidade de plantio (2,44 x 3,35 m). Seu trabalho iniciou-se em 1974 na Flórida e durou quatro anos. A área molhada do solo foi monitorada por sonda de nêutrons e tensiômetros e os tratamentos consistiam de uma testemunha não irrigada e de 3 frações de áreas molhadas (15 a 20%, 30 a 40% e 70 a 80%). Foram usados microtubos, microaspersores e gotejadores para configurar os diversos tratamentos. Foram observados sintomas de murchas parcial e permanente no tratamento não irrigado. Em nenhum outro tratamento foram observados esses sintomas. A qualidade do suco não foi influenciada pelos tratamentos de irrigação. A produção dos frutos variou diretamente com o tamanho da área molhada em ambos os

porta-enxertos. Entretanto não houve diferença significativa entre os tratamentos de 15 -25% e 30-40% de área molhada em um dos porta-enxertos (C. jambhiri Lush).

Em Israel, Moreshet; Cohen e Fuchs (1983) testaram a irrigação de 40% da área ocupada pela planta, em um pomar de 23 anos de laranja “Shamouti” (Citrus Cinensis L. Obsbeck). Os autores usaram o método de pulso de calor para monitorar a transpiração das plantas, microlisímetros para a evaporação e sonda de nêutrons para determinar as alterações no conteúdo de água no solo durante um período de três anos. A produção total de flores por árvore foi de 120.000 na parcela parcialmente irrigada durante 1981, em comparação com 79.000 por árvore nas parcelas plenamente irrigadas. Houve uma diferença considerável entre tratamentos na abscisão de flores entre tratamentos, especialmente no início da floração. A taxa de abscisão de flores nas árvores parcialmente irrigadas foi superior à das árvores plenamente irrigadas. Em contrapartida, a abscisão de frutos foi menor no tratamento parcialmente irrigado. Comparando as parcelas com área parcialmente irrigada em relação às plenamente irrigadas, a extração média de água no solo foi de 66%, a transpiração em um dos anos (1980) foi de 72% e a evaporação da superfície do solo foi de 58%. Cohen; Moreshet e Fuchs (1984) concluem com base nos dados desse mesmo experimento que houve um incremento na extração de água na zona de 40%, porém não suficiente para compensar completamente a redução na água disponível na zona seca de 60%.

Ainda com base nesse experimento, Cohen; Moreshet e Fuchs (1987) estudaram a condutividade hidráulica das plantas a partir das medidas de fluxo de seiva no tronco e potencial da água foliar. Em solo com volume completamente irrigado, a condutividade hidráulica das plantas permaneceu constante durante todo o período de irrigação. No entanto, em solos com umedecimento parcial, houve uma redução na condutividade hidráulica da árvore. Os autores atribuíram a redução na condutividade hidráulica à interrupção permanente do transporte de água em parte do sistema radicular. Os resultados sugerem que, apesar do aumento na frequência de irrigação, a irrigação parcial do sistema radicular intensifica o estresse hídrico nas plantas.

Souza et al. (2003) avaliaram a influência da porcentagem de área molhada sobre a produção de lima ácida ‘Tahiti’, em Visconde do Rio Branco, MG. Os tratamentos se constituíram de três porcentagens de área molhada (15, 31 e 46%), e de quatro

períodos de estresse hídrico (sem estresse, estresse curto, médio e longo). As diferentes porcentagens foram obtidas utilizando-se três microaspersores com bocais e características diferentes. A porcentagem de área molhada não afetou significativamente a produção das árvores de lima ácida 'Tahiti'. A P_w 15% proporcionou frutos com teor de sólidos solúveis maior, seguida pela P_w 31% e, por último, P_w 46%, sendo que esta diferença significativa não influenciou a qualidade do fruto.

Simões et al. (2006) avaliaram a produtividade e o peso médio dos frutos de um pomar de lima ácida Tahiti de quatro anos, submetido a três diferentes disposições de gotejadores em solo arenoso na região semi-árida do Norte de Minas Gerais. O trabalho envolveu três configurações de sistemas de gotejamento: uma linha lateral por fileira de plantas, passando próxima ao caule; uma linha lateral por fileira de plantas, com ramificação em forma de anel, de 0,80 m de raio em torno da planta; e duas linhas laterais por fileira de plantas, uma de cada lado. Em todos os casos, empregaram-se doze gotejadores. Não se observou diferença significativa entre os tratamentos quanto à produtividade, nem quanto ao peso médio dos frutos. Nesse trabalho, não se evidenciou necessidade de duas linhas laterais por fileira de plantas.

Rocha (2008) avaliou as respostas fisiológicas de lima ácida 'Tahiti' a pequenas porcentagens de área molhada (2 a 17%), em um pomar de 1 ha de lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka) enxertada em citrumelo 'Swingle' (*Poncirus trifoliata* (L.) x *Citrus paradisi* Macf.) em Piracicaba, SP. As diferentes porcentagens de área molhada foram dadas por diferentes números e tipos de gotejadores, de forma a aplicar sempre a mesma lâmina de irrigação. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos para condutância estomática, transpiração e temperatura foliar, porém esta última foi sempre superior à temperatura do ar, podendo ser um indicador de estresse hídrico. Quanto ao potencial hídrico das folhas, o tratamento não irrigado apresentou menores valores em relação aos tratamentos de maior área irrigada. O tratamento não irrigado também apresentou menores teores de clorofila, principalmente o teor de clorofila b, na face sul (mais sombreada). A produção e a qualidade de frutos não apresentaram diferenças significativas.

2.1.3 Estimativa da transpiração pela sonda de dissipação térmica

Experimentos com comparação simultânea da transpiração de várias plantas com molhamento parcial do solo em conjunto com os valores de produção podem determinar de forma segura qual valor ótimo da fração de área molhada para a cultura.

Os métodos de medição do fluxo de seiva possibilitam acompanhar a uma escala temporal de curtos intervalos o funcionamento hídrico das plantas no seu meio ambiente natural e em condições não perturbadas, durante períodos prolongados. Grande parte dos estudos sobre medidas de transpiração de plantas principalmente em frutíferas lenhosas se baseia em métodos de fornecimento de calor no tronco. A estimativa da transpiração com base nesses métodos pressupõe a equivalência entre o fluxo de seiva no tronco e o fluxo transpiratório nas superfícies foliares, pressuposto válido quando se considera o fluxo em escala diária (VELLAME et al., 2009; COELHO FILHO et al., 2005; DELGADO-ROJAS et al., 2007; LU; WOO; LIU, 2002; VALANCOGNE; NASR, 1993).

Optou-se nesse projeto pelo uso da sonda de dissipação térmica. Esse método foi desenvolvido por Granier (1985) e permite a determinação da densidade de fluxo de seiva no caule possibilitando, assim, a estimativa do fluxo de seiva. O autor relacionou a velocidade de dissipação de calor aplicado pontualmente no tronco com a densidade de fluxo de seiva, sob o pressuposto de que a variação temporal da diferença de temperatura entre este ponto e um ponto abaixo do mesmo é ocasionada pelo transporte convectivo de calor pela seiva.

Tem-se utilizado a densidade de fluxo de seiva para estimativa da transpiração de grandes áreas vegetadas, com base em várias técnicas de integração (GRANIER; BRÉDA, 1996; WULLSHLEGER; WILSON; HANSON, 2000). O método também tem sido utilizado na investigação de efeitos ambientais na variação da transpiração em condições de campo, como em fisiologia do estresse (MASSAI et al., 2000) e fitossanidade (PORTEN; SCHMID; RUHL, 2000).

Delgado-Rojas et al. (2007), baseados em medidas lisimétricas em citros, concluíram que o método pode ser aplicado com boa exatidão desde que os efeitos dos gradientes

térmicos naturais no caule sejam corrigidos. Em manga, Lu e Chacko (1998) encontraram boa concordância entre os valores de transpiração medidos por gravimetria e o fluxo de seiva em escala diária pelo método da sonda de dissipação térmica. Vellame et al. (2009), também em manga, encontraram boa concordância com a transpiração diária, ao corrigir os gradientes térmicos naturais e modificar os parâmetros empíricos da equação geral de Granier. Silva et al. (2004) ajustaram uma equação com os dados obtidos por gravimetria e pela sonda de dissipação térmica em plantas de kiwi, obtendo boa correlação.

Para a sonda de dissipação térmica as maiores fontes de erro estão relacionadas à determinação da área da seção condutora de seiva, à distribuição espacial do fluxo no caule e à presença de gradientes térmicos naturais no tronco.

Granier (1987) observou diferença entre os valores de fluxo de seiva medidos com três sensores distintos, orientados em lados opostos à altura de 1 m acima do solo. Loustau; Domec e Bosc (1998) também observaram diferenças nas medições com sondas em alturas diferentes no caule, provavelmente causadas pelo gradiente térmico natural. Este gradiente decorre da incidência de radiação solar e dos efeitos da temperatura do ar e do solo sobre o caule. Do e Rocheteau (2002), em um estudo com *Acacia* sp. no Senegal, observaram que os gradientes térmicos naturais raramente podem ser negligenciados (i.e. $< 0,2$ °C) e que os erros na estimativa de fluxo de seiva podem ser de até 100%. Delgado-Rojas (2003) concluiu, em seu estudo com lima ácida, que os gradientes térmicos naturais devem ser considerados e sugeriu estudos mais aprofundados para encontrar uma solução para o problema. Lundblad; Lagergren e Lindroth (2001), em um estudo com pinheiros, concluíram que os gradientes podem provocar erros de até 30% nas estimativas. Santos et al. (1999) concluíram para o método do pulso de calor que a precisão de medição da absorção de água de milho sob baixas velocidades de seiva depende da eliminação da influência da temperatura ambiente sobre a medida do fluxo de seiva.

Vários métodos de correção foram propostos visando minimizar a influência de gradientes térmicos naturais em medidas de fluxo de seiva (DO; ROCHETEAU, 2002; CERMÁK; KUCERA, 1981; GOULDEN; FIELD, 1994; GUTIÉRREZ et al., 1994;

KÖSTNER; GRANIER; CÉRMAK, 1998). Esses métodos, entretanto, podem ser ineficientes em condições de alta variabilidade espacial e temporal dos gradientes.

A determinação da área condutora é uma fonte de erro do método e ao exigir a retirada de uma amostra do lenho ou da destruição total da planta, torna-se um procedimento desvantajoso. Essa determinação se faz necessária para a estimativa do fluxo de seiva pelo método Granier visto que a sonda de dissipação térmica determina a densidade de fluxo no local de inserção.

Clearwater et al. (1999) afirmam que o método da sonda de dissipação térmica com os coeficientes originais da equação de Granier subestima o fluxo de seiva em algumas espécies pelo efeito que provoca o contato da sonda em regiões não condutoras. Segundo Nadezhdina et al. (2002) em estudo com *Pinus sylvestris* L., *Prunus serotina* Ehrh., *Rhododendron ponticum* L. e *Populus canescens* L., supor que o fluxo de seiva é uniforme em toda a profundidade do caule resulta em erros elevados. Os autores consideram vantajoso posicionar a sonda à profundidade de fluxo de seiva máximo, dada a alta sensibilidade de fluxo de seiva para mudanças nas condições ambientais e devido a menores erros aleatórios associados ao posicionamento da sonda ao longo da seção do caule. De acordo com Ferreira e Zitscher (1996), para se fazer uma correta integração das medições pontuais da densidade de fluxo pela sonda, para toda a seção do caule, é necessário relacionar esta medição pontual com a curva do perfil radial.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido em condição de ambiente protegido (estufa com cobertura plástica) nas dependências do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ/USP. Foi avaliada a transpiração, crescimento vegetativo e frutificação de plantas de laranja 'Valência' sob porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' em dois tipos de solo, com irrigação de 12,5 e 100% da área total do solo. O percentual de 12,5% foi escolhido já que na citricultura nacional é comum se observar sistemas irrigando entre 10 e 15% da projeção da copa em linha simples de gotejo (COELHO, 2007)

A estufa continha 54 caixas de 0,5 m³, distribuídas em 4 fileiras, sendo 2 fileiras preenchidas com solo franco-arenoso e 2 preenchidas com solo argiloso. As fileiras centrais foram utilizadas para testar o percentual de 12,5% de área molhada do solo. As plantas com 100% de área molhada foram dispostas no perímetro externo a fim de evitar o molhamento pelas chuvas nos tratamentos com restrição de área molhada, já que a estufa não apresentava cortina lateral, para evitar elevadas temperaturas. Na Figura 1 é apresentada a vista da área experimental com as plantas em diversos estágios de crescimento.



Figura 1 - Vista da área experimental

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 1.

Tabela 1 - 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	
		$g.g^{-1}$								
			$g.cm^{-3}$			%				
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 (ψ_m) de 4,85 kPa para respectivos solos; PMP - umidade correspondente ao ψ_m de 1500 kPa

2.2.1.1 Divisão interna das caixas e plantio das mudas

As caixas utilizadas são de fibrocimento nas dimensões de 0,92 m de largura, 1,08 m de comprimento e altura de 0,65 m. No fundo da caixa, foi posta uma camada de brita com 5 cm de espessura, revestida por uma manta geotêxtil “Bidim”. Foi instalado um tubo de PVC, de 25 mm de diâmetro nominal, perfurado e revestido na parte inferior pela mesma manta e enterrado verticalmente no solo, servindo como tubo de acesso para drenagem dos vasos em casos de excesso de aplicação de água.

A fim de garantir que fosse molhada apenas a fração de solo estipulada, as caixas foram internamente divididas em compartimentos. Utilizaram-se placas de madeira processada (“Eucatex”) revestidas com lona plástica. As placas foram cortadas de forma que na parte central da caixa, até 15 cm de profundidade, existisse uma região não dividida para o plantio das mudas.

As mudas foram transplantadas, em outubro de 2008, com raiz nua para que fosse possível distribuir as raízes de forma uniforme em todos os compartimentos (Figura 2).



Figura 2 - Divisão interna dos vasos e plantio das mudas

2.2.1.2 Irrigação

Na fase inicial do experimento, antes da imposição do tratamento de redução de área molhada, se esperou um desenvolvimento uniforme do sistema radicular. Sendo assim, as irrigações e as fertirrigações foram conduzidas de forma a se obter a maior uniformidade possível de umidade do solo. Para tanto, nas caixas compartimentadas, foram utilizados gotejadores autocompensantes de vazões diferentes conectados a divisores de descarga. No compartimento correspondente a 50% da caixa foi aplicada uma vazão de 4 L h^{-1} , no compartimento de 25% uma vazão de 2 L h^{-1} e para os compartimentos de 12,5%, 1 L h^{-1} . Nas caixas não divididas foram usados gotejadores de 8 L h^{-1} com divisores de descarga (Figura 3A).

O tratamento de redução de área molhada do solo iniciou-se 13 meses após o plantio das mudas. Foi suspensa a irrigação na área total da caixa passando a ser

irrigado apenas o compartimento contendo 12,5% do volume de solo. Nessa fase, foi usado o mesmo gotejador das caixas não divididas (8 L h^{-1}) (Figura 3B).

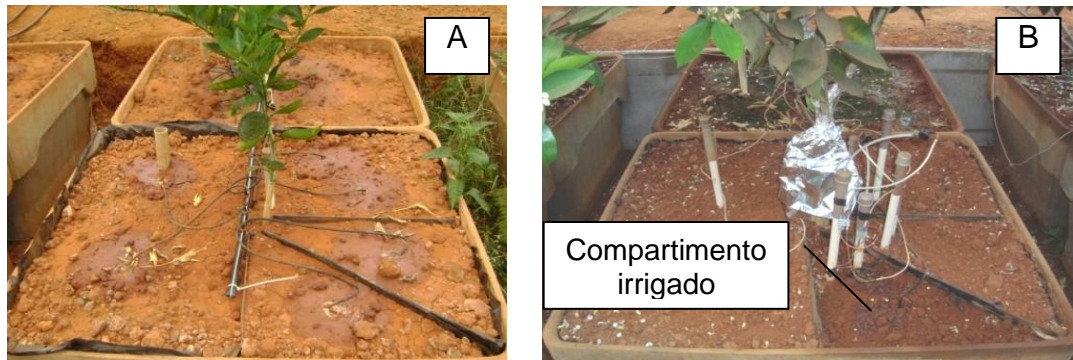


Figura 3 - Irrigação na fase inicial (A) e durante a imposição dos tratamentos (B)

A fim de reduzir erros provocados pela drenagem, que pode levar à formação de lençol freático e ascensão capilar de água, a irrigação foi conduzida de forma individualizada por planta. Para tanto, se idealizou um sistema de controle composto de um programa computacional que comandava, através da porta paralela do computador, um circuito eletro-eletrônico formado por um controlador e uma interface de potência. O sistema é capaz de acionar uma moto-bomba e quatro setores de irrigação, sendo que em cada setor pode-se fazer o controle de 14 parcelas individualmente. Na Figura 4 é ilustrado o acionamento de uma válvula solenóide pelo circuito. Na Figura 5 é apresentado o diagrama esquemático do circuito do controlador.

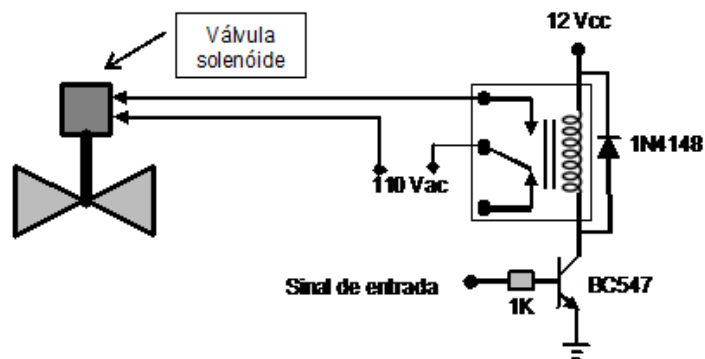


Figura 4 - Diagrama esquemático de acionamento de uma válvula solenóide

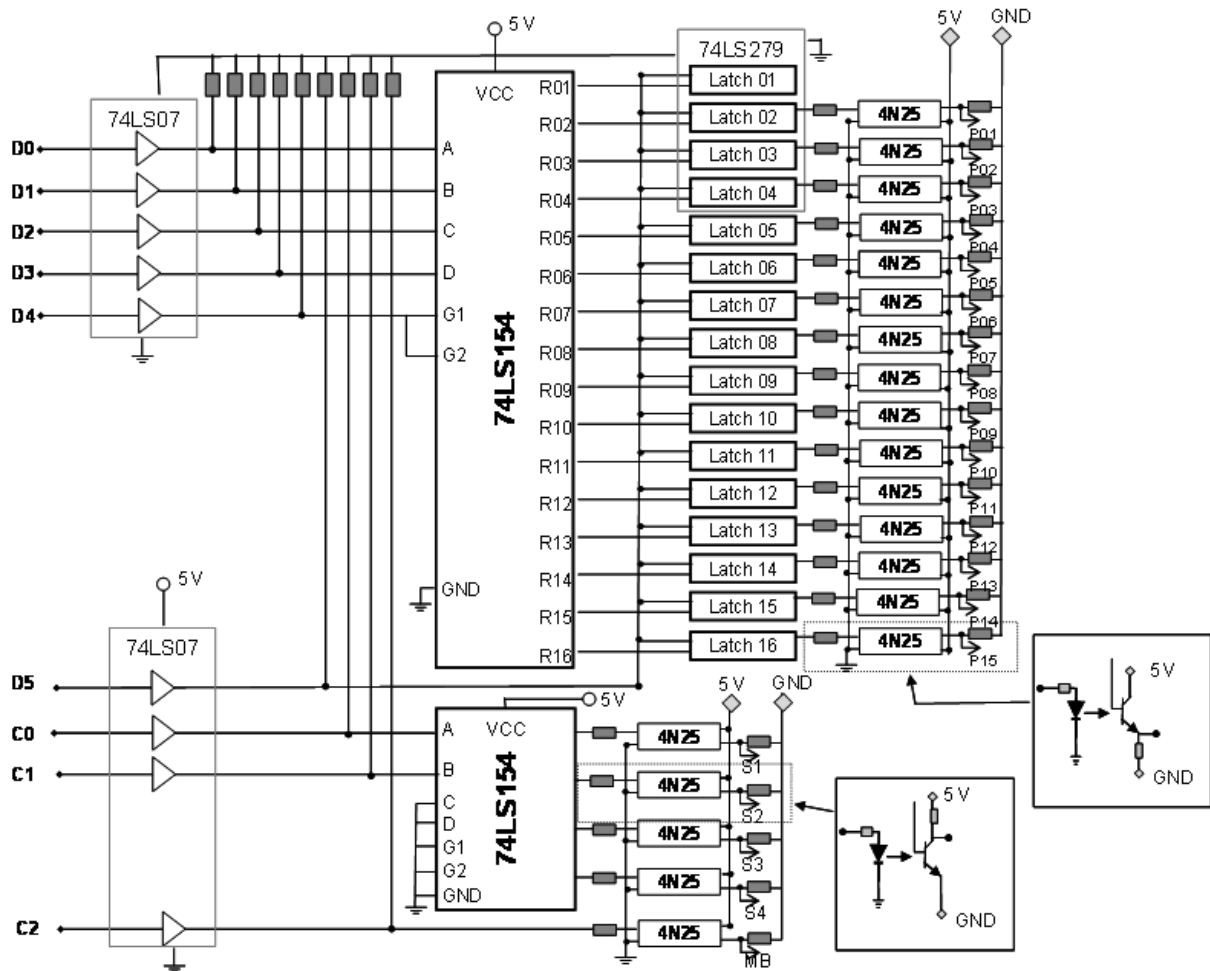


Figura 5 - Diagrama eletrônico do controlador de irrigação

O programa, desenvolvido em Delphi, é um aplicativo dedicado ao experimento que possui quatro linhas de irrigação com 14 plantas cada. Pode-se manejar o sistema em modo manual ou no modo automático utilizando planilha de dados com o tempo de irrigação de cada parcela.

Após a montagem do sistema foram realizados testes de uniformidade com coletores em todos os emissores. O coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) foi calculado pela Eq. 2:

$$CUC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{i=n} |X_i - \bar{X}|}{n\bar{X}} \quad (2)$$

em que,

n - número de observações;

X_i - volume de água aplicada no i-ésimo ponto sobre a superfície do solo; e

\bar{X} - volume médio aplicado.

Foram dispostos 18 coletores aleatoriamente e mediu-se o volume de água aplicado com a interrupção da vazão por meio do sistema de controle em tempos de aplicação de 3,75; 7,5; 22,5; 37,5; 52,5 e 67,5 minutos, correspondentes a volumes teóricos de aplicação de 0,5; 1; 3; 5; 7 e 9 L.

2.2.2 Medidas de fluxo de seiva

A principal variável resposta do experimento é a transpiração das plantas. Esta foi estimada em todas as plantas através de medidas de fluxo de seiva. Optou-se nesse projeto pelo uso da sonda de dissipação térmica (Método Granier) em detrimento de outros métodos, como o de balanço de calor, em função do baixo custo dos sensores e do menor número de canais diferenciais necessários para a realização das medidas, viabilizando assim a medição simultânea em um maior número de plantas.

2.2.2.1 Princípio de funcionamento

Cada sensor é composto por uma sonda aquecida à potência constante, e por uma sonda não aquecida (sonda de referência), ambas possuem internamente um termopar (Figura 6). Granier (1985) relacionou a velocidade de dissipação de calor, aplicado num ponto do tronco, com a densidade de fluxo de seiva.

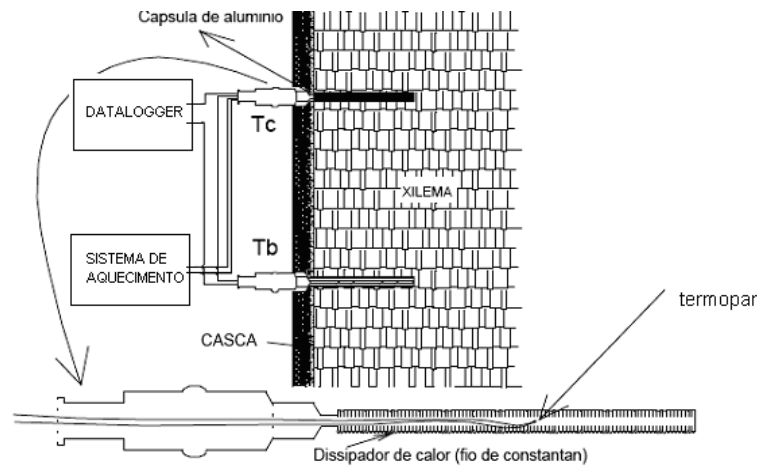


Figura 6 - Esquema de medição do sensor de dissipação térmica (Fonte: Delgado-Rojas, 2003)

Considerando uma condição de equilíbrio térmico do sistema (sonda, caule e seiva), para uma densidade de fluxo constante, pode ser assumido que a entrada de calor é igual ao calor dissipado por condução e convecção na parede da sonda.

$$h S (T-T_f)=R I^2 \quad (3)$$

em que,

h - coeficiente de troca térmica, $W m^{-2} °C^{-1}$;

S - área da superfície de troca, m^2 ;

T - temperatura da sonda, $°C$;

T_f - temperatura do caule na ausência de aquecimento, $°C$;

R - resistência elétrica do elemento aquecedor, Ω ; e

I - corrente elétrica, A .

O coeficiente de troca térmica (h) depende do peso específico (ρ), da viscosidade (μ) e calor específico (c_p) e da condutividade térmica (k) do fluido. Depende também da velocidade (v) e diâmetro do escoamento (D). A relação entre essas variáveis aplicadas a trocadores de calor é apresentada na Eq. 4 utilizando os números adimensionais de Nusselt (Nu), Reynolds (Re) e Prandtl (Pr) e os coeficientes empíricos n e m .

$$Nu = C Re^n Pr^m \quad (4)$$

em que,

$$Nu = \frac{h D}{k} \quad (5)$$

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (6)$$

$$Pr = \frac{\mu c_p}{k} \quad (7)$$

A densidade de fluxo de seiva pode ser relacionada com coeficiente h pela Eq. 5 que é derivada da Eq. 4, considerando ρ , μ , c_p , k e D constantes; fazendo a velocidade igual densidade de fluxo de seiva – F_d ($m^3 m^{-2} s^{-1}$) e β , igual aos coeficiente empírico n da Eq. 4.

$$h = h_0 (1 + \alpha F_d^\beta) \quad (8)$$

em que,

h_0 - coeficiente de troca térmica na condição de fluxo nulo ($W m^{-2} °C^{-1}$), calculado pela Eq. 9:

$$h_0 = \frac{R I^2}{S (T_{máx} - T_f)} \quad (9)$$

em que,

$T_{máx}$ - temperatura a fluxo zero, quando somente ocorre perda de calor por condução.

Combinando as equações 3, 8 e 9:

$$F_d = \left[\frac{1}{\alpha} \times \frac{(T_{máx} - T_f) - (T - T_f)}{(T - T_f)} \right]^{\frac{1}{\beta}} = \left[\frac{1}{\alpha} \times \frac{(\Delta T_{máx} - \Delta T)}{\Delta T} \right]^{\frac{1}{\beta}} = \left[\frac{1}{\alpha} \times K \right]^{\frac{1}{\beta}} \quad (10)$$

Granier (1985) relacionou a densidade de fluxo de seiva (F_d) e a diferença de temperatura (ΔT) entre as duas sondas, a equação foi validada para algumas espécies, em especial plantas florestais *Pinus nigra*, *Pseudotsuga menziensis*, *Quercus pedunculata* (coníferas e porosidade em anel).

$$K = \frac{(\Delta T_{máx} - \Delta T)}{\Delta T} = \alpha F_d^\beta = 0,0206 \times 10^{-6} F_d^{0,812} \quad (11)$$

$$F_d = 118,99 \times 10^{-6} \left(\frac{\Delta T_{máx} - \Delta T}{\Delta T} \right)^{1,231}$$

O fluxo de seiva – F ($m^3 s^{-1}$) é calculado considerando a área da seção efetiva do caule que conduz a seiva bruta – AS (m^2), ou seja:

$$F = 118,99 \times 10^{-6} K^{1,231} AS \quad (12)$$

2.2.2.2 Construção e instalação das sondas

As sondas foram construídas com 1 cm de comprimento utilizando-se termopares de cobre-constantã de 0,5 mm de diâmetro, inseridos em agulhas de 1,0 mm, preenchidas com resina para fixação (Figura 7).

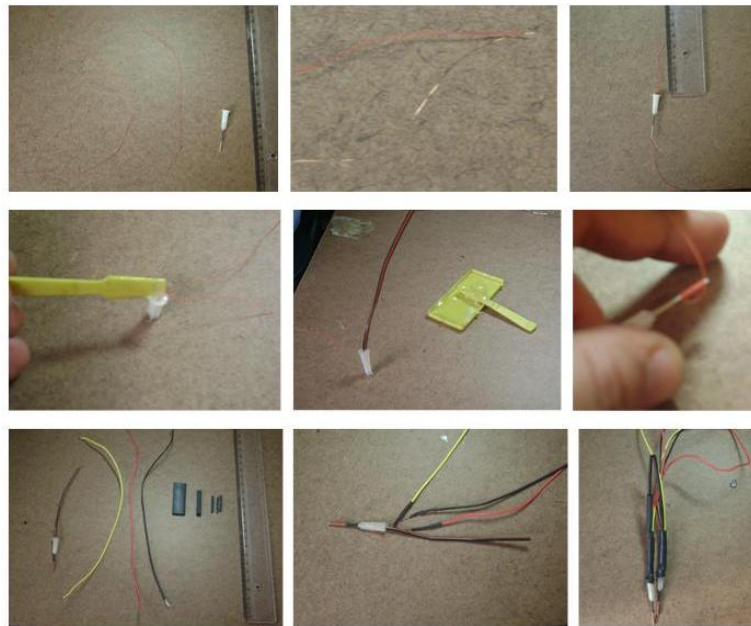


Figura 7 - Detalhe dos passos para construção das sondas de dissipação térmica

Para instalação das sondas, foram feitos dois furos no caule de diâmetro igual ao da cápsula que seria inserida. A cápsula de aço inox teve comprimento igual ao da sonda e diâmetro interno ligeiramente superior (1,5 mm). As sondas foram revestidas de pasta térmica para uma melhor condução do calor, e inseridas na cápsula. Para garantir uma boa fixação foi aplicado silicone externamente. Após a instalação das sondas, o segmento de caule foi revestido com papel laminado e no local do sensor colocada uma proteção com papel laminado no formato de saia (Figura 8).



Figura 8 - Instalação das sondas de dissipação térmica

A potência a ser aplicada na sonda superior recomendada na literatura é de $0,1 \text{ W cm}^{-1}$ de comprimento da sonda. A corrente elétrica pode ser fornecida por meio de fonte de tensão ou fonte de corrente. A fonte de corrente apresenta vantagem, pois esta mantém a potência na sonda constante quando resistências elétricas dos fios de cobre variam com a temperatura ambiente. Foram construídas 72 fontes de corrente constante ajustável a fim de controlar a potência dissipada em cada sensor. O diagrama eletrônico da fonte de corrente utilizada é apresentado na Figura 9.

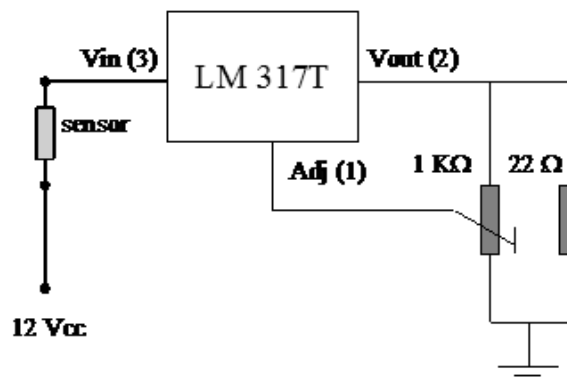


Figura 9 - Diagrama eletrônico da fonte de corrente constante ajustável

2.2.2.3 Gradientes térmicos naturais

As diferenças térmicas naturais (DTN) foram medidas com as sondas não aquecidas nos dias 13, 14 e 15 de janeiro; 24, 25 e 26 de junho de 2010 e 03 de setembro de 2010.

As DTN medidas no caule foram correlacionadas com quatro sondas tomadas como de referência, para gerar, por meio de regressão linear, modelos de estimativa para cada segmento de caule monitorado (Eq. 13).

$$DTN_E = a \times DTN_{ref} + b \quad (13)$$

em que,

DTN_E - diferença térmica natural estimada para cada sonda, °C;

DTN_{ref} - diferença térmica natural da sonda de referência, °C;

a e b - coeficientes empíricos.

Todas as sondas, exceto as tomadas como referência para as DTN, foram ligadas às fontes de corrente constante para aplicação de uma potência elétrica de 0,1 W.

A diferença térmica com o sensor aquecido foi corrigida através da Eq. 14.

$$\Delta T = \Delta T_m - DTN_E \quad (14)$$

em que,

ΔT - diferença térmica atual corrigida, °C;

ΔT_m - diferença térmica não corrigida medida pela sonda, °C; e

DTN_E - diferença térmica natural estimada para cada sonda, °C.

Mediu-se o diâmetro do caule das plantas no local de inserção da sonda superior. O fluxo de seiva – FS ($m^3 s^{-1}$) foi calculado com e sem correção das DTN pela equação de Granier, calibrada anteriormente em uma das plantas do experimento por meio de medidas lisimétricas (item 2.2.2.5). O período de comparação entre as medidas de fluxo de seiva com e sem compensação dos GTN foi de 17 a 30 de janeiro de 2010.

As medidas de diferenças térmicas foram realizadas a cada 30 segundos e se armazenaram as médias das leituras, a cada 15 minutos, em sistema de aquisição e armazenamento de dados ("datalogger" CR1000 Campbell SCi.) associado a dois multiplexadores de canais (AM 1632 Relay Multiplexer, Campbell SCi.).

2.2.2.4 Área da seção condutora

A aplicação do método Granier para a estimativa do fluxo de seiva pressupõe o conhecimento da área da seção condutora no caule (AS).

Do mesmo modo que as raízes, o meristema apical do caule de citros origina a protoderme, o meristema fundamental e o procâmbio, que se desenvolvem em tecidos primários. O corte transversal de um caule jovem, isto é, quando este se apresenta em estrutura primária, do exterior para o interior, possui os seguintes tecidos: epiderme, córtex primário, cilindro central e medula. O sistema primário é substituído por um conjunto de tecidos novos que se originam de dois meristemas laterais: o câmbio vascular e o felogênio. Os tecidos originados desses dois meristemas são denominados tecidos secundários. Na Figura 10, pode-se observar um caule em crescimento secundário, porém em início de formação do câmbio da casca. O centro do caule é preenchido por células parenquimáticas constituindo a medula (QUEIROZ-VOLTAN; BLUMER, 2005).

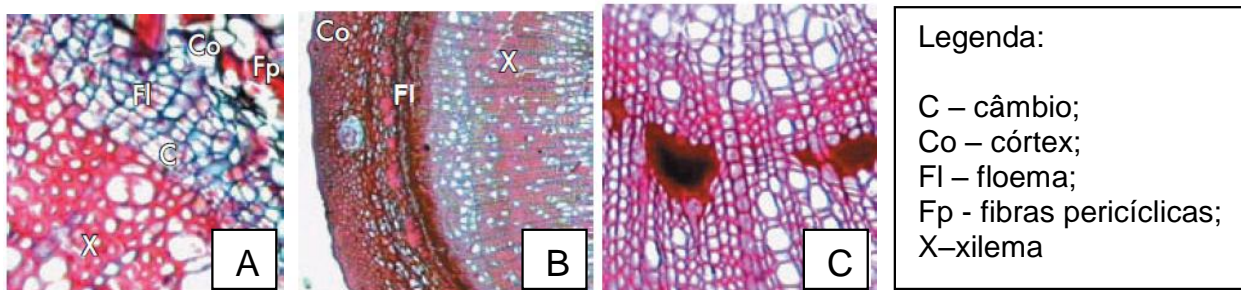


Figura 10 - Corte transversal de caule: Região de feixes vasculares e córtex (tangerina Dancy) – A; Início de formação de câmbio da casca (limão ‘Cravo’) – B; Detalhe de xilema secundário (limão ‘Cravo’) – C (Adaptado de: QUEIROZ-VOLTAN; BLUMER, 2005)

Com a finalidade de estimar a AS, foram seccionados os ramos e troncos de duas plantas, uma em fevereiro e outra em julho de 2010. Foram feitas fotos das seções transversais e as áreas foram delimitadas conforme ilustrado na Figura 11. A área da seção condutora foi relacionada com o diâmetro externo do caule por meio de regressão polinomial.

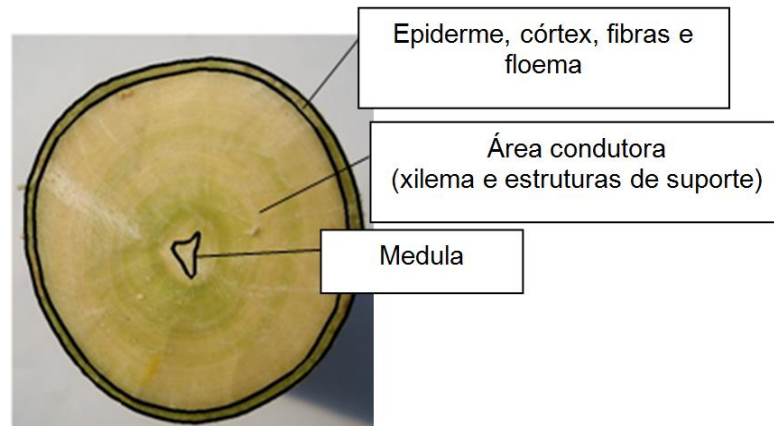


Figura 11 - Seção transversal do caule

2.2.2.5 Calibração

A fim de calibrar a equação para estimativa do fluxo de seiva, foram efetuadas medidas lisimétricas em uma das plantas que melhor representava o fluxo de seiva médio das plantas (medido anteriormente). A superfície do solo do lisímetro foi coberta com lona plástica evitando as perdas por evaporação. O coeficiente angular da Eq. 12 foi ajustado pela minimização dos desvios absolutos entre o fluxo de seiva acumulado do dia e a transpiração diária medida pelo lisímetro.

As medidas dos lisímetros de pesagem foram efetuadas por meio de plataforma com quatro células de carga e caixa de junção, modelo AZ-9090-1T (Alfa Instrumentos), dimensões de 900 x 900 mm e capacidade de 1000 kg x 100 g. O sinal proveniente da caixa de junção foi conectado ao sistema de aquisição e armazenamento de dados ("datalogger" CR1000 Campbell SCi.).

Uma plataforma de pesagem mecânica com uma alavanca de compensação de zero no final do sistema de redução foi construída e calibrada. Entretanto, essa plataforma apresentava elevada variação na medição de massa – M (kg) com a temperatura ambiente – T (°C) (Eq. 15), não sendo utilizada no experimento.

$$M = 0,277 T + 432,5 \quad (R^2 = 0,88) \quad (15)$$

Para efetuar a calibração do lisímetro de pesagem massas de 1000 e 5000 g foram confeccionadas usando sacos com brita pesados em balança analítica. O sistema de pesagem foi calibrado segundo método sugerido por Wheeler e Ganji (1996) e aplicado na calibração de um sistema de medição de massa por Santos et al. (2006) e em tensiômetro por Vellame e Oliveira (2005).

Determinou-se o erro máximo absoluto, o erro médio e a incerteza das medições na faixa de operação usada pelo lisímetro. Diversos autores (WHEELER; GANJI, 1996; BLOOM, 1989) utilizam o termo “precision” como indicador da variabilidade das medidas em torno do seu valor verdadeiro (erro aleatório). Segundo o INMETRO (2003) na Portaria 29 que assegura compatibilidade com normas internacionais da ISO (International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology) observa que o termo precisão não deve ser utilizado, pois é um conceito qualitativo. Segundo esta portaria, o erro do sistema de medição pode ser dividido em sistemáticos e aleatórios.

Erro sistemático é a parcela do erro que se repete quando uma série de medições é efetuada nas mesmas condições. Numericamente corresponde à média de um número infinito de medições do mesmo mensurando (efetuadas sobre condições de repetitividade) menos o valor verdadeiro do mensurando. Para quantificar a confiabilidade das medidas lisimétricas operando nas condições reais de funcionamento, foi calculada a incerteza das medições segundo método proposto por Gonçalves Jr. (2004).

A incerteza (I) das medições foi calculada pela Eq. 16 considerando o desvio padrão (σ), número de medidas (n) e coeficiente de Student (t) para 5 medidas a 95% de confiabilidade

$$I = \frac{\sigma t}{\sqrt{n}} \quad (16)$$

2.2.3 Conteúdo de água do solo

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 (Figura 12). Foram

instalados transdutores de pressão (MPX5100 – Motorola) em 48 tensiômetros (6 caixas) a fim de um monitoramento contínuo. A leitura nos demais tensiômetros foi por meio de tensímetro de punção (leitura manual). Calculou-se a umidade volumétrica e se determinou o consumo hídrico em cada divisória do vaso pela variação no armazenamento.

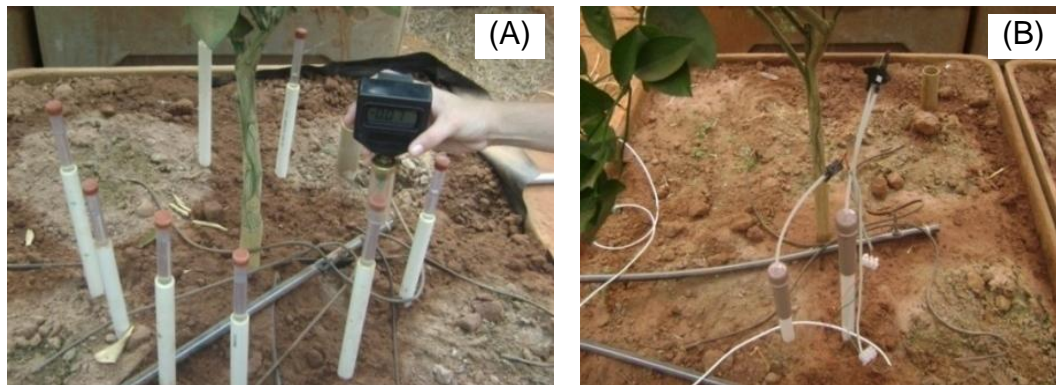


Figura 12 - Medição do potencial de água do solo por meio do tensímetro (A) e continuamente por transdutor de pressão (B)

2.2.3.1 Calibração dos transdutores de pressão

Os transdutores foram calibrados seguindo o mesmo método descrito na calibração dos lisímetros. Foram aplicados 6 valores de vácuo (0,00; 13,33; 26,66; 39,99; 53,33 e 59,99 kPa) em ordem crescente e decrescente totalizando 5 ciclos. Os vácuos foram aplicados com uma bomba de vácuo e os valores ajustados com base em um vacuômetro de mercúrio graduado em milímetros (0,133 kPa).

2.2.3.2 Curva de retenção e armazenamento de água no solo

A umidade do solo foi estimada a partir dos valores de potencial mátrico medidos pelos tensiômetros ajustados ao modelo de van Genuchten (1980).

$$\theta = \theta_R + \frac{\theta_S - \theta_R}{\left[1 + (\alpha |\psi_m|)^n\right]^m} \quad (17)$$

em que:

θ - umidade volumétrica em função do potencial mátrico, $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$;

θ_r - umidade volumétrica residual do solo, $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$;

θ_s - umidade volumétrica do solo saturado, $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$;

m e n - parâmetros de regressão da equação, adimensional;

α - parâmetro com dimensão igual ao inverso da tensão, kPa^{-1} ; e

ψ_m - potencial mátrico, kPa .

As características físico-hídricas determinadas por Chaves (2009) estão apresentadas na Tabela 1 e os parâmetros da curva de retenção (Eq. 17) na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de umidade de saturação (θ_s) e residual (θ_r) e dos parâmetros (α , n e m) do modelo de van Genuchten para os solos utilizados no experimento (Fonte: Chaves, 2009)

Camada (cm)	θ_s ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	θ_r ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	α (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

A variação de volume de água no solo foi determinada pela variação na umidade volumétrica já que o volume total de solo é conhecido.

2.2.4 Medidas meteorológicas

Foi monitorada a radiação solar global por meio de piranômetro (LP02-L12 - Campbell Sci.) e a umidade relativa e temperatura do ar por sensor Vaisala (HMP45C-L12 - Campbell Sci.). Os sensores foram instalados a 2 m de altura no centro da estufa.

A evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}) foi calculada pelo método padrão proposto pela FAO (ET_{OPM}). Como a velocidade do vento no interior da estufa é muito baixa esse valor foi fixado em $0,5 \text{ m s}^{-1}$. O Boletim FAO 56 recomenda que, em geral, a velocidade do vento a 2 m (u_2), deve ser mantida em um valor mínimo de cerca de $0,5 \text{ m s}^{-1}$, quando utilizado na equação de ET_{OPM} . Isso é necessário para explicar os efeitos da instabilidade da camada limite e flutuabilidade do ar que promovem a troca de vapor à superfície quando o ar está calmo. Este efeito ocorre quando a velocidade do vento é baixa e a flutuação de ar quente provoca a troca de ar na superfície. Estabelecendo o valor de u_2 em $0,5 \text{ m s}^{-1}$ na equação ET_{OPM} melhora a precisão da estimativa, nas condições de velocidade do vento muito baixas (ALLEN et al., 1998).

2.2.5 Crescimento vegetativo

A determinação da área foliar tem grande importância em estudos que envolvem análise de respostas fisiológicas a fatores como condução de plantas, podas, porta-enxertos, irrigação e fertilização (BIGNAMI; ROSSINI, 1996).

Foram realizadas medidas de área foliar no início e no final das avaliações (jan. 2010 e out. 2010).

No início da primeira avaliação determinou-se a área foliar – AF (m^2) de uma planta que visualmente foi considerada representativa do experimento. 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. 18 (COELHO FILHO et al., 2005).

$$AF = 0,72 C L \quad (18)$$

Nas demais plantas foi contado o número total de folhas e medido o comprimento e largura de 14,29% das folhas (1 folha em cada 7). 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%.

Outra variável de crescimento monitorada foi o diâmetro de caule. Para medidas de fluxo de seiva pelo método da sonda de dissipação térmica, a determinação do diâmetro de caule é indispensável. A determinação da área condutora de seiva no caule (área efetiva do xilema) se faz necessária para a estimativa do fluxo de seiva por este método já que a sonda de dissipação térmica determina a densidade de fluxo no local de inserção da sonda.

2.2.6 Floração e pegamento de frutos

Quatro cachos florais foram identificados na parte mediana de cada uma das plantas. Realizaram-se as contagens de flores a partir de 22 de julho de 2010, quando se iniciou a abertura das mesmas. Foram contados o número total de flores e o número de flores abertas em intervalos de sete dias. Nos mesmos cachos em que se avaliou a floração foi contado o número de frutos por cacho e determinado o percentual de abortamento. Foi contado o número total de frutos por planta 80 dias após a visualização dos botões florais.

2.2.7 Potencial da água na folha

Foram retiradas quatro folhas na porção média de 40 plantas (5 por tratamento) às 5h00 do dia 19/08/2010. As amostras foram acondicionadas e transportadas segundo o trabalho de Mélo et al. (2007). As medidas foram efetuadas utilizando uma câmara de pressão (Modelo 3005, Soil Moisture Equipment Corporation, Santa Bárbara, CA, EUA).

2.2.7 Condução do experimento e análise dos dados

Inicialmente todas as plantas tiveram 100% do volume de solo explorado pelas raízes irrigado. Foi determinada a contribuição de cada compartimento da caixa na transpiração através da diferença no armazenamento de água no solo e medida a transpiração das plantas.

Analisou-se a variabilidade dos dados de fluxo de seiva por um período de 22 dias a fim de determinar o número mínimo de plantas que teriam redução de área molhada do solo. A estrutura experimental permitia testar até 6 percentuais de área molhada (12,5%; 25%; 37,5%; 50%; 62,5% e 75%). Entretanto, dada a variabilidade encontrada, a irrigação foi conduzida de forma a umedecer apenas o compartimento correspondente a 12,5% do volume da caixa, em todas as caixas compartimentadas. Essa opção foi tomada a fim de garantir significância estatística nos resultados pelo maior número de repetições.

Para fins de comparação foram calculados valores de K_c (ALLEN et al., 1998) considerando nula a evaporação de água no solo. Foi assumida uma condição hipotética de campo com área ocupada pelas plantas (A) de 28 m^2 (espaçamento $7 \times 4 \text{ m}$). Sendo assim, a área sombreada pelas plantas (P_s) seria em torno de 3,6%. Calculou-se o valor K_i de acordo com a Eq. 19 (KELLER; BLIESNER, 1990)

$$K_i = 0,1\sqrt{P_s} \quad (19)$$

O valor de K_c foi calculado pela Eq. 20 assumindo que o consumo de água pela planta (V) é igual à transpiração média diária das plantas sem restrição de área molhada do solo

$$K_c = \frac{V}{ET_{OPM} K_i A} \quad (20)$$

Após início do tratamento com restrição de área molhada, foram observadas as diferenças na contribuição de cada compartimento durante o processo de secagem do solo nos compartimentos não irrigados.

Após o secagem dos compartimentos não irrigados foi calculado o percentual da transpiração relativa ajustada para 100% de área molhada (PTr) pela relação entre transpiração de cada planta e a transpiração média das plantas com 100% de área molhada (Eq. 21 e 22).

$$Tr_{adj} = \frac{T_{inicial}}{T_{100\%_inicial}} \times T_{100\%_atual} \quad (21)$$

$$PTr = \frac{T_{12,5\%}}{TE} \times 100 \quad (22)$$

em que,

Tr_{adj} - transpiração relativa ajustada para 100% de área molhada, $L \text{ dia}^{-1}$;

$T_{inicial}$ - transpiração média da planta quando inicialmente estava com 100% área molhada, $L \text{ dia}^{-1}$;

$T_{100\%_inicial}$ - transpiração média das plantas do mesmo período de $T_{inicial}$ irrigadas com 100% de área molhada, $L \text{ dia}^{-1}$;

$T_{100\%_atual}$ - transpiração média das plantas irrigadas com 100% de área molhada, $L \text{ dia}^{-1}$; e

$T_{12,5\%}$ - transpiração atual da planta irrigada com 12,5% de área molhada, $L \text{ dia}^{-1}$.

Os dados de transpiração (Tr) diária foram divididos em grupos de acordo com a ET_{OPM} do dia, em valores com alta e baixa demanda evaporativa da atmosfera. O limite dessas classes foi determinado pelo valor de ET_{OPM} em que a relação Tr/ET_{OPM} muda, pela ação de controle de perda de água pela planta..

Na Figura 13 é apresentado o croqui da área experimental. Devido a problemas em alguns sensores de fluxo de seiva, foram utilizadas 5 plantas por tratamento.

Foram realizadas análise de variância e testes de médias para as variáveis estudadas. O experimento foi considerado um fatorial, tendo como fontes de variação: fase de desenvolvimento da cultura, linha de plantio, tipo de solo, porta-enxerto, área de solo molhado e classe de demanda evaporativa da atmosfera.

Por meio de análise de regressão foram estabelecidas as relações entre a transpiração média das plantas sem restrição de área de solo molhado com a ET_{OPM} e o dia Juliano, e entre o PTr e a ET_{OPM} e dias após início da irrigação parcial .

Solo arenoso		Solo argiloso		Linha de plantio
100 % de área molhada	12,5 % de área molhada	12,5 % de área molhada	100 % de área molhada	
Bordadura	Bordadura	Bordadura	Bordadura	1
C. Swingle	C. Swingle	L. Cravo	L. Cravo	2
L. Cravo (não utilizada)	L. Cravo (não utilizada)	L. Cravo (não utilizada)	L. Cravo	3
C. Swingle	C. Swingle	C. Swingle	C. Swingle (não utilizada)	4
C. Swingle	C. Swingle	C. Swingle	C. Swingle	5
L. Cravo	L. Cravo	C. Swingle	C. Swingle	6
L. Cravo	L. Cravo	L. Cravo	L. Cravo (não utilizada)	7
C. Swingle (não utilizada)	C. Swingle	L. Cravo	L. Cravo	8
L. Cravo	L. Cravo	C. Swingle	C. Swingle	9
L. Cravo	L. Cravo	L. Cravo	L. Cravo	10
C. Swingle	C. Swingle (não utilizada)	C. Swingle	C. Swingle	11
C. Swingle	C. Swingle	C. Swingle (não utilizada)	C. Swingle	12
L. Cravo	L. Cravo	L. Cravo	L. Cravo	13
Bordadura	Bordadura	Bordadura	Bordadura	14

Figura 13 - Croqui da área experimental

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Calibração e testes dos equipamentos e métodos empregados

2.3.1.1 Teste do sistema de irrigação

O coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) do sistema de irrigação foi de 97,4%. Na Figura 14 observa-se a relação entre o volume aplicado pelo sistema e o volume teórico calculado pelo sistema. As pequenas variações apresentadas podem ser explicadas pela desuniformidade do próprio sistema de irrigação; pela variação na pressão da linha ao mudar a vazão total; e pelo tempo de pressurização e despressurização das tubulações que nem sempre é uniforme devido a pequenos vazamentos.

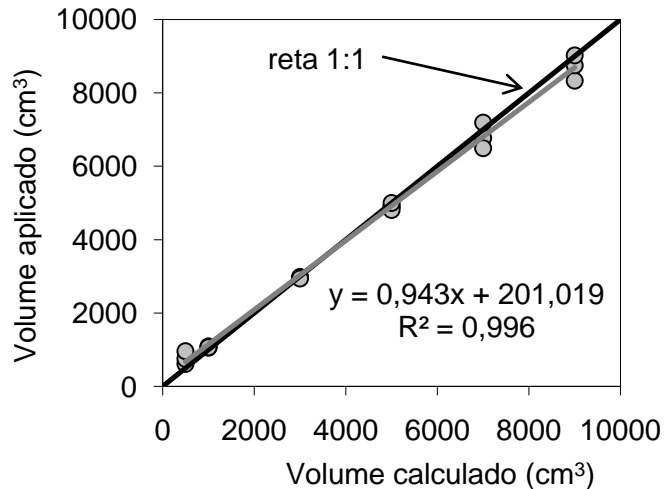


Figura 14 - Relação entre volume de água aplicado e volume teórico calculado pelo sistema

2.3.1.2 Transdutores de pressão utilizados nos tensiômetros

A equação de regressão com os dados da calibração dos 48 transdutores é apresentada na Figura 15. Observa-se um bom ajuste dos dados a equação de regressão indicando que apenas uma equação pode ser usada para todos os transdutores.

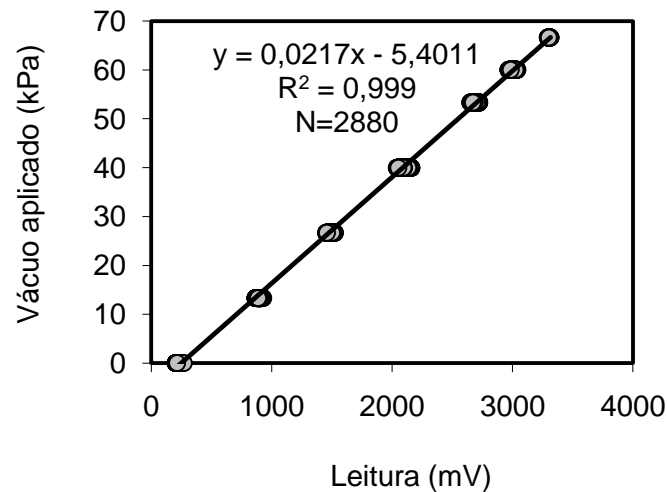


Figura 15 - Relação entre a leitura dos transdutores de pressão e o vácuo aplicado

Na Tabela 3 são apresentados os maiores desvios médios e máximos apresentados pelos transdutores. A incerteza da medição situa-se em valores confiáveis para medição de conteúdo de água no solo. Vale ressaltar que esses valores foram tomados em médias de 1 minuto com leituras a cada 30 segundos. Médias realizadas em intervalos maiores tendem a apresentar incertezas menores

Tabela 3 - Maiores valores de desvios médios e máximos e incerteza das medidas dos 48 transdutores de pressão

Vácuo aplicado (kPa)	Desvio médio (kPa)	Desvio máximo absoluto (kPa)	Incerteza (kPa)	Incerteza (%)
0,00	0,95	0,99	0,23	
13,33	0,96	1,46	0,21	1,59%
26,66	0,55	1,11	0,20	0,74%
39,99	0,27	1,58	0,40	0,99%
59,99	0,47	0,92	0,71	1,18%

Na Figura 16 é apresentado 15 dias consecutivos de umidade volumétrica calculada com base em medidas de potencial mátrico com tensiômetros a 0,15 e 0,45 m de profundidade com transdutores de pressão acoplados. Pequenas variações ao longo do dia podem ser observadas, provavelmente pelo efeito da redistribuição de água no solo e da temperatura sobre o tensiômetro e/ou transdutor.

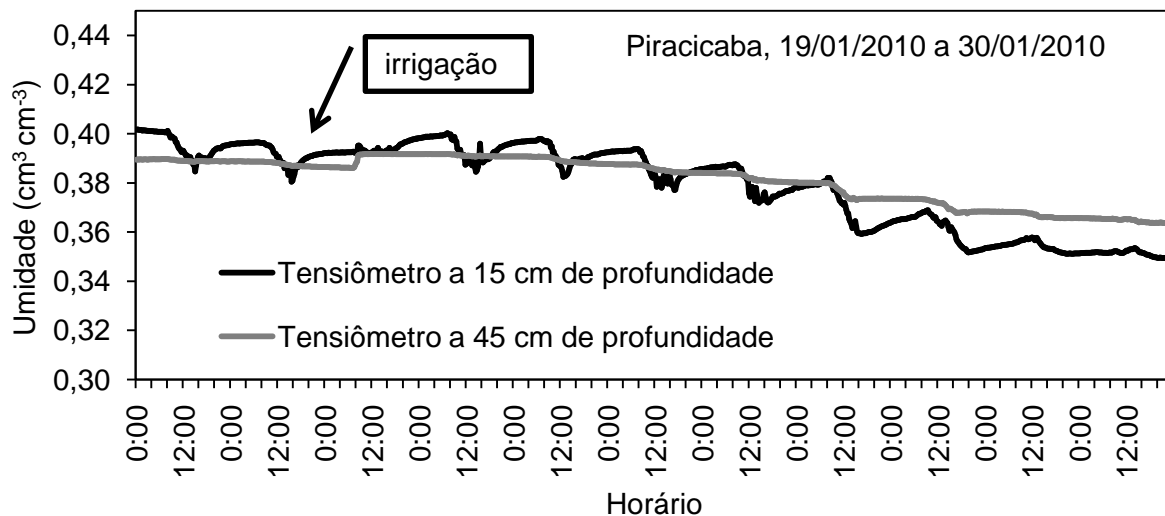


Figura 16 - Umidade do solo com base na leitura de dois tensiômetros com transdutores de pressão acoplados

2.3.1.3 Distribuição da extração de água nos compartimentos

Uma fonte de erro no experimento é a distribuição desuniforme do sistema radicular nos vasos. Os métodos de quantificação de raízes são em geral trabalhosos e partem de amostras destrutivas, não sendo possível sua aplicação por danificar a parcela experimental. Optou-se por quantificar a extração de água pelas raízes em cada compartimento por meio de balanço de água no solo, partindo de medidas tensiométricas, com o solo coberto para evitar a evaporação.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados do percentual de extração de água em cada compartimento em relação ao consumo total observado na caixa. Na Figura 16 estão apresentadas as médias em relação ao volume de solo explorado com a barra de

erro correspondendo ao intervalo de confiança da média com 5% de significância. Os valores apresentados se encontram dentro do esperado dada a variabilidade inerente a esse tipo de experimento.

Tabela 4 - Média, coeficiente de variação (CV) e intervalo de confiança da fração do total de extração de água em cada divisória das caixas em um período de 16 dias

	Compartimentos		
	12,5%	25,0%	50,0%
MÉDIA	0,125	0,247	0,510
CV	25,4%	16,0%	10,5%
I(95%)	0,009	0,016	0,022

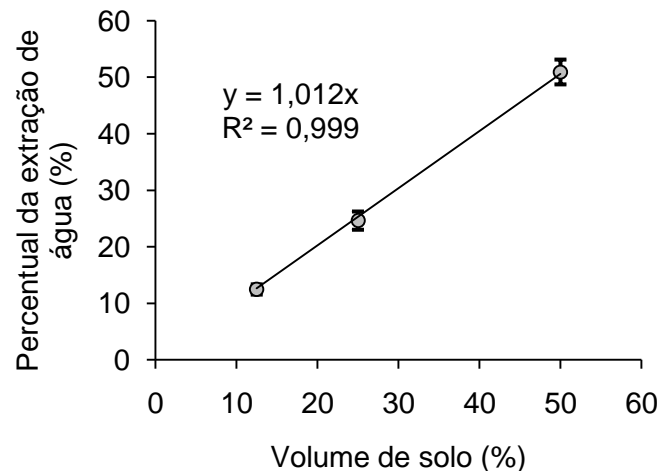


Figura 17 - Percentual médio de extração de água pelas plantas em cada compartimento em relação ao volume de solo explorado

2.3.1.4 Sondas de dissipação térmica

2.3.1.4.1 Área da seção condutora de seiva bruta

Na Figura 17 está apresentada a relação entre o diâmetro externo do caule e a área da seção de caule que conduz seiva bruta (AS). Os dados apresentaram bom ajuste por equação polinomial de 2º grau. Em média, a AS representa 84,75%, a casca 14,5% e a medula 1,2% da área total da seção reta do caule.

Fernandez et al. (2006) compararam a anatomia do xilema de laranja (*Citrus sinensis* L.) na calibração do método do pulso de calor. Os autores afirmam que os vasos são solitários ou em cadeias radiais de 2 a 4, o parênquima é vasicêntrico e mais ou menos contínuo, com 2 a 5 séries de faixas tangenciais. O diâmetro do lúmen e as distâncias entre os vasos são pequenas o suficiente para se assumir que o xilema é termicamente homogêneo.

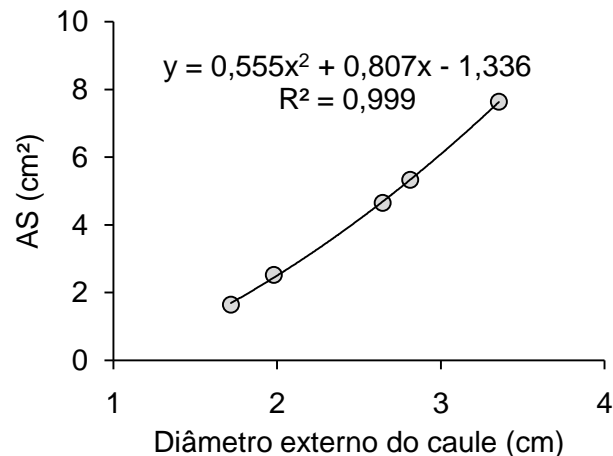


Figura 18 - Área da seção condutora de seiva bruta (AS) em função do diâmetro médio de caule

2.3.1.4.2 Calibração

Como padrão na calibração do método da sonda de dissipação térmica foi utilizado um lisímetro de pesagem. Os erros de repetitividade, histerese e a incerteza do lisímetro são apresentados na Tabela 5. A repetitividade foi o fator que mais interferiu na acurácia do instrumento. O erro de repetitividade tende a ser minimizado nas condições de operação em campo já que são tomadas médias de diversas leituras.

Tabela 5 - Características técnicas do lisímetro de pesagem

Característica	Valor
Histerese	0,28 kg
Repetitividade	1,21 kg
Incerteza	0,13%

Na Figura 18 está apresentado o curso do fluxo de seiva e a transpiração ao longo de 3 dias, calculados com base em médias horárias. Observa-se grande variação nas medidas de transpiração oriundas das medidas lisimétricas em escala horária. Apesar da variação, pode-se verificar defasagem entre o fluxo de seiva e a transpiração.

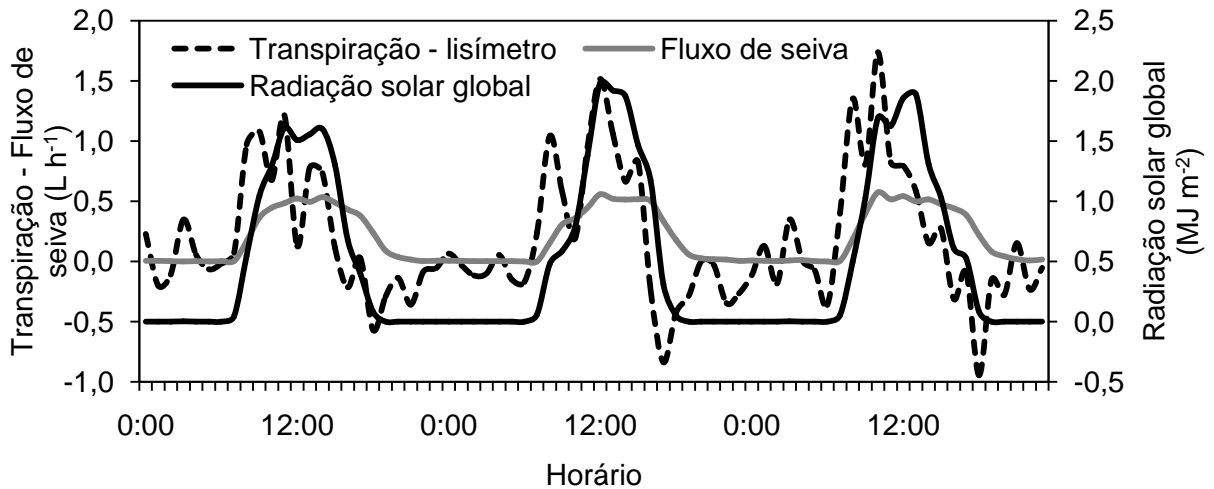


Figura 19 - Curso de fluxo de seiva e transpiração calculados com base em médias horárias nos dias 7, 8 e 9 de abril de 2010

Tendo em vista a variação das medidas lisimétricas em escala horária e a defasagem entre fluxo de seiva e transpiração, optou-se por modificar o coeficiente linear da equação geral de Granier aproximando os valores em escala diária pela Eq. 23. O coeficiente β (1,231) da Eq.11 derivada da Eq. 8 foi mantido no valor ajustado por Granier (1985). Almeida (2007) destaca em seu trabalho sobre dispersão de calor em meio poroso que surpreendentemente se verifica em experimentos pouca dependência da dispersão de calor com o número de Reynolds.

$$F=0,000594 k^{1,231} AS \quad (23)$$

Na Figura 20 é apresenta a relação entre as medidas de transpiração efetuadas com lisímetro e o fluxo de seiva calculado pela Eq. 23 e pela equação geral de Granier (Eq. 12). O desvio médio entre o fluxo de seiva e a transpiração em escala diária no período estudado foi de 9,8%. Como causas prováveis de dispersão ligadas a SDT, têm-se as imprecisões no método de compensação dos gradientes térmicos naturais e a

distribuição radial de fluxo no caule. Tendo em vista que a transpiração, assim como diversas outras variáveis ambientais, apresenta grande variabilidade espacial, erros de medição em torno 10% são aceitáveis quando se dispõe de um elevado número de medidas.

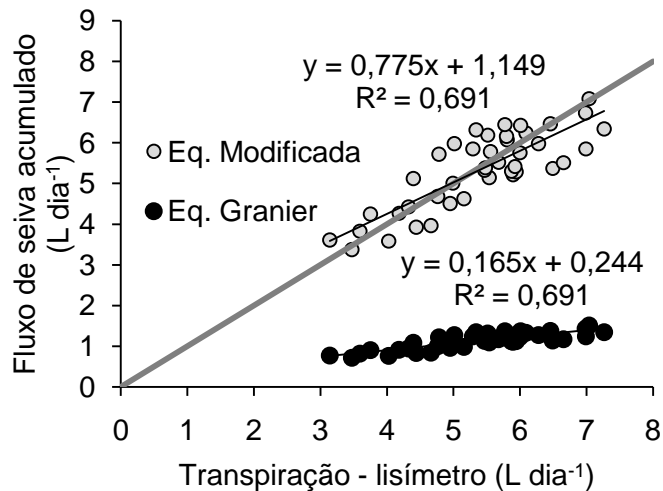


Figura 20 - Relação entre medidas de transpiração efetuadas com lisímetro e fluxo de seiva acumulado diário pela sonda de dissipação térmica

Comparando o fluxo de seiva com medidas lisimétricas em manga, Vellame et al. (2009) constataram que o método da sonda de dissipação térmica, utilizando-se os coeficientes originais da equação de Granier (1985), subestimou em média 31% os valores de fluxo de seiva em escala diária. Silva et al. (2004) verificaram, em plantas de kiwi, que a equação geral de Granier apresentou forte subestimativa dos valores de fluxo de seiva, sobretudo em condições de maior fluxo. Os autores ajustaram uma equação polinomial de 2º grau aos valores de k (Eq. 11), em relação à densidade de fluxo calculada com base em medidas lisimétricas e na área da seção radial condutora do caule, e obtiveram um coeficiente de determinação de 0,8252. A tendência de subestimativa do fluxo de seiva pelo método também foi verificada por Delgado-Rojas (2003) em plantas cítricas. Ferreira e Silvestre (2004) ajustaram uma equação potencial com os valores de fluxo de seiva obtidos com os parâmetros originais da equação de Granier e a evapotranspiração, para vinha em condições de evaporação do solo

desprezível, estimada pelo método micrometeorológico da covariância de fluxos turbulentos (eddy covariance), obtendo boa correlação ($R^2 = 0,84$).

2.3.1.4.3 Gradientes térmicos naturais

Os dados do interior da estufa de temperatura do ar e radiação solar global dos dias em que foram medidas as diferenças térmicas naturais presentes no caule (DTN) são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Radiação solar global e temperatura do ar máxima, mínima e média diária no período de medição das diferenças térmicas naturais no caule

Data	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	Temperatura do ar (°C)		
		Máxima	Mínima	Média
13/01/2010	16,8	39,3	21,9	29,9
14/01/2010	10,3	36,6	23,2	28,3
15/01/2010	10,8	34,9	22,3	27,4
24/06/2010	4,9	30,3	14,0	18,9
25/06/2010	9,6	34,1	14,2	21,8
26/06/2010	9,9	33,4	13,1	21,5
03/09/2010	11,5	38,5	13,6	24,5

O curso da diferença térmica natural do caule média das plantas e da temperatura do ar no 1º período de medição (13, 14 e 15/01/2010) é ilustrado na Figura 20. Observa-se que as DTN são predominantemente crescentes e positivas (temperatura da sonda superior maior que a da sonda inferior) durante o período da manhã, com pico coincidente com a temperatura do ar. No período da tarde as DTN decrescem mais rapidamente que a temperatura do ar, com valores mínimos em torno de -0,4 °C às 21h00, provavelmente pelo arrefecimento do caule pelo fluxo de seiva. Delgado-Rojas (2003), em planta cítrica jovem, verificou que o gradiente térmico natural é muito mais acentuado no período diurno. Santos et al. (1999) observaram em milho, com o método do pulso de calor, que quando o ar ambiente em torno do caule está mudando rapidamente, o que é muito comum no início da manhã e da tarde, gradientes de temperatura se desenvolvem ao longo do tronco. Para fluxos de seiva de baixa

magnitude o gradiente pode ser da mesma proporção que a taxa na qual a diferença de temperatura se aproxima de seu valor inicial

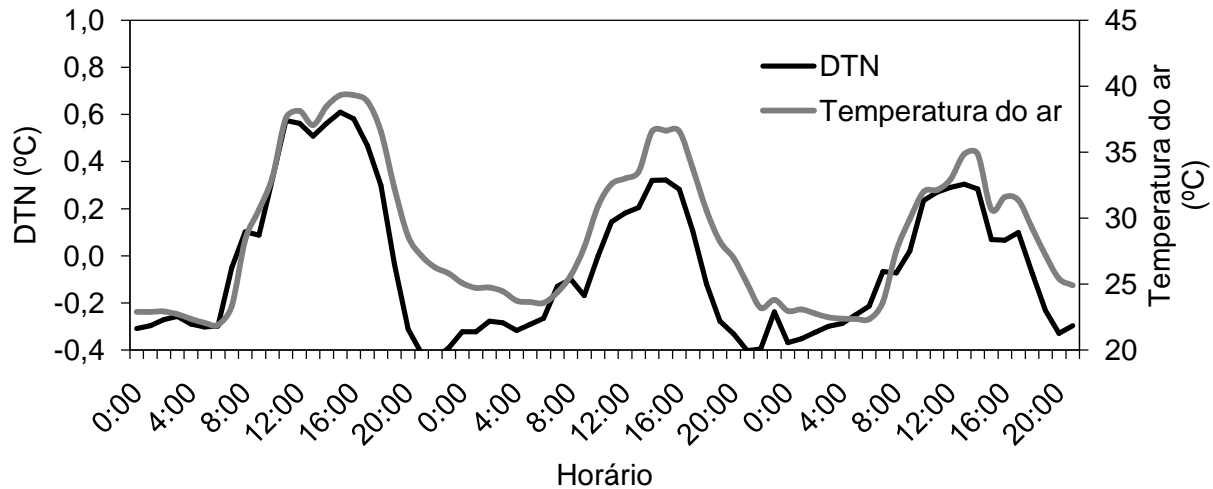


Figura 21 - Curso da temperatura do ar e média da diferença térmica natural do caule (DTN) de 44 plantas de laranja 'Valência'

Foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson entre as diferenças térmicas naturais apresentadas em cada caule com 4 sondas de referência. Todos coeficientes foram significativos a 1% de probabilidade e as variáveis apresentaram boa correlação entre si. Foi escolhida uma sonda de referência para cada planta em função do maior coeficiente de correlação. Observou-se que com apenas duas sondas como sondas de referência os coeficientes de correlação foram superiores a 0,85.

Apesar da boa correlação entre as diferenças térmicas naturais, a subtração direta dos valores medidos por um sensor não aquecido, instalado em outra planta ou ramo, dos registrados com a sonda aquecida, deve ser observada com cautela, dada a variabilidade espacial. Na Tabela 7 estão apresentados os valores de média e amplitude das DTN observadas no caule e dos coeficientes da Eq.13 das 40 plantas monitoradas. Observa-se discrepância entre os valores de média e amplitude. Os valores dos coeficientes angular e linear das equações também foram bastante diversos. Para correção dos gradientes térmicos naturais, infere-se ser necessária a coleta de dados individualizados das DTN, obtidos com os sensores não aquecidos, fora do período de medição, a fim de se estimar as DTN com base em uma sonda de referência e corrigir

os dados das diferenças térmicas utilizados no cálculo de densidade de fluxo (TOURNEBIZE; BOISTARD, 1998).

Observa-se na Tabela 7 uma mudança dos valores de DTN ao longo do tempo. Em média as DTN tenderam a valores mais positivos a cada ciclo de medição. As relações com a sonda de referência também mostraram elevadas discrepâncias em relação ao primeiro período de medição. Essas mudanças podem estar ligadas tanto às características meteorológicas dos períodos de medição, quanto ao crescimento da planta. Faz-se necessário, portanto, um estudo mais aprofundado para estabelecer qual a melhor frequência de medição das DTN.

Tabela 7 - Valores médios, máximos e mínimos da média e amplitude das diferenças térmicas naturais do caule (DTN) das plantas monitoradas e dos coeficientes angular e linear das regressões lineares da estimativa das DTN nos 3 períodos de medição

Período de medição		Valor máximo	Valor mínimo	Valor médio
13/01/2010	Média	0,122	-0,217	-0,078
	Amplitude	1,799	0,373	1,114
15/01/2010	Coeficiente angular	1,908	0,694	1,269
	Coeficiente linear	0,234	-0,131	0,005
24/06/2010	Média	0,219	-0,096	0,074
	Amplitude	2,240	0,777	1,392
26/06/2010	Coeficiente angular	1,440	0,353	0,860
	Coeficiente linear	0,166	-0,229	-0,006
03/09/2010	Média	0,579	-0,075	0,170
	Amplitude	1,960	0,487	1,124
	Coeficiente angular	1,603	0,346	0,847
	Coeficiente linear	0,271	-0,171	0,002

Não foi encontrada boa correlação entre a área foliar das plantas com a média ou amplitude das DTN, provavelmente em função das plantas apresentarem áreas foliares não muito diferentes e do efeito do sombreamento entre plantas.

Na Figura 22 é correlacionada a média do fluxo de seiva das plantas estimada pela Eq. 23 com e sem compensação das DTN. Observa-se uma forte tendência de

subestimativa do método quando não compensadas as DTN. No período estudado a subestimativa média poderia chegar a 30,9%.

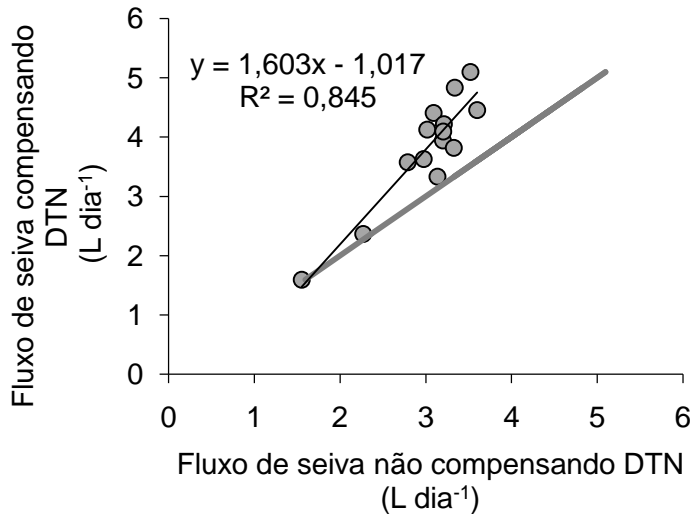


Figura 22 - Relação entre a média do fluxo de seiva diário com e sem compensação das diferenças térmicas naturais do caule (DTN)

Com a finalidade de se avaliar o método empregado na minimização dos efeitos dos gradientes térmicos naturais na estimativa do fluxo de seiva, este foi correlacionado com a evapotranspiração de referência (Figura 23). O melhor ajuste aos dados se deu por equação logarítmica provavelmente pelas características dos citros quanto à difusão de vapor. Quando se corrigem as diferenças térmicas pela subtração das diferenças térmicas naturais estimadas, a tendência de subestimativa do fluxo pelo método diminui, como pode ser observado pelas curvas ajustadas. A correção das diferenças aumenta a precisão do método na estimativa do fluxo de seiva, como pode ser verificado pelo aumento do coeficiente de determinação (R^2) da curva.

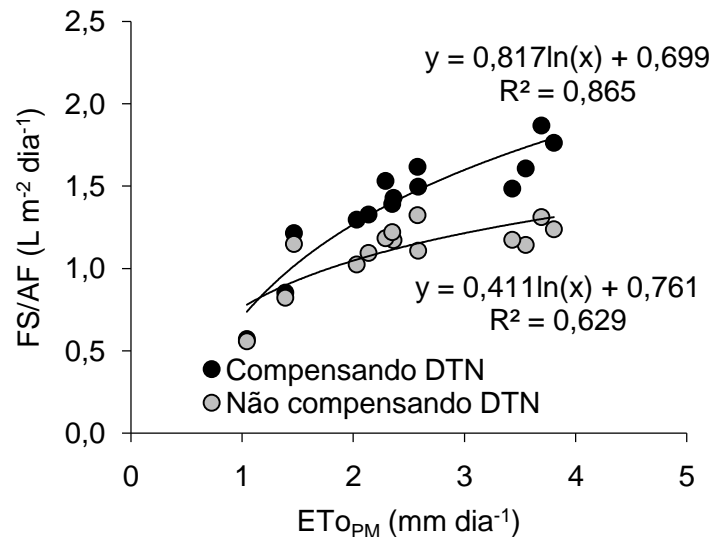


Figura 23 - Fluxo de seiva médio por unidade de área foliar (FS/AF) para plantas de laranja 'Valência' em função da evapotranspiração de referência acumulada do dia (ET_{OPM})

2.3.2 Transpiração em plantas jovens de laranja 'Valência' sem restrição de área molhada do solo

Foi monitorada a transpiração de 20 plantas de laranja sob porta-enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' sem restrição área molhada do solo. O curso da transpiração de todas as plantas monitoradas está ilustrado na Figura 24. Observa-se grande variabilidade dos dados diários entre plantas. Entretanto, considerando o consumo total de água pelas plantas no período de estudo o coeficiente de variação foi de 17,35%, valor condizente com estudos dessa natureza.

Parte da variabilidade encontrada se dá pelas imprecisões do método da sonda de dissipação térmica, e em outra parte pela própria variabilidade da transpiração das plantas.

Não foi verificada correlação entre a área foliar e a transpiração média das plantas ($R=0,02$) provavelmente em função das plantas apresentarem áreas foliares não muito diferentes e do efeito do sombreamento entre plantas. Entretanto, a área foliar pode ser um indicativo de diferenças fenotípicas das plantas. Em janeiro de 2010, 14 meses

desde o plantio das mudas, a área foliar média foi de 2,9 m² com um coeficiente de variação de 31,7%. Em outubro de 2010, a área foliar média foi de 9,42 m² com coeficiente de variação de 17,7%.

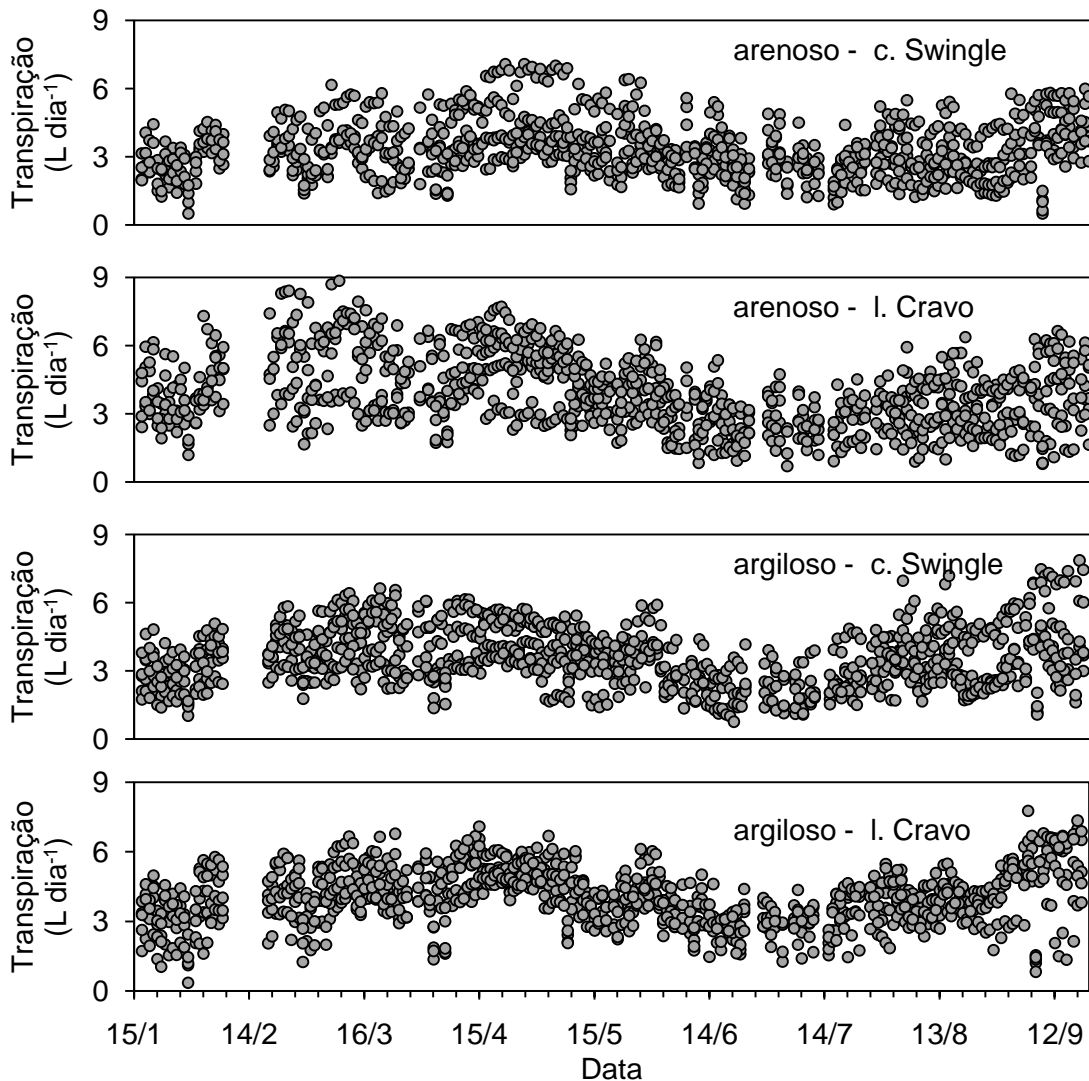


Figura 24 - Transpiração diária de plantas de laranja 'Valência' sem restrição de área molhada do solo sobre porta-enxerto de citrumelo 'Swingle' e limão 'Cravo' em solo Franco-Arenoso e Argiloso

Na Figura 25 é apresentado o curso dos valores de K_C calculados pelas Eq. 19 e 20 para uma situação hipotética de área ocupada pelas plantas de 28 m², P_S de 3,6% e considerando zero a evaporação de água no solo. Os valores variaram de 0,15 a 0,50. Observa-se uma forte influência da fase fenológica das plantas nas relações hídricas.

Allen et al. (1998) apresentam valores de K_C que variam de 0,45 a 0,55 como um guia geral para a cultura do citros com grau de cobertura de 20% em solo descoberto e de 0,4 a 0,5 para o coeficiente de cultura basal (K_{CB}). O K_{CB} é definido como a razão entre a evapotranspiração da cultura ao longo da evapotranspiração de referência quando o solo está seco, mas a transpiração está ocorrendo a uma taxa potencial, ou seja, a água não está limitando a transpiração, representando essencialmente o componente de transpiração.

Os valores encontrados foram inferiores aos apresentados por Allen et al. (1998). Entretanto, levando-se em consideração que as plantas em estudo apresentam grau de cobertura bastante inferior a 20% no caso de um espaçamento de campo, os valores de K_C são coerentes. Vale ressaltar que o presente estudo não tem como objetivo recomendar valores de K_C para a cultura, sendo este calculado apenas para fins de comparação e descrição da relação da transpiração com o ambiente atmosférico (Tr/ET_{OPM}).

A relação Tr/ET_{OPM} é predominantemente crescente até o final do mês de maio, a transpiração média desse período foi de $3,93 \text{ L dia}^{-1}$ com coeficiente de variação de 26,3%. Esse comportamento pode ser explicado pelo crescimento da área foliar das plantas e conseqüentemente da transpiração. Na fase de desenvolvimento vegetativo, até que as plantas atinjam seu máximo crescimento, a formação de folhas novas é maior que a queda de folhas velhas. Durante seu desenvolvimento, a reposição de folhas é contínua. A queda das folhas é maior no florescimento da primavera, sendo que uma folha pode durar de 1 a 3 anos (DUENHAS; FERNANDES; VILLAS BOAS, 2004)

Os citros, para florescerem, necessitam de um período de repouso, o qual é caracterizado pela ausência ou baixo crescimento vegetativo e acúmulo de reservas nos tecidos, principalmente carboidratos. O período de repouso pode ser induzido pelo déficit hídrico ou por baixas temperaturas, sendo que a importância dos fatores mencionados depende das condições climáticas da região onde as plantas são cultivadas (DAVIES; ALBRIGO, 1994). A transição do estágio vegetativo para o reprodutivo pode ser dividida em etapas que são o resultado de interações complexas entre genoma, hormônios, sistemas de membranas, moléculas transportadoras, sítios receptores, enzimas, promotores e inibidores e várias condições ambientais

(KRAJEWSKI; RABE, 1995). Contudo, pouco se sabe dessas etapas nas plantas, em geral, especialmente as lenhosas/arbóreas tropicais/subtropicais, como os citros, o que dificulta uma análise mais profunda da floração, especialmente sua interação com o meio ambiente. A maioria das pesquisas de fenologia adota o critério de observação visual, que identifica o botão floral já diferenciado e, portanto, com a fase de iniciação completa (MEDINA et al., 2005). A partir do início do florescimento a absorção de nutrientes minerais pelas raízes é baixa, e o crescimento dos órgãos em desenvolvimento depende fortemente da translocação das reservas. Quantitativamente, os nutrientes retranslocados das folhas velhas podem representar mais de 70% daqueles utilizados na formação de novos órgãos até a abertura das flores (SANZ et al., 1987).

A floração foi induzida por baixas temperaturas, não sendo necessário induzir a floração por déficit hídrico. Aproximadamente 40 dias antes de ser observado o aparecimento de botões florais, a relação Tr/ET_{oPM} apresenta uma tendência decrescente. Nesse período a transpiração apresentou média de $2,76 \text{ L dia}^{-1}$ com coeficiente de variação de 20% entre plantas. Em campo se observou a queda das folhas mais velhas, possivelmente pela translocação de nutrientes para o florescimento e pelo efeito do estresse por baixas temperaturas, o que pode explicar a redução da relação Tr/ET_{oPM} . Após a visualização dos botões florais, a transpiração apresentou média de $3,23 \text{ L dia}^{-1}$ com coeficiente de variação de 17%. Na fase de formação e enchimento dos frutos a transpiração média foi de $3,77 \text{ L dia}^{-1}$ com coeficiente de variação de 21%.

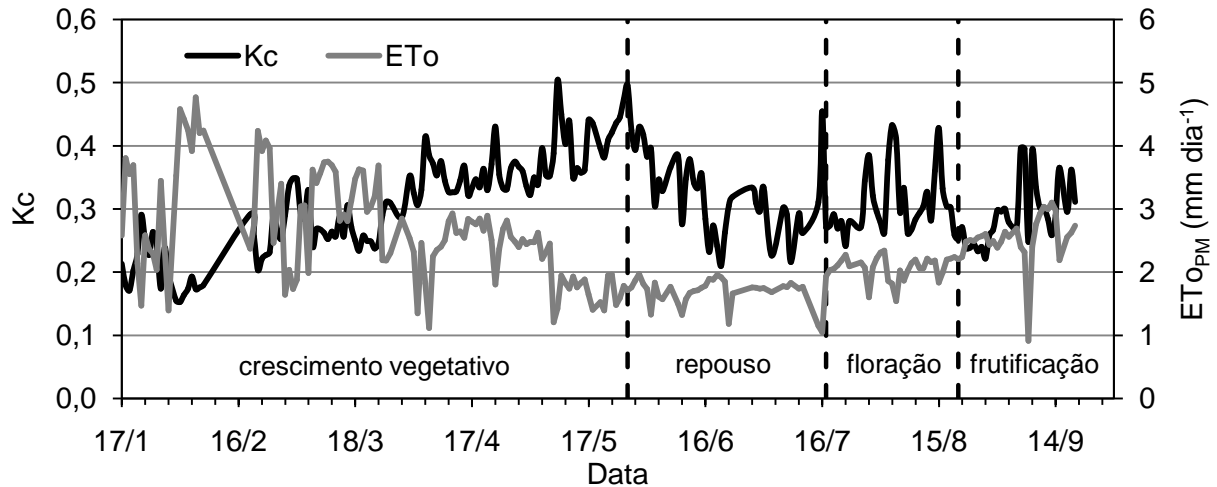


Figura 25 - Curso da evapotranspiração de referência (ET_{oPM}) e valores de K_c calculados com base na transpiração média de plantas de laranja 'Valência' sem restrição de área molhada do solo, para uma situação hipotética de campo com área ocupada pelas plantas de 28 m^2 , percentual de área sombreada de 3,6% e considerando nula a evaporação de água no solo

Na Figura 26 está apresentado o curso da radiação global e do fluxo de seiva médio das 20 plantas em quatro dias escolhidos de forma a representar períodos com condições de baixa e alta demanda atmosférica. Verifica-se a defasagem entre o fluxo de seiva e o curso da radiação solar em todos os dias, fato este detectado por vários autores (HEILMAN; HAN, 1990; VALANCOGNE; NASR, 1993). Nas primeiras horas da manhã ocorre transpiração da água armazenada nos tecidos vegetais. Ao final do dia, quando a transpiração tende a cessar, o fluxo de seiva continua a ocorrer a fim de repor a água dos tecidos perdida durante o dia.

Apesar da defasagem com a radiação solar, observa-se que nos dias de baixa demanda (Figura 26-B) o fluxo de seiva segue as variações de radiação solar. Já em dias de alta demanda (Figura 26-A) ocorrem poucas variações no fluxo de seiva em condições de radiação superiores a $0,4 \text{ MJ m}^{-2} 15 \text{ min}^{-1}$, provavelmente, devido ao fechamento estomático pelo aumento da temperatura foliar. Pode ser notado também que a linha que representa o curso do fluxo de seiva nos dias de alta demanda fica abaixo da linha de radiação solar, comportamento que se inverte nos dias de baixa demanda, indicando uma mudança da relação entre essas variáveis.

Quando a demanda evaporativa da atmosfera aumenta, os estômatos tendem a fechar, reduzindo as taxas de transpiração. Dessa forma, quando ocorre mudança nas condições ambientais em termos de saldo de radiação e das diferenças entre a pressão de vapor nas folhas e no ar, a planta responde aumentando a resistência estomática, diminuindo a transpiração (HALL; CAMACHO; KAUFMANN, 1975; SYVERTSEN; LLOYD, 1994).

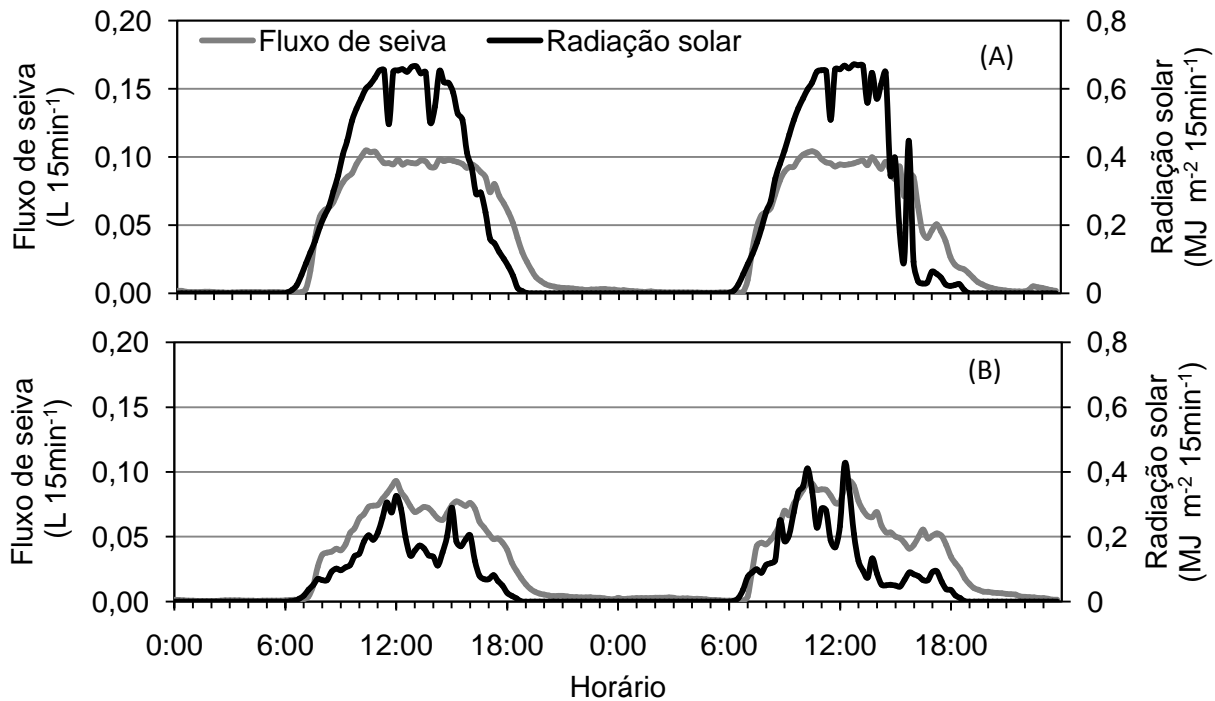


Figura 26 - Curso da radiação solar global e fluxo de seiva médio de 20 plantas de laranja 'Valência' sem restrição de área molhada do solo, em 2 dias consecutivos de alta (A) e baixa (B) demanda evaporativa da atmosfera (Dias Julianos 36, 37, 61, 62)

Na Figura 27 é relacionada a transpiração média das plantas com a ET_{OPM} . Observa-se que para valores de ET_{OPM} até $2,4 \text{ mm dia}^{-1}$ existe uma tendência linear de aumento da transpiração das plantas com o aumento da demanda evaporativa da atmosfera. Para valores de ET_{OPM} entre $2,4$ e $4,8 \text{ mm dia}^{-1}$ a transpiração média das plantas foi de $4,4 \text{ L dia}^{-1}$ com coeficiente de variação de 13,2%, indicando uma tendência de estabilização da transpiração média em maiores demandas.

O valor de $ET_{OPM} = 2,4 \text{ mm dia}^{-1}$ como limite entre as faixas de alta e baixa demanda foi escolhido em função do menor valor da raiz quadrada da média dos quadrados dos

desvios (RMSE) na estimativa geral da transpiração de acordo com os resultados apresentados na Tabela 8.

Coelho Filho et al. (2004) verificaram uma tendência de mudança da relação transpiração relativa à área foliar versus ET_{oPM} para um grupo de dados com ET_{oPM} superior a 2,5 mm, em comparação com o grupo de dados abaixo desse valor. Os citros se caracterizam quanto à condutância foliar à difusão de vapor, por sua alta resistência e por algum tipo de resposta adaptativa, quando expostos durante um tempo a demanda atmosférica elevada. Assim, tem-se verificado comportamento semelhante de demanda de água por plantas cítricas em regiões úmidas e em regiões secas (BONAN, 1996;. HALL; CAMACHO; KAUFMANN, 1975; SYVERTSEN; LLOYD, 1994).

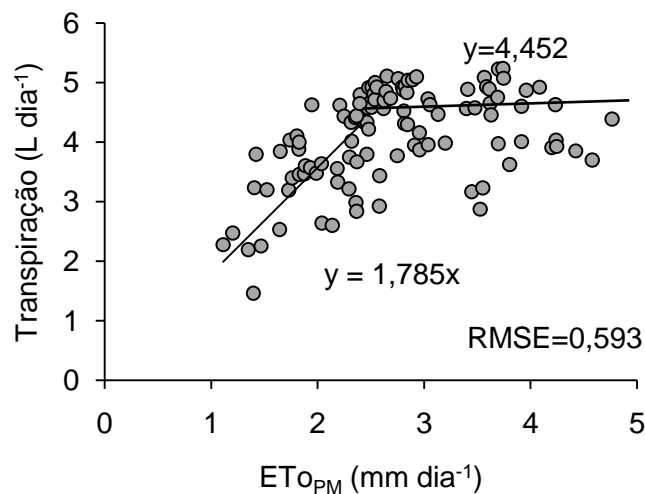


Figura 27 - Relação entre a transpiração média diária de 20 plantas de laranja 'Valência' sem restrição de área de solo molhado e a evapotranspiração de referência (ET_{oPM})

Tabela 8 - Valores de ET_{oPM} que dividem as faixas de alta e baixa demanda (ET_{oPM} limite). Coeficiente linear da reta com intercepto em zero (Coef. a) que relaciona a transpiração média de plantas, sem restrição de área molhada do solo, com a evapotranspiração de referência, em baixas demandas evaporativas. Transpiração média em alta demanda evaporativa. Raiz quadrada da média dos quadrados dos desvios (RMSE)

ET_{oPM} limite (mm dia ⁻¹)	Coef. a	Transpiração média em alta demanda (L dia ⁻¹)	RMSE (L dia ⁻¹)
1,8	1,957	4,258	0,638
2,0	1,990	4,306	0,625
2,2	1,855	4,377	0,602
2,4	1,785	4,452	0,593
2,6	1,779	4,455	0,599
2,8	1,774	4,415	0,596
3,0	1,73	4,356	0,615
3,5	1,654	4,368	0,707

Na Tabela 9 são apresentados os resultados da análise de variância da transpiração média do período estudado. Todas as fontes de variação, à exceção do tipo de solo, foram significativas (<5%). Com bases nesses resultados a transpiração das plantas foi estudada separadamente em cada estágio de desenvolvimento levando-se em conta a faixa de demanda evaporativa e o porta-enxerto utilizado.

Em geral o tipo de solo não influenciou a transpiração. Como a irrigação se deu em sua maior parte em intervalos diários, a variação de potencial da água no solo não foi limitante à transpiração na maioria das situações.

As plantas com porta-enxerto limão 'Cravo' de forma geral apresentaram maior transpiração que as plantas enxertadas sobre citrumelo 'Swingle'. A maior transpiração com esse tipo de porta-enxerto pode ser explicado pela alta condutividade hidráulica das raízes de limoeiro 'Cravo', como observado por Medina; Machado e Pinto (1998).

Tabela 9 - Graus de liberdade, quadrado médio dos desvios e probabilidade de significância ($Pr > F_c$) dos fatores de variação da análise de variância para transpiração de laranja 'Valência' sem restrição de área molhada do solo

Fator de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	$Pr > F_c$
Linha	12		
Fase de desenvolvimento das plantas (Fase)	3	3,199	0,0006
Faixa de demanda evaporativa da atmosfera (ET _o)	1	6,655	0,0005
Solo	1	0,004	0,9292
Porta-enxerto (PE)	1	3,534	0,0057
erro	101	0,506	
Total corrigido	119		
CV (%)	19,4		
Média geral	3,67		

Na Figura 28 a relação Tr/ET_{0PM} durante o período de crescimento vegetativo é colocada em função do dia Juliano. Por se tratar de um período de crescimento da área foliar das plantas, a transpiração relativa das plantas aumentou ao longo do tempo de forma linear. O efeito temporal, portanto, deve ser levado em consideração nas estimativas de consumo de água pelas plantas. Irigoyen (2010) conclui em lima ácida 'Tahiti' que para os modelos testados a inclusão do efeito temporal melhora o desempenho na estimativa da evapotranspiração diurna na linha de plantio, ficando evidente a existência de outros efeitos temporais operando concomitantemente com o ambiente atmosférico na determinação da condutância à difusão de vapor e evapotranspiração.

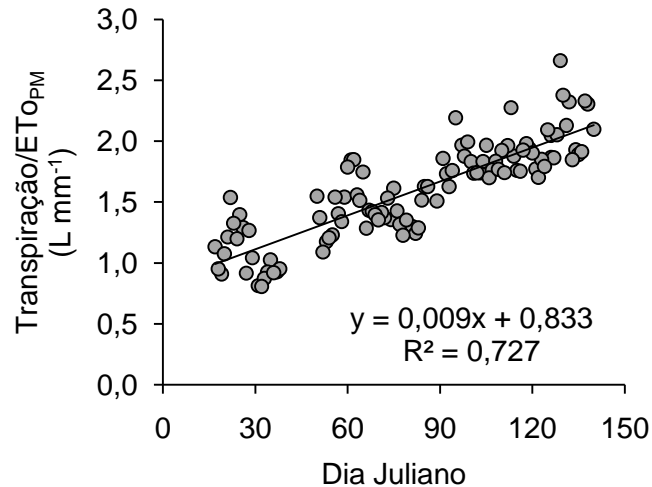


Figura 28 - Relação da transpiração média diária de 20 plantas de laranja 'Valência' com o dia Juliano, no período de crescimento vegetativo

Na Tabela 10 estão apresentados os coeficientes de regressão múltipla para estimativa da transpiração média das plantas em função do dia Juliano e da ET_{PM}. Levando-se em conta a mudança da relação Tr/ET_{PM} apresentada na Figura 26, os dados foram separados em um grupo com ET_{PM} < 2,4 mm dia⁻¹ e outro com valores acima. Todos os coeficientes que relacionam o dia Juliano à transpiração foram significativos (<5%). No período de frutificação em dias de alta demanda e na floração observa-se baixa significância no coeficiente que relaciona a ET_{PM} com a transpiração.

Nos períodos de crescimento vegetativo e floração os porta-enxertos respondem de forma parecida ao efeito temporal, representado pelo dia Juliano, tanto em alta como em baixa demanda, indicando um crescimento uniforme das plantas, como pode ser observado pela proximidade dos valores dos coeficientes. No período de repouso o dia Juliano apresenta coeficiente negativo, já que o período se caracteriza por uma diminuição da relação Tr/ET_{PM} como discutido anteriormente. No período de frutificação o dia Juliano apresenta coeficiente maior que nos períodos anteriores, caracterizando um aumento da relação Tr/ET_{PM}. O aumento dessa relação provavelmente está ligado ao crescimento e desenvolvimento das folhas novas lançadas durante o período da floração.

Não foi obtida boa correlação entre a transpiração diária no período de floração com a ET_{PM} (Tabela 10). A inclusão do efeito temporal através do dia Juliano também não

aumentou a correlação. Por ser um período de intensa atividade metabólica das plantas, sua relação com os efeitos ambientais precisam de estudos mais detalhados.

Ainda com base nos resultados da Tabela 10, para o período de crescimento vegetativo, nota-se que as plantas com porta-enxerto limão 'Cravo' apresentam maior resposta na transpiração à demanda evaporativa da atmosfera (ET_{oPM}), apresentando, em condições de baixa demanda, um coeficiente em média 24% maior que em citrumelo 'Swingle'. Em alta demanda a diferença entre os coeficientes é bem pequena (0,6%), o que indica que a resistência estomática passa a ter maior influência no fluxo de água na planta que a resistência radicular.

Comparando-se os coeficientes que relacionam a transpiração com a ET_{oPM} na Tabela 10, na fase de crescimento vegetativo, estes foram 2,8 e 3,5 vezes maiores em condição de baixa demanda para as plantas enxertadas sobre citrumelo 'Swingle' e limão 'Cravo' respectivamente. Observa-se também pelos valores de R^2 , para ambos os porta-enxertos, maior dispersão nos dados na faixa de maior demanda evaporativa da atmosfera. Esses valores confirmam a forte influência do controle da planta na transpiração em altas demandas evaporativas da atmosfera. Em limão 'Cravo' a mudança no coeficiente é maior indicando uma maior ação de controle na transpiração. Segundo Medina et al. (2005), as raízes dos porta-enxertos podem manter o estado de hidratação das plantas como consequência de sua arquitetura, da maior relação raiz/parte aérea, da condutividade hidráulica ou pela produção de hormônios indutores de alterações metabólicas que garantam a absorção de água em solos mais secos. Muitas vezes, o controle da perda de água pela regulação da abertura estomática está em função de hormônios produzidos no sistema radicular. O balanço entre a produção de ABA e citocininas no sistema radicular desempenha importante papel nas relações entre a raiz e a parte aérea em citros, sendo possíveis mensageiros de deficiência hídrica da raiz para a copa (CORNISH; ZEEVAART, 1985).

Tabela 10 - Parâmetros da regressão múltipla com dia Juliano (J) e evapotranspiração de referência (ET_{OPM}) para estimativa da transpiração de plantas de laranja 'Valência' sem restrição de área molhada do solo, sobre porta-enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' em dias de baixa ($ET_{OPM} < 2,4 \text{ mm dia}^{-1}$) e alta ($ET_{OPM} > 2,4 \text{ mm dia}^{-1}$) demanda evaporativa da atmosfera

Fase de desenvolvimento		Citrumelo 'Swingle'		Limão 'Cravo'	
		Coefficiente	Pr>Fc	Coefficiente	Pr>Fc
Crescimento vegetativo	Baixa demanda				
	Interseção	-0,792		-0,785	
	J	0,015	< 0,001	0,013	< 0,001
	ET_{OPM}	1,400	< 0,001	1,738	< 0,001
	R^2	0,831		0,755	
	Alta demanda				
	Interseção	1,033		1,826	
	J	0,018	< 0,001	0,019	< 0,001
	ET_{OPM}	0,500	< 0,001	0,497	< 0,001
	R^2	0,684		0,545	
Repouso	Baixa demanda				
	Interseção	5,125		6,222	
	J	-0,022	< 0,001	-0,027	< 0,001
	ET_{OPM}	0,834	0,013	0,806	0,058
	R^2	0,491		0,431	
Floração	Baixa demanda				
	Interseção	1,139		1,079	
	J	0,016	0,041	0,012	0,049
	ET_{OPM}	-0,680	0,088	-0,051	0,864
	R^2	0,209		0,131	
Frutificação	Baixa demanda				
	Interseção	-21,20		-14,581	
	J	0,081	0,005	0,054	0,033
	ET_{OPM}	2,384	0,001	2,473	0,001
	R^2	0,936		0,920	
	Alta demanda				
	Interseção	-11,72		-9,936	
	J	0,056	< 0,001	0,048	< 0,001
	ET_{OPM}	0,604	0,268	0,817	0,081
	R^2	0,752		0,794	

Na Figura 29 estão relacionadas a transpiração média observada e a estimada por meio de regressão com os coeficientes apresentados na Tabela 12 para o mesmo conjunto de dados. Observa-se um bom ajuste dos dados, com coeficiente de determinação de 0,811 e 0,817 para as plantas com porta-enxerto citrumelo 'Swingle' e limão 'Cravo' respectivamente. Observa-se uma ligeira tendência de subestimativa da transpiração em torno de 0,2% para as plantas enxertadas sobre citrumelo 'Swingle'

com valor de RMSE de $0,34 \text{ L dia}^{-1}$. Em limão ‘Cravo’ os erros foram um pouco maiores ($\text{RMSE} = 0,41 \text{ L dia}^{-1}$) e observa-se uma tendência de superestimativa também em torno de 0,2%.

Coelho Filho et al. (2004), estimando a transpiração diária de lima ácida ‘Tahiti’ pela multiplicação de $\text{ET}_0/2,88$ pela área foliar das plantas, encontrou boa concordância com a transpiração expressa pelo fluxo de seiva, quando se usou o método de Penman-Monteith (subestimando em média 6,7%) e de Penman (superestimativa de 5,6%).

Marin (2000) testou o método de Penman-Monteith adaptado para a estimativa da transpiração máxima também em lima ácida ‘Tahiti’ que apresentou adequado desempenho no verão, mas com superestimativas na ordem de 40% no inverno, quando comparado com as medidas de fluxo de seiva pelo método de balanço de calor no caule. Embora a aplicação de métodos micrometeorológicos, tais como o da razão de Bowen e o da covariância de turbilhões, possa ajudar a descrever adequadamente as resistências, com frequência apresentam dificuldades de serem aplicados em culturas conduzidas em pomares ou renques (PEREIRA et al., 2003; VILLALOBOS et al., 2000; WULLSCHLEGER; WILSON; HANSON, 2000). Nestas condições, medições diretas como as de fluxo de seiva resultam adequadas e relativamente simples para estimar a transpiração da planta.

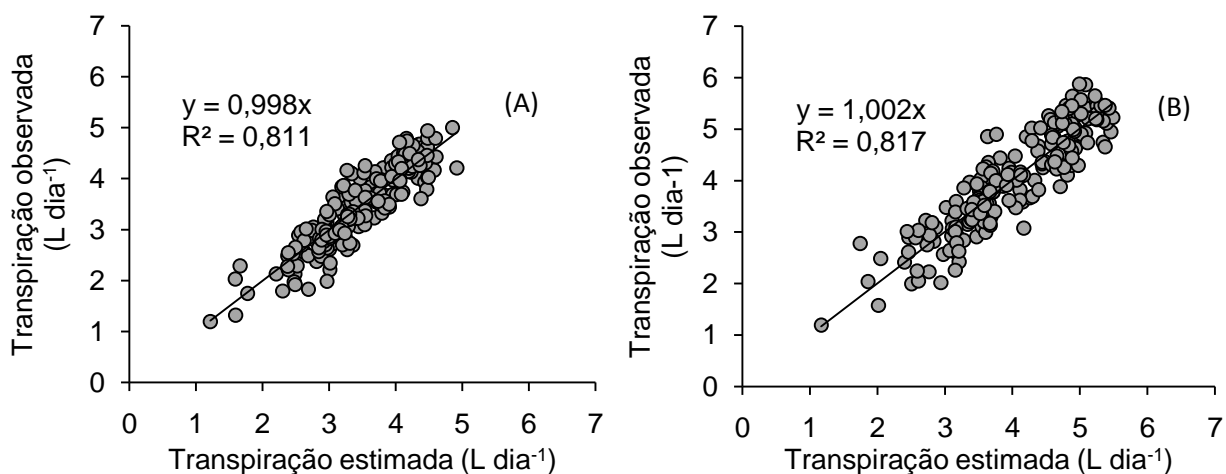


Figura 29 - Relação entre a transpiração média diária observada e estimada para plantas de laranja ‘Valência’ sobre porta-enxerto de citrumelo ‘Swingle’ (A) e limão ‘Cravo’ (B)

2.3.3 Transpiração em plantas jovens de laranja 'Valência' com molhamento parcial do solo

A transpiração das 20 plantas com área de solo molhado reduzido e a transpiração média das plantas sem restrição de área molhada é apresentada na Figura 30. Apesar da grande variabilidade da transpiração, pode-se observar que a maioria dos dados se encontra abaixo da linha que representa a transpiração média das plantas com 100% de área de solo molhado.

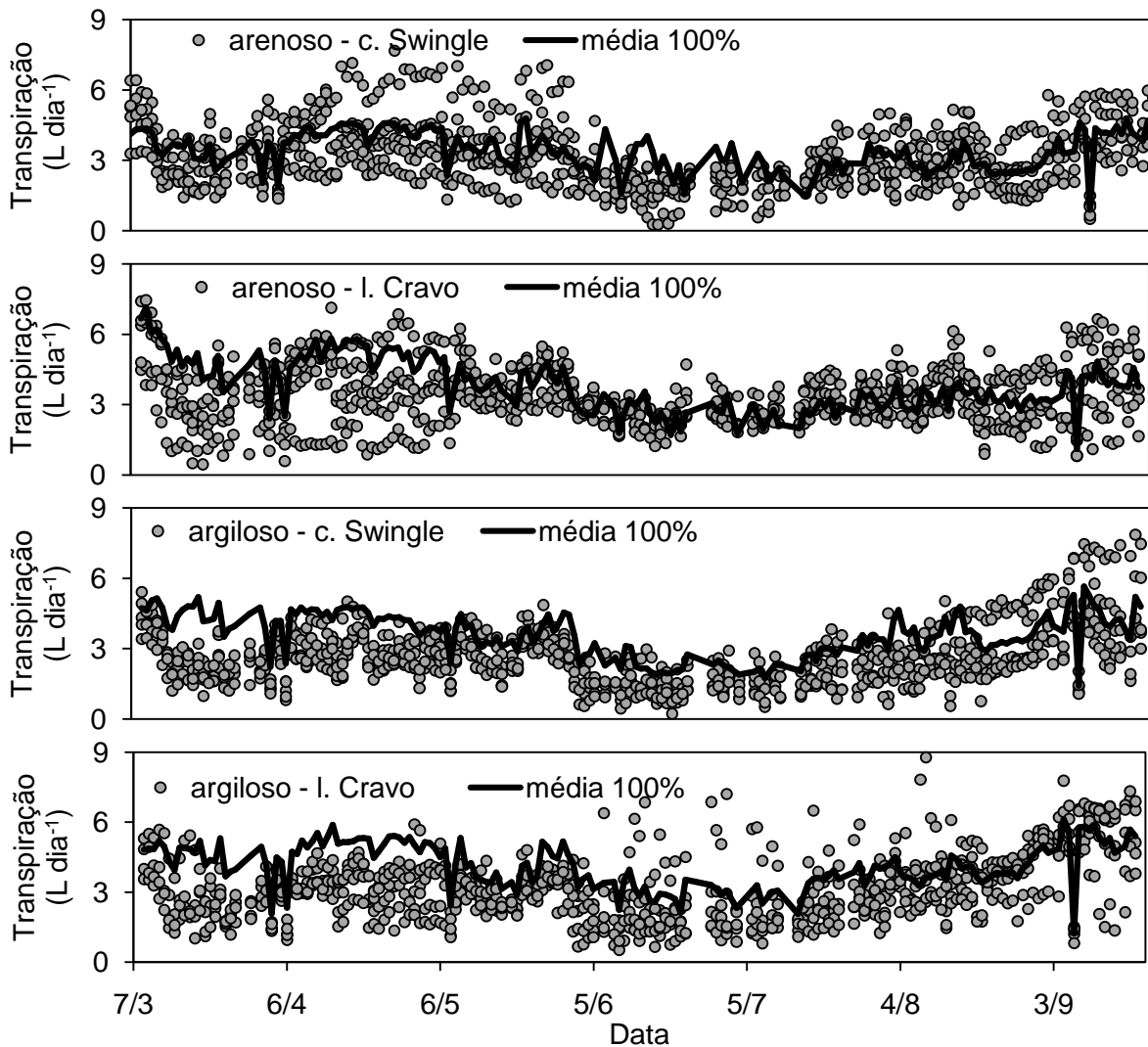


Figura 30 - Transpiração diária das plantas com 12,5% e média das plantas com 100% de área molhada do solo nos diversos tipos de solo e porta-enxertos utilizados

O percentual da transpiração relativa a 100% de área molhada do solo – PTr (Eq. 21 e 22) para plantas de laranja no período estudado é apresentado na Figura 31. No início do experimento toda a área da caixa era irrigada e as plantas transpiravam em torno de 100%, com uma pequena variabilidade, natural nesse tipo de experimento. Quando a irrigação passou a ser conduzida de forma a proporcionar o molhamento de apenas 12,5% da área da caixa houve uma diminuição da transpiração de todas as plantas, que ocorreu de forma linear com o tempo, até o secamento dos demais compartimentos, o que ocorreu em torno de 14 dias (Figura 32). Após esse período a transpiração oscilou entre 42 e 130% da transpiração relativa a 100% de área de solo molhado. Essa oscilação se deu em grande parte em função do estágio fenológico das plantas, da demanda evaporativa da atmosfera e da adaptação do sistema radicular ao volume de solo molhado.

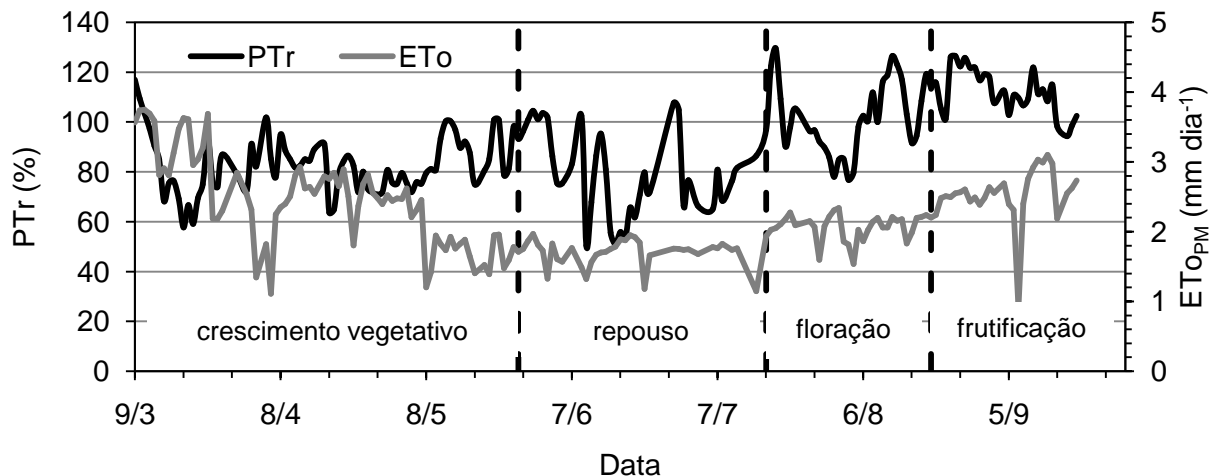


Figura 31 - Evapotranspiração de referência e média do percentual da transpiração relativa a 100% de área molhada do solo (PTr)

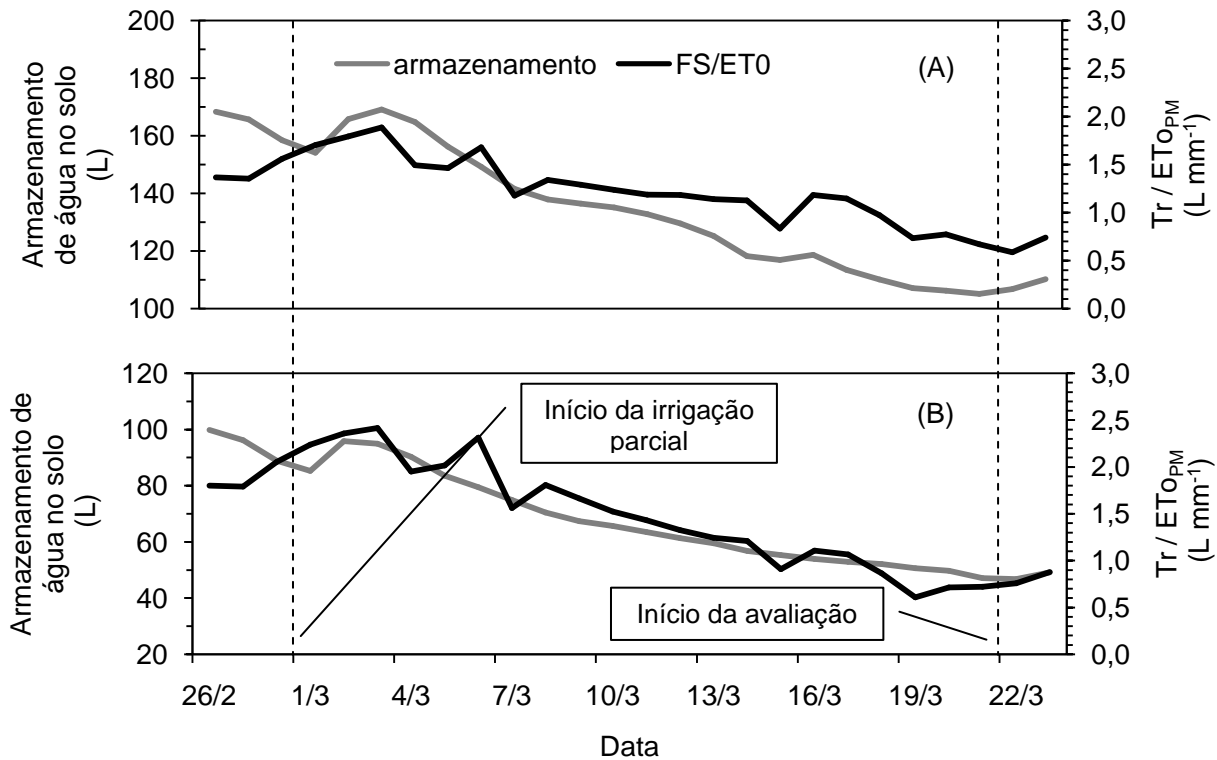


Figura 32 - Média do armazenamento de água no solo e relação entre a transpiração e evapotranspiração de referência (Tr / ET_{0PM}) para plantas em solo argiloso (A) e arenoso (B)

Na Tabela 11 é apresentada a análise de variância para o potencial da água na folha medido ao alvorecer do dia 19/08/2010. A área de solo molhado foi a única fonte de variação que apresentou influência significativa no potencial hídrico foliar.

O potencial da água na folha das plantas com área de solo molhado reduzido foi 31,5% maior que nas plantas com 100% de solo molhado (-1,085 MPa e -0,7435 MPa). Esse resultado indica uma influência da área molhada do solo na hidratação da planta. Entretanto, ambos são valores relativamente altos, Cerqueira et al. (2004), estudando porta enxertos cítricos, apresentam valores médios de -0,8 MPa para as mudas irrigadas e de -2,7 MPa após 12 dias de déficit hídrico.

Estudos com um maior número de dias de medição e uma análise mais detalhada se fazem necessários para caracterizar o estado de hidratação da planta nos diversos estágios fenológicos e faixas de demanda evaporativa da atmosfera.

Tabela 11 - Graus de liberdade, quadrado médio dos desvios e probabilidade de significância ($Pr>F_c$) dos fatores de variação da análise de variância para potencial da água na folha

Fator de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	$Pr>F_c$
Linha	9		
Área molhada do solo (WA)	1	116,96	0,0001
Solo	1	5,929	0,2825
Porta-enxerto (PE)	1	7,225	0,2367
WA*Solo	1	0,784	0,6929
WA*PE	1	0,400	0,7777
WA*Solo*PE	1	0,324	0,7994
Erro	24	4,906	
Total corrigido	39		
CV (%)	24,22		
Média geral	9,145		

Assim como ocorreu em plantas com 100% de área molhada do solo, observou-se que para baixos valores de ET_{OPM} existe uma tendência linear de aumento da transpiração das plantas com o aumento da demanda evaporativa da atmosfera. Para valores de ET_{OPM} acima de certo valor existe uma tendência de estabilização da transpiração. O valor de $ET_{OPM} = 2,0 \text{ mm dia}^{-1}$ como limite entre as faixas de alta e baixa demanda foi escolhido em função do menor erro (RMSE) na estimativa geral da transpiração de acordo com os resultados apresentados na Figura 33. Esse limite menor que o encontrado para plantas sem restrição de área molhada ($2,4 \text{ mm dia}^{-1}$) indica uma maior ação de controle de perda de água pela planta na condição de molhamento parcial do solo, com possíveis implicações na taxa fotossintética.

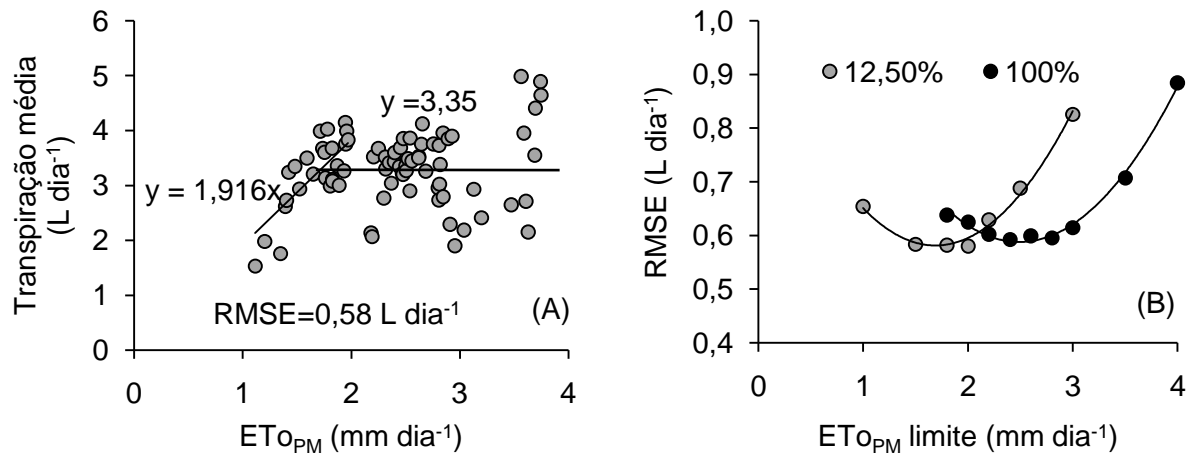


Figura 33 - Relação da transpiração média diária de 20 plantas de laranja 'Valência' com 12,5% de área molhada do solo com a evapotranspiração de referência (ET_{0PM}) (A). Raiz quadrada da média dos quadrados dos desvios (RMSE) em função de valores de ET_{0PM} que dividem as faixas de alta e baixa demanda (ET_{0PM} limite) para plantas de laranja 'Valência' com 12,5% e 100% de área molhada do solo (B).

Os resultados da análise de variância da transpiração média do período estudado são apresentados na Tabela 12. À exceção do tipo de solo, todas as fontes de variação foram altamente significativas (<1%). A redução na área molhada do solo provocou uma redução de 16% na transpiração média do período, sendo essa diferença altamente significativa (<0,1%).

Não foi observado efeito significativo (<5%) entre a área molhada do solo e as outras fontes de variação. Entretanto, a interação com a fase de desenvolvimento da cultura e a classe de demanda evaporativa atmosférica foi significativa a 5,5%. Com base nesses resultados o efeito da redução da área de solo molhado foi estudado separadamente em cada estágio de desenvolvimento levando-se em conta a faixa de demanda evaporativa.

A redução na taxa transpiratória foi verificada por Moreshet; Cohen e Fuchs (1983) que testaram a irrigação de 40% da área ocupada pela planta, em um pomar de 23 anos de laranja "Shamouti" (*Citrus Cinensis* L. Obsbeck). Nesse experimento a extração média de água no solo nas parcelas com área parcialmente irrigada foi 66% das parcelas plenamente irrigadas, a transpiração em um dos anos (1980) foi de 72% e a evaporação da superfície do solo foi de 58%. Cohen; Moreshet e Fuchs (1984) concluem com base nos dados desse mesmo experimento que houve um incremento

na extração de água na zona de 40% porém não suficiente para compensar completamente a redução na água disponível na zona 60% seca. Rocha (2008), entretanto, não encontrou diferença significativa entre os tratamentos para condutância estomática, transpiração e temperatura foliar em lima ácida 'Tahiti', enxertada em citrumelo 'Swingle' em pequenas porcentagens de área molhada (2 a 17%).

Tabela 12 - Graus de liberdade, quadrado médio dos desvios e probabilidade de significância ($Pr > F_c$) dos fatores de variação da análise de variância para transpiração média de plantas de laranja 'Valência'

Fator de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	$Pr > F_c$
Linha	12		
Área molhada do solo (WA)	1	11,16	<0,0001
Fase de desenvolvimento das plantas (Fase)	3	4,554	0,0002
Faixa de demanda evaporativa da atmosfera (ETo)	1	8,699	0,0004
Solo	1	1,299	0,1605
Porta-enxerto (PE)	1	3,551	0,0210
WA*Fase*ETo	4	1,568	0,0523
WA*Fase*ETo*Solo	9	1,028	0,1274
WA*Fase*ETo*PE	9	0,358	0,8363
WA*Fase*Eto*Solo*PE	10	0,407	0,7912
Erro	148	0,652	
Total corrigido	199		
CV (%)	23,81		
Média geral	3,39		

Observa-se na Tabela 13 uma tendência de diminuição da diferença entre a transpiração das plantas com e sem restrição de área de solo molhado ao longo do tempo. Na fase de crescimento vegetativo, a diferença entre os tratamentos nos dias de alta demanda evaporativa da atmosfera (ET_{oPM}) foi em média de 25,2%, enquanto que no final das avaliações essa diferença cai para 5,71% na mesma faixa de demanda. Esses resultados indicam uma adaptação do sistema radicular ao volume reduzido de solo molhado, comportamento que se reflete no teste de médias aumentando a significância ($Pr > F$).

No período que antecede a visualização dos botões florais (repouso), as médias diferem a 7% de significância enquanto que na fase de crescimento vegetativo para a

mesma faixa de ET_{PM} (baixa) esse valor é de 15%. Isso ocorre pelo aumento da diferença entre as transpirações nos períodos (16,4 e 10,2%), indicando que as atividades metabólicas da planta ligadas à floração exercem influência na transpiração exigindo um maior volume de solo molhado.

Além da adaptação do sistema radicular e do estágio fenológico das plantas, observa-se pelas diferenças percentuais na transpiração e significâncias dessas, no período de crescimento vegetativo, que a ET_{PM} influencia na redução da taxa transpiratória quando a área de solo molhado é reduzida. Em maiores valores de ET_{PM} as raízes em um volume de solo molhado reduzido não foram capazes de suprir a demanda de água pela planta enquanto que em baixos valores as diferenças entre as médias não foram significativas.

Tabela 13 - Transpiração média diária de laranja 'Valência' com 100% e 12,5% de área molhada do solo e probabilidade de diferença entre as médias pelo teste F ($Pr>F$), nas diversas fases de desenvolvimento das plantas, em dias de alta ($ET_{PM} > 2,0 \text{ mm dia}^{-1}$) e baixa ($ET_{PM} < 2,0 \text{ mm dia}^{-1}$) demanda evaporativa da atmosfera

Fase fenológica	Classe de ET_{PM}	Transpiração média ($L \text{ dia}^{-1}$)		Diferença (%)	Pr>F
		100% de área molhada	12,5% de área molhada		
Crescimento vegetativo	Alta	4,65	3,48	25,2	<0,001
	Baixa	3,59	3,22	10,2	0,155
Repouso	Baixa	2,87	2,40	16,4	0,070
Floração	Baixa	3,33	3,12	6,40	0,409
Frutificação	Alta	3,99	3,76	5,71	0,378

Na Figura 34 o PTr é relacionado com a ET_{PM} . No teste de médias apresentado na Tabela 13 observou-se diferença na redução da transpiração devida à classe de ET_{PM} , no período de crescimento vegetativo. Entretanto, analisando todo o período de estudo é difícil quantificar essa relação, uma vez que ambas as variáveis (ET_{PM} e PTr) estão sujeitas ao efeito temporal incluso na variável dias após início da irrigação parcial.

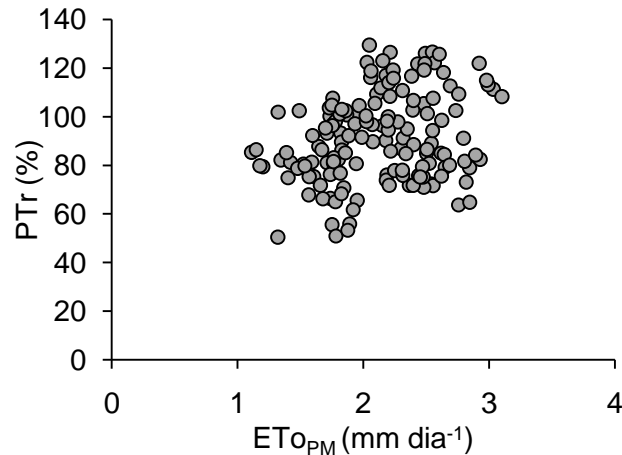


Figura 34 - Percentual da transpiração relativa a 100% de área molhada do solo (PTr) em função da evapotranspiração de referência (ET_{oPM})

Pode-se inferir pelos resultados apresentados na Figura 35 que, analisando todo o período, apesar do baixo coeficiente de determinação (R^2), o número de dias após irrigação parcial exerce considerável influência na redução da transpiração das plantas quando submetidas à restrição de área de solo molhado. A cada dia o PTr aumentou em média 0,2%, sendo essa relação altamente significativa ($<0,1\%$), indicando uma adaptação do sistema radicular ao volume de solo molhado em torno de 156 dias. Entretanto, a relação do PTr com o número de dias após irrigação não é uniforme durante todo o período. Observam-se na Figura 35 valores baixos de PTr em torno de 90 dias após início da irrigação parcial, quando termina o período de crescimento vegetativo.

Machado; Coelho e Coelho Filho (2001) analisaram a adaptação fisiológica à irrigação localizada do porta-enxerto limão 'Cravo' em plantas adultas de lima ácida 'Tahiti', submetidas a diferentes porcentagens de área molhada do solo. A adaptação nesse trabalho à irrigação localizada, sem o uso de fertirrigação e nas condições climáticas paulistas, demorou aproximadamente 100 dias, para aumentar em 35% a sua capacidade de absorção de água, se comparada uma planta com 24,2% a outra com 12,2% da área molhada em relação à projeção da copa da planta. A adaptação do sistema radicular a uma condição de molhamento parcial do solo também foi verificada por Machado (2004), que testando diferentes tratamentos de fertirrigação observou

diferenças no consumo de água e nutrientes de plantas com 1 ano de idade de lima ácida 'Tahiti' com fração de área molhada de 13%.

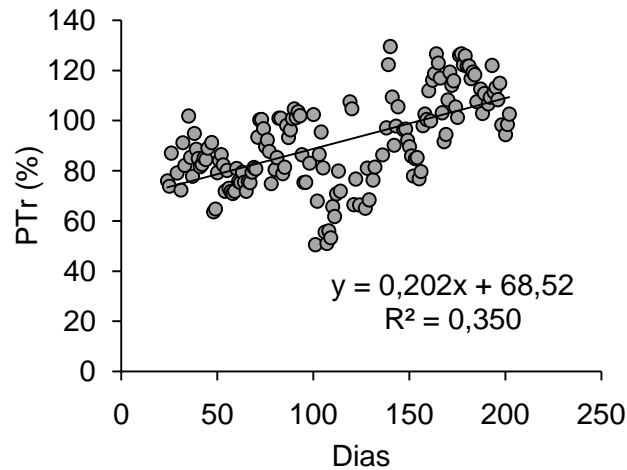


Figura 35 - Percentual da transpiração relativa a 100% de área molhada do solo (PTr) em função do número de dias após início da irrigação parcial (Dias)

2.3.4 Crescimento vegetativo, floração e número de frutos em plantas jovens de laranja 'Valência' com molhamento parcial do solo

Apesar significativa redução da taxa transpiratória nos meses que antecedem a floração, não houve diferença significativa entre os tratamentos com 12,5 e 100% de área molhada do solo em relação ao crescimento vegetativo como pode ser observado pelos resultados da análise de variância para diâmetro de caule e área foliar apresentados na Tabela 14.

O crescimento e a produção das plantas dependem do suprimento de substrato fotossintetizado, sendo portanto favorecidos por condições adequadas a altas taxas de fotossíntese. Em geral, sob deficiência hídrica, a queda da taxa de fotossíntese inicialmente é devida ao fechamento dos estômatos. Dependendo da espécie, da natureza e da intensidade da desidratação, a taxa de fotossíntese pode atingir valores próximos a zero sem significativo declínio da capacidade fotossintética do mesófilo (CHAVES, 1991).

A taxa de transpiração em citros aumenta com o déficit de pressão de vapor, apesar de os estômatos se fecharem parcialmente, conseqüentemente a eficiência instantânea do uso da água pela planta é menor nos horários de alta demanda atmosférica por água. Sob condições naturais, sem deficiência hídrica no solo e com fluxo de fótons fotossintéticos saturante, a taxa de fotossíntese em laranja é máxima ao redor das 09h30min, decrescendo posteriormente, com o aumento da temperatura e do déficit de pressão de vapor (MEDINA; MACHADO; GOMES, 1999). Machado et al. (2002), em plantas de laranja 'Valência', observaram por meio de medidas de potencial da água na folha que a variação das condições de temperatura, umidade do ar e de radiação solar influenciaram o estado hídrico da folha, mas com magnitudes aparentemente insuficientes para afetar também a taxa de fotossíntese.

Tabela 14 - Graus de liberdade (GL), quadrado médio dos desvios (QM) e probabilidade de significância ($Pr > F_c$) dos fatores de variação da análise de variância, para a área foliar e diâmetro de caule no final do período de avaliação (outubro de 2010)

Fator de variação	Área foliar			Diâmetro de caule		
	GL	QM	$Pr > F_c$	GL	QM	$Pr > F_c$
Linha	11			11		
Área molhada do solo (WA)	1	4,397	0,2234	1	2,522	0,3855
Solo	1	0,093	0,8569	1	0,000	0,9986
Porta-enxerto (PE)	1	10,36	0,0677	1	10,70	0,0821
WA*Solo*PE	4	2,695	0,4472	4	3,762	0,2366
Erro	21	2,792		21	3,210	
Total corrigido	39			39		
CV (%)	17,7			5,66		
Média geral	9,42			31,63		
Número de observações	40			40		

Na Figura 36 é apresentado o percentual de abertura dos botões florais e de abortamento de flores e frutos ao longo das avaliações. Na terceira semana de avaliação, 84,72% das flores marcadas estavam abertas. Até esse dia não foram observadas diferenças entre os tratamentos quanto ao abortamento de flores que em média foi de 14,5%. Na quarta semana houve um maior número de flores abertas no tratamento com 100% de área de solo molhado. Na oitava semana de avaliação o percentual médio de abortamento dos cachos florais marcados foi de 79% e 91% para

os tratamentos com 12,5 e 100% de área molhada do solo, respectivamente. Em citros, essa elevada 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 (DAVIES; ALBRIGO, 1994). Surpreendentemente, ocorreu maior abortamento nas plantas sem restrição de área molhada. Esse maior número de abortamento pode ser explicado pelo atraso na abertura das flores no tratamento com 12,5% de área molhada, visto que se observa uma tendência de diminuição das diferenças no final da avaliação. Os valores também podem ter sido influenciados pela elevada variabilidade dos dados e baixo número de amostragem (4 cachos florais por planta), considerando o grande número de abscisão de frutos.

Moreshet; Cohen e Fuchs (1983), testando a irrigação de 40% da área ocupada pela planta em um pomar de 23 anos de laranja “Shamouti” (*Citrus Cinensis* L. Obsbeck), apresentaram resultados de produção total de flores por árvore de 120.000 na parcela parcialmente irrigada, em comparação com 79.000 por árvore nas parcelas plenamente irrigadas. Os autores observaram uma diferença considerável na abscisão de flores entre tratamentos especialmente no início da floração. A taxa de abscisão de flores nas árvores parcialmente irrigadas foi superior à das árvores plenamente irrigadas. Em contrapartida, a abscisão de frutos foi menor no tratamento parcialmente irrigado.

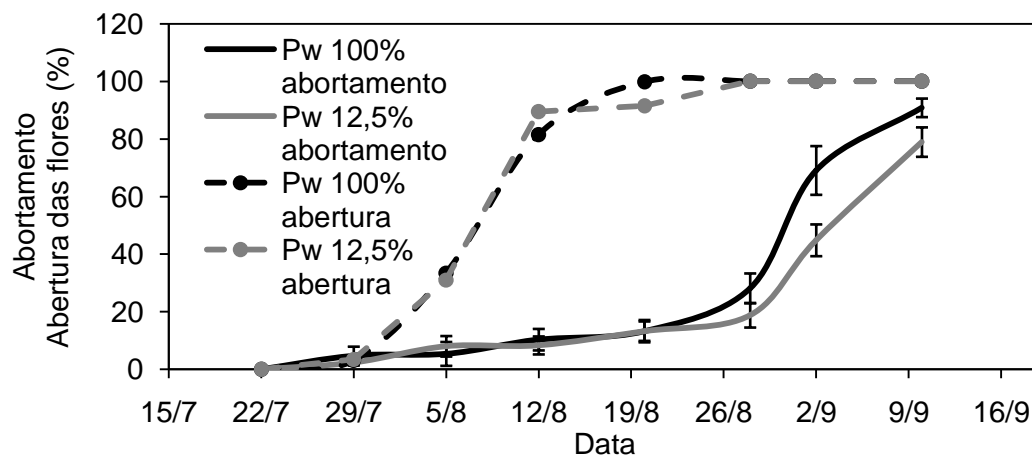


Figura 36 - Percentual médio de abertura das flores e abortamento de flores e frutos em plantas com 12,5% (Pw 12,5%) e 100% (Pw 100%) de área molhada do solo

Assim como em relação às variáveis de crescimento, a redução da área de solo molhado também não influenciou o número de frutos por planta de acordo com os resultados da análise de variância apresentados na Tabela 15.

Aos 52 dias após a floração plena, em média, as plantas possuíam 56 frutos fixados com um coeficiente de variação de 32% (Tabela 15). Esses valores estão dentro do esperado, considerando que comercialmente os 3 primeiros anos de um pomar de laranja são considerados como uma fase de formação, sem previsão de colheita. No 4º ano a produção esperada é de 0,5 caixa por planta o que equivale à cerca de 124 frutos por planta (FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS, 2010).

Koo (1985), com laranja 'Hamlin' (*Citrus sinensis* L. Osb.) sob dois porta-enxertos (*C. jambhiri* Lush. e *C. aurantium* L.) e 3 frações de áreas molhadas (15 a 20%, 30 a 40% e 70 a 80%), concluiu que a produção dos frutos variou diretamente com o tamanho da área molhada em ambos os porta-enxertos. Entretanto, nos resultados de trabalhos de campo com lima ácida 'Tahiti' em Visconde do Rio Branco, MG, apresentados por Souza et al. (2003), e na região semi-árida do Norte de Minas Gerais, por Simões et al. (2006), não se observa diferença significativa entre os tratamentos quanto à produtividade. Nesses trabalhos, não se evidenciou necessidade de duas linhas laterais por fileira de plantas.

Tabela 15 - Graus de liberdade, quadrado médio dos desvios e probabilidade de significância ($Pr > F_c$) dos fatores de variação da análise de variância, para número de frutos por planta

Fator de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio dos desvios	$Pr > F_c$
Linha	11		
Área molhada do solo (WA)	1	535,8	0,2161
Solo	1	1288	0,0613
Porta-enxerto (PE)	1	169,0	0,4818
WA*Solo*PE	4	236,2	0,7105
Erro	21		
Total corrigido	39		
CV (%)	32,24		
Média geral	56,3		
Número de observações	40		

3 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se chegar às seguintes conclusões:

O método da sonda de dissipação térmica, com ajuste da calibração original e correção do gradiente térmico natural do caule, mostrou-se eficaz na avaliação da transpiração (desvios médios menores que 10%), fornecendo dados que possibilitam o estudo das relações hídricas de plantas jovens de laranja.

A transpiração das plantas de laranja 'Valência' é influenciada pelo tipo de porta-enxerto utilizado, além do crescimento em área foliar e fase fenológica, sendo que sua relação com a ET_{OPM} não é linear em toda faixa de demanda evaporativa da atmosfera.

Ocorre redução da transpiração de laranja 'Valência' pela restrição de área molhada do solo (diferença de 16% em todo período), sendo esta redução influenciada pelo número de dias após o início da irrigação parcial, demanda evaporativa da atmosfera e fase fenológica da planta. A adaptação do sistema radicular ao volume de solo molhado se deu em torno de 156 dias após início da irrigação parcial do solo.

Apesar da redução da taxa transpiratória, não houve diferença significativa entre os tratamentos com 12,5 e 100% de área molhada do solo em relação ao crescimento vegetativo e número de frutos por planta.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, D. **Crop evapotranspiration: Guides for computing crop water requirements** Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO;Rome, 1998. 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper,56.)

ALMEIDA, A.G. **Aspectos computacionais do cálculo de dispersão de calor em meios porosos**. 2007. 129 p. Dissertação (Mestrado em Computação) - Universidade Federal Fluminense, Niterói: 2007.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

BIGNAMI, C.; ROSSINI, F. Image analysis of leaf area index and plant size of young hazelnut plants. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 71, n. 1, p. 113-121, 1996.

BLACK, J.D.F.; WEST, D.W. Water uptake by an apple tree with various proportions of the root system supplied with water. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2., 1974.San Diego. **Proceedings...** San Diego: ASAE Publication, 1974. p. 364-367

BLOOM, A.J. Principles of instrumentation for physiological ecology. In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.R.; MOONEY, H.A.; RUNDEL, P. (Ed.). **Physiological Plant Ecology: Field Methods and Instrumentation**. New York: Chapman and Hall, 1989. p. 1-13.

BONAN, G.B. **A land surface model (LSM version 1.0) for ecological, hydrological and atmospheric studies: Technical description and User's Guide**. Oak Ridge: NCAR Tech note, 1996.150 p.

CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H.; KREZDORN, A.H.; YOUTSEY, C.O. **Rootstocks for Florida citrus**. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Sciences – University of Florida, 1993. 92 p.

CERMÁK, J.; KUCERA, J. The compensation of natural temperature gradient at the measuring point during the sap flow rate determination in trees. **Biologia Plantarum**, Dordrecht, v. 23, n. 6, p. 469–471, 1981.

CERQUEIRA, E.C.; CASTRO NETO, M.T.; PEIXOTO, C.P.; SOARES FILHO, W.S.; LEDO, C.A.S.; OLIVEIRA, J.G. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 515-519, 2004.

CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 42, p. 1-16, 1991.

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.

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**, Campina Grande, v.4, n.1, p.23-28, 2000.

CLEARWATER, M.J.; MEINZER, F.C; ANDRADE, J.L.; GOLDSTEIN. G.; HOLBROOK, N.M. The potential errors in measurement of nonuniform sap flow using heat dissipation probes. **Tree Physiology**, Victoria, v. 19, n. 10, p. 681–687, 1999.

COELHO FILHO, M.A. **Determinação da transpiração máxima de um pomar de lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tan.) e sua relação com a evapotranspiração de referência**. 2002. 91 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

COELHO FILHO, M.A.; ANGELOCCI, L.R.; ROJAS, J.S.D.; CAMPECHE, L.F.S.M.; FOLEGATTI, M.V. Relações entre a transpiração máxima, área foliar e evapotranspiração de referência em pomar jovem de lima-ácida-Tahiti. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v. 12, n. 2, p. 265-274, 2004.

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 Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 240-247, 2005.

COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M.A.; SIMÕES, W.L.; COELHO, Y.S. Irrigação em citros nas condições do nordeste do Brasil. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 27, n. 2, p. 297-320, 2006.

COELHO, R.D. **Contribuições para a irrigação pressurizada no Brasil**. 2007. 192 p. Tese (Livre-Docência). – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

COHEN. Y.; MORESHET S.; FUCHS, M. Change in transpiration rate of mature citrus trees in response to a reduction of wetted soil volume. **Acta Horticultural**, Leuven, v. 171, p. 45-50, 1984.

COHEN. Y.; MORESHET S.; FUCHS, M. Changes in hydraulic conductance of citrus trees following a reduction in wetted soil volume. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 10, n. 1, p. 53-57, 1987.

CORNISH, K.; ZEEVAART, J.A.D. Abscisic acid accumulation by roots of *Xanthium strumarium* L. and *Lycopersicon esculentum* Mill. in relation to water stress. **Plant Physiology**, Rockville, v. 79, n. 3, p. 653-658, 1985.

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

DELGADO-ROJAS, J.S. **Avaliação do uso do fluxo de seiva e da variação do diâmetro do caule e de ramos na determinação das condições hídricas de citrus, como base para o manejo de irrigação**. 2003. 110 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

DELGADO-ROJAS, J.S.; ANGELOCCI, L.R.; FOLEGATTI, M.V. ; COELHO FILHO, M.A. Desempenho da sonda de dissipação térmica na medida da transpiração de plantas jovens de Lima Ácida. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 404-413, 2007.

DO, F.; ROCHETEAU, A. Influence of natural temperature gradients on measurements of xylem sap flow with thermal dissipation probes, 1, Field observations and possible remedies. **Tree Physiology**, Victoria, v. 22, p. 641–648, 2002.

DUENHAS, L.H.; FERNANDES, D.M.; VILLAS BOAS, R.L. Fertirrigação dos citrus. In: BOARETTO, A.E.; VILLAS BOAS, R.L.; SOUZA, W.F. PARRA, L.R.V. (Ed.). **Fertirrigação: teoria e prática**. Piracicaba, v.1, p.473-493, 2004.

FERNÁNDEZ, J.E.; DURÁN, P.J.; PALOMO, M.J.; DIAZ-ESPEJO, A.; CHAMORRO, V.; GIRÓN, I. F. Calibration of sap flow estimated by the compensation heat pulse method in olive, plum and orange trees: relationships with xylem anatomy. **Tree Physiology**, Victoria, v. 26, p.719–728, 2006.

FERREIRA, M.I.; SILVESTRE, J.C. Medição da transpiração em cobertos descontínuos: Vinha em diferentes declives, na região do oeste. In: CONGRESSO DA ÁGUA, 7., 2004, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Lisboa: LNEC, 2004. Disponível em: <http://www.isa.utl.pt/wateruse/PUBLICATIONS/ferreiraesilvestre2004_CA.pdf>. Acesso em: 22 set. 2010.

FERREIRA, M.I.; ZITSCHER, H. Measurements performed with the Granier method in short trunks near the soil. In: WORKSHOP ON MEASURING SAP FLOW IN INTACT PLANTS, 3., 1996, Barcelona. **Anais...** Barcelona: s. ed., 1996, p. 1-3.

FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S.; DONADIO, L. C.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; LARANJEIRA, F.F.; PIO, R.M.; SEMPIONATO, O.R. Porta-enxertos para a lima-ácida ‘Tahiti’ na região de Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 155-159, 2002.

FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS. **Agrianual 2007**: anuário da agricultura Brasileira. São Paulo, 2007. 504 p.

FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS. **Agriannual 2010**: anuário da agricultura Brasileira. São Paulo, 2010. 504 p.

FUNDECITRUS. Subenxertia. **Revista do Fudecitrus**, Araraquara, n. 124, p. 12-14, 2004.

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.

GONÇALVES JÚNIOR, A. A. **Metrologia**: parte I. Florianópolis: UFSC, 2004. 129 p. <<http://www.unifenas.br/arquivos-radiologia-br/biblioteca/METROLOGIA%20parte%20I.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2010.

GOULDEN. M.L.; FIELD, C.B. Three methods for monitoring the gas exchange of individual tree canopies: ventilated-chamber, sap-flow and Penman-Monteith measurements on evergreen oaks. **Functional Ecology**, London, v. 8, n. 1, p. 25–135, 1994.

GRANIER, A. Une nouvelle methode pour la mesure du flux de seve brute dans le tronc des arbres. **Annales Sciences Forestieres**, Versailles , v.42, n. 2, p.193-200, 1985.

GRANIER, A. Evaluation of transpiration in a Douglas-fir stand by means of sap flow measurements. **Tree Physiology**, Victoria, v. 3, n. 4, p. 309–319, 1987.

GRANIER, A.; BRÉDA, N. Modeling canopy conductance and stand transpiration of an oak forest from sap flow measurements. **Annales Sciences Forestieres**, Versailles, v.53, n. 2, p. 537-546, 1996.

GUTIÉRREZ, M.V.; HARRINGTON. R.A.; MEINZER, F.C.; FOWNES, J.H. The effect of environmentally induced stem temperature gradients on transpiration estimates from the heat balance method in two tropical woody species. **Tree Physiology**, Victoria, v.14, p.179-190, 1994.

HALL, A.E.; CAMACHO, B.S.E.; KAUFFMAN, M.R. Regulation of water loss by citrus leaves. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 33, p. 62-65,1975.

HEILMAN, J.L.; HAM, J.M. Measurement of mass flow rate of sap in *Ligustrum japonicum*. **Hortscience**, Stanford, v.25, n.4, p.465-467, 1990

INMETRO. **Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: INMETRO, 2003. 75p.

- INTRIGLIOLO, F.; CONIGLIONE, L.; GERMANA, C. Effect of fertigation on some physiological parameters in orange trees. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 1., 1992, Acireale. **Proceedings...** Acireale: International Society of Citriculture, 1994. v.2, p.584-589.
- IRIGOYEN, A.I.; ANGELOCCI, L.R.; CASAROLI, D. Variabilidade horária e sazonal das variáveis meteorológicas determinantes da condutância estomática em Piracicaba - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais eletrônicos...** Aracaju: SBA, 2007. 1 CD-ROM.
- KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinold, 1990. 652 p.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinkler, 1975. 133 p.
- KOO, R.C.J. Response of densely planted "Hamlin" orange on two rootstocks to low volume irrigation. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Orlando, v.91, p.8-10, 1985.
- KÖSTNER, B.; GRANIER, A.; CÉRMAK, J. Sapflow measurements in forest stands: methods and uncertainties. **Annuary Science Forestry**, Paris, v.55, n. 1, p.13–27, 1998.
- KRAJEWSKI, A.J.; RABE, E. Citrus flowering: a critical evaluation. **Journal of Horticultural Science**, Cambridge, v. 70, n. 3, p. 357-374, 1995.
- LOUSTAU, D.; DOMEQ, J.C.; BOSCH, A. Interpreting the variation in xylem sap flux density within the trunk of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) application of a model for calculating water flows at tree and stand levels. **Annales Sciences Forestieres**, Versailles, v.55, n. 1, p.29-40, 1998.
- LU, P.; CHACKO E. Evaluation of Granier's sap flux sensor in young mango trees. **Agronomie**, Paris, v. 18, n. 7, p. 461-471, 1998.
- LU, P.; WOO, K. C.; LIU, Z. T. Estimation of whole-plant transpiration of bananas using sap flow measurements. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 375, p.1771-1779, 2002.
- LUNDBLAD, M.; LAGERGREN, F.; LINDROTH, A. Evaluation of heat balance and heat dissipation methods for sapflow measurements in pine and spruce. **Annales Sciences Forestieres**, Versailles, v. 58, n. 6, p. 625-638, 2001.
- MACHADO, C.C. **Consumo de soluções fertilizantes por plantas adultas de lima ácida 'Tahiti' sobre limão 'Cravo' em irrigação localizada**. 2004. 139 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MACHADO, C.C.; COELHO, R.D.; COELHO FILHO, M.A. Adaptação radicular do porta-enxerto limão cravo à irrigação localizada. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, n. 1, p. 215-230, 2001.

MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranja 'Valência'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p.53-58, 2002.

MARIN, F.R. **Evapotranspiração, transpiração e balanço de energia em pomar de lima ácida "Tahiti"**. 2000. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

MARIN, F.R.; ANGELOCCI, L.R.; PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SENTELHAS, P.C. Balanço de energia e consumo hídrico em pomar de lima ácida Tahiti. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.17, n. 2, p. 219-228, 2002.

MASSAI, R.; REMORINI, D.; FERREIRA, M.I.; PAÇO, T.A. Sap flow in peach trees during water stress and recovery in two environmental conditions. **Acta Horticultural**, Leuven, v. 537, p. 351-358, 2000.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; PINTO, J.M. Fotossíntese de laranja 'Valência' enxertada sobre quatro porta-enxertos e submetida à deficiência hídrica. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 1-14, 1998.

MEDINA, C.L.; RENA, A.B.; SIQUEIRA, D.L.; MACHADO, E.C.. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR. J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p. 148-195.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M.A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranja 'Valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.11, p.29-34, 1999.

MÉLO, R.F.; GRUBER, Y.B.G.; COELHO, R. D. Variação do potencial total da água na folha em plantas cítricas em função do tempo de armazenamento das amostras. **Irriga**, Botucatu, v. 12, p. 326-337, 2007.

MORESHET, S.; COHEN. Y.; FUCHS, M. Response of mature 'Shamouti' orange trees to irrigation of different soil volumes at similar levels of available water. **Irrigation Science**, Berlin, v. 3, n. 4, p. 223-236, 1983.

PEREIRA, A.R.; MARIN, F.R.; ANGELOCCI, L.R.; VILLA NOVA, N.A.; SENTELHAS, P.C. Difficulties with micrometeorological methods to estimate evapotranspiration in a small citrus orchard. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Sao José dos Campos, v. 18, n. 1, p. 13-20, 2003.

PIZARRO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión. exudación**. 2.ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1990. 471 p.

PORTEN, M.; SCHMID, J.; RUHL, E.H. Sap flow measurements on phylloxera infested grapevines. **Acta Horticultural**, Leuven, v. 537, p. 367-373, 2000.

QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; BLUMER, S. Morfologia dos citros In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU Jr.J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. p. 105-123.

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.

SANTOS, A.O.; BERGAMASCHI, H.; ROSA, L.M.G.; BERGONCI, J.I.; RADIN, B. Assessment of corn water uptake based on sap heat tracing, under water-stressed conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 2, p. 145-149, 1999.

SANTOS, R.M.; OLIVEIRA, A.S.; VELLAME, L.M.; BRANDÃO, F.J.C. Montagem e acurácia de um sistema experimental de pesagem para calibração de sensores de umidade do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1162-1169, 2006.

SANZ, A.; MONERRI, C.; GONZÁLEZ-FERRER, J.; GUARDIOLA, J.L. Changes in carbohydrates and mineral elements in Citrus leaves during flowering and fruit set. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.69, n.1, p.93-98, 1987.

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

SILVA, R.M.; FERREIRA, M.I.; PAÇO, M.T.; OLIVEIRA, A.V.; OLIVEIRA, M. Determinação das necessidades de rega em kiwi na região do Entre Douro e Minho. In: CONGRESSO DA ÁGUA, 7., 2004, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Lisboa: LNEC, 2004. Disponível em: <<http://www.aprh.pt/congressoagua2004/PDF/108.PDF>>. Acesso em: 22 set. 2010.

SIMÕES, W.L.; COELHO, E.F; COELHOFILHO, M.A.; MARTINEZ, M.A. influência de três disposições de gotejadores na produtividade da lima ácida Tahiti. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: SBEA, 2006. 1 CD-ROM.

SOUZA, M.J.H.; RAMOS, M.M.; SIQUEIRA, D.L.; COSTA, L.C.; LHAMAS, A.J.M.; MANTOVANI, E.C.; CECON, P.R.; SALOMÃO, L.C.C. Produção e qualidade dos frutos da limeira ácida 'Tahiti' submetida a diferentes porcentagens de área molhada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 245-250, 2003.

SYVERTSEN, J.P.; LLOYD, J.J. Cítrus. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. (Ed.) **Handbook of environmental physiology of fruits crops**: subtropical and tropical crops. Boca Raton: CRC Press, 1994. v. 2, p. 65-99.

TOURNEBIZE, R.; BOISTARD, S. Comparison of two sap flow methods for the estimation of tree transpiration. **Annales Sciences Forestieres**, Versailles, v.55, 707-713, 1998.

VALANCOGNE, C.; NASR, Z. Measuring sap flow in the stem of small trees. In: BORGHETTI, M.; GRACE, J.; RASCHI, A. **Water transport in plants under climatic stress**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. p.166-173.

VELLAME, L.M.; COELHO FILHO, M.A.; PAZ, V.P.S. Transpiração em mangueira pelo método Granier. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 5, p. 516–523, 2009.

VELLAME, L.M.; OLIVEIRA, A.S. Development and testing of a tension reading system for use with field tensiometers. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, n. 1, p. 15-22, 2005.

VILLALOBOS, F.J.; ORGAZA, F.; TESTIA, L.; FERERES, E. Measurement and modeling of evapotranspiration of olive (*Olea europea* L.). **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 13, p. 155-163, 2000

WEELER, A.J.; GANJI, A.R. **Introduction to engineering experimentation**. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 415 p.

WULLSCHLEGER, S.D.; WILSON, K.B.; HANSON, P.J. Environmental control of whole-plant transpiration, canopy conductance and estimates of the decoupling factor for large red maple trees. **Agricultural Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 104, p. 157-168, 2000.

YONEMOTO, Y.; MATSUMOTO, K.; FURUKAWA, T.; ASAKAWA, M.; OKUDAA, H.; TAKAHARA, T. Effects of rootstock and crop load on sap flow rate in branches of 'Shirakawa Satsuma' mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 102, n. 3, p. 295–300, 2004.

ANEXOS

ANEXO A

Dados de déficit de pressão de vapor - DPV (kPa); radiação solar global - Rs ($\text{MJm}^{-2}\text{s}^{-1}$); temperatura máxima, mínima e média - T_{\min} , T_{\max} , T_{med} ; e evapotranspiração de referência - $\text{ET}_{\text{O}_{\text{PM}}}$ (mm dia^{-1}) do interior da estufa em cada dia Juliano (J)

(continua)

J	DPV	Rs	T_{\min}	T_{\max}	T_{med}	$\text{ET}_{\text{O}_{\text{PM}}}$	J	DPV	Rs	T_{\min}	T_{\max}	T_{med}	$\text{ET}_{\text{O}_{\text{PM}}}$
17	0,96	9,98	22,25	38,26	27,48	2,58	53	1,09	16,51	22,67	39,20	28,96	3,91
18	1,22	15,16	23,41	41,50	29,92	3,80	54	1,12	17,19	22,89	39,24	29,90	4,08
19	1,07	14,46	22,16	41,01	27,90	3,55	55	1,15	16,51	23,11	39,41	30,04	3,96
20	1,07	14,88	22,53	41,36	29,49	3,69	56	0,73	10,23	22,56	32,99	26,10	2,46
21	1,02	7,67	22,64	39,08	27,16	2,14	57	1,04	12,79	20,15	33,30	25,19	2,96
22	0,58	4,78	22,09	29,42	25,14	1,47	58	1,07	14,81	20,12	36,08	26,74	3,40
23	0,86	10,22	21,79	36,17	27,54	2,58	59	0,67	5,85	20,67	32,72	24,40	1,64
24	0,91	9,09	20,98	38,18	26,37	2,37	60	0,54	8,67	20,27	28,43	22,95	2,04
25	0,85	8,85	21,10	36,17	26,26	2,29	61	0,60	6,59	19,81	27,15	22,95	1,73
26	0,93	7,31	21,30	37,19	26,74	2,04	62	0,74	7,07	20,30	31,81	24,51	1,88
27	0,87	15,03	21,48	35,72	26,15	3,44	63	0,82	13,12	20,49	35,91	26,99	3,04
28	0,81	9,28	22,52	34,71	26,33	2,36	64	0,83	13,05	20,31	37,04	27,37	3,05
29	0,45	4,75	21,84	28,66	24,00	1,39	65	0,70	7,95	20,24	31,37	23,64	1,99
30	0,38	2,84	21,37	27,04	23,25	1,05	66	0,83	16,93	17,18	35,96	25,08	3,62
31	0,89	15,10	21,02	38,74	26,37	3,53	67	0,92	15,42	18,23	36,03	26,01	3,41
32	1,04	19,42	20,43	41,09	29,16	4,58	68	1,00	15,81	18,23	37,71	26,92	3,57
33	1,11	18,17	20,72	42,69	29,85	4,42	69	1,19	16,24	21,41	37,82	28,16	3,74
34	1,19	17,39	21,92	41,79	29,93	4,25	70	1,10	16,32	19,85	38,67	28,01	3,75
35	1,14	15,90	22,67	41,41	29,68	3,91	71	1,18	15,72	20,90	39,03	29,01	3,69
36	1,14	19,97	22,52	41,05	30,21	4,77	72	1,12	15,15	20,82	39,46	29,03	3,59
37	1,14	17,66	22,74	39,61	29,26	4,20	73	1,02	11,57	21,82	37,73	27,01	2,81
38	1,09	18,31	21,78	38,57	28,26	4,24	74	0,88	12,52	21,99	35,67	26,70	2,91
39	1,04	18,53	21,94	38,40	29,14	4,30	75	1,00	11,68	21,95	36,76	26,96	2,81
40	1,20	18,31	21,50	38,71	29,03	4,27	76	1,01	13,84	19,86	35,85	26,01	3,13
41	0,89	10,42	22,07	35,49	26,04	2,58	77	0,98	15,19	18,65	38,93	27,39	3,47
42	0,92	11,17	22,02	37,36	26,12	2,75	78	1,02	15,76	20,36	39,01	28,20	3,63
43	1,07	16,84	22,72	39,53	29,15	4,01	79	1,07	15,51	20,58	39,20	28,79	3,61
44	1,15	17,38	22,07	39,11	29,14	4,10	80	1,06	12,58	22,33	35,63	27,40	2,95
45	1,03	16,72	20,53	40,29	29,37	3,99	81	1,02	12,86	22,03	37,91	27,13	3,04
46	1,16	17,95	21,93	40,85	29,96	4,30	82	1,02	13,51	21,24	39,69	27,35	3,20
47	1,07	14,79	22,62	38,91	28,97	3,57	83	1,08	15,79	21,71	39,63	29,06	3,69
48	1,01	11,94	22,49	37,61	27,38	2,94	84	1,08	8,13	22,99	39,28	27,31	2,19
49	0,41	4,40	22,36	27,85	24,45	1,32	85	0,86	8,64	22,50	35,91	26,57	2,18
50	0,79	9,58	21,55	33,61	25,90	2,37	86	1,11	8,78	22,40	37,88	27,25	2,30
51	0,98	11,05	21,84	38,07	26,86	2,75	87	0,89	6,48	22,06	35,50	25,37	1,79
52	0,91	18,49	20,39	38,93	28,54	4,23	89	0,91	12,18	21,40	37,53	26,86	2,84

Dados de déficit de pressão de vapor - DPV (kPa); radiação solar global - Rs ($\text{MJm}^{-2}\text{s}^{-1}$); temperatura máxima, mínima e média - T_{\min} , T_{\max} , T_{med} ; e evapotranspiração de referência - ET_{OPM} (mm dia^{-1}) do interior da estufa em cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	DPV	Rs	T_{\min}	T_{\max}	T_{med}	ET_{OPM}	J	DPV	Rs	T_{\min}	T_{\max}	T_{med}	ET_{OPM}
90	0,96	13,96	20,43	37,04	26,98	3,15	126	0,78	10,86	17,96	35,52	24,71	2,31
91	0,93	10,74	35,80	20,48	26,52	2,54	127	0,87	11,49	17,50	36,50	25,09	2,45
92	0,85	9,64	35,60	21,34	25,77	2,32	128	0,53	4,22	19,54	28,93	22,62	1,20
93	0,57	4,61	30,94	22,59	24,34	1,35	129	0,52	6,19	17,42	26,29	20,64	1,42
94	0,75	10,70	33,73	22,50	26,46	2,46	130	0,59	10,71	14,23	27,79	19,76	1,95
95	0,73	7,26	29,75	20,58	24,34	1,82	131	0,55	10,11	11,84	28,55	17,89	1,82
96	0,34	3,73	21,57	15,50	18,67	1,11	132	0,51	10,41	10,76	24,41	16,25	1,74
97	0,53	11,67	27,74	14,93	20,04	2,25	133	0,51	11,32	9,43	30,40	16,91	1,93
98	0,61	12,07	29,95	14,57	19,98	2,35	134	0,48	9,58	10,67	29,79	18,89	1,76
99	0,66	12,20	29,43	15,62	21,04	2,40	135	0,63	9,37	13,12	31,87	19,39	1,83
100	0,62	12,78	32,15	13,23	21,13	2,50	136	0,63	9,43	12,27	33,85	20,62	1,89
101	0,64	14,50	33,12	13,82	22,05	2,81	137	0,56	8,06	15,07	29,50	20,89	1,65
102	0,78	14,41	35,08	15,52	23,55	2,93	138	0,51	6,16	15,31	29,44	21,43	1,40
103	0,75	12,53	34,77	15,20	23,70	2,62	139	0,27	2,24	14,21	21,77	18,67	0,84
104	0,77	12,56	34,68	16,25	24,30	2,64	140	0,50	8,18	11,61	26,70	17,28	1,52
105	0,81	11,91	34,49	17,00	24,03	2,54	141	0,40	7,02	10,77	27,51	18,51	1,39
106	0,88	13,22	37,17	16,69	24,67	2,84	142	0,55	10,48	12,50	32,15	21,09	1,95
107	0,93	12,56	38,75	16,48	25,34	2,80	143	0,55	10,58	13,25	31,98	21,21	1,96
108	0,85	12,78	37,15	16,13	25,09	2,76	144	0,49	7,07	13,15	30,14	20,92	1,48
109	0,85	13,25	37,85	15,59	25,05	2,85	145	0,72	6,80	18,91	32,64	23,50	1,59
110	0,84	12,02	37,23	17,43	25,94	2,65	146	0,60	8,84	16,05	31,99	22,28	1,78
111	0,94	13,17	37,79	18,60	26,30	2,89	147	0,66	8,84	15,79	28,25	20,87	1,71
112	0,94	10,96	37,30	18,59	26,54	2,51	148	0,57	9,40	12,80	30,63	20,31	1,76
113	0,89	6,89	36,58	20,87	25,46	1,80	149	0,66	9,71	13,39	32,53	21,28	1,87
114	0,80	10,65	34,66	20,72	25,74	2,37	150	0,74	9,91	15,31	33,35	23,00	1,97
115	0,82	12,11	36,49	20,73	27,46	2,69	151	0,74	9,88	15,64	27,59	20,99	1,81
116	1,02	12,82	36,72	20,60	26,89	2,82	152	0,55	10,34	11,85	27,03	18,40	1,73
117	0,99	11,50	35,24	21,19	26,73	2,56	153	0,46	6,54	11,19	27,14	18,18	1,33
118	0,80	11,48	36,01	18,74	25,12	2,48	154	0,59	10,12	12,87	30,88	20,53	1,83
119	0,88	11,27	34,21	18,77	24,28	2,40	155	0,52	8,40	13,17	29,96	20,76	1,61
120	0,77	12,78	33,37	16,08	23,39	2,52	156	0,51	8,33	13,07	28,25	20,82	1,57
121	0,71	13,25	14,06	31,43	21,04	2,44	157	0,51	4,98	8,64	28,23	14,40	1,15
122	0,67	13,22	12,69	33,41	21,41	2,48	158	0,50	10,71	7,13	32,09	16,05	1,77
123	0,69	12,42	13,98	35,29	23,02	2,47	159	0,50	10,30	7,05	32,22	17,00	1,74
124	0,84	12,86	16,67	35,38	24,84	2,62	160	0,47	8,23	10,15	29,36	17,64	1,49
125	0,81	9,95	18,36	35,93	25,17	2,21	161	0,47	6,48	13,04	28,49	18,19	1,32

Dados de déficit de pressão de vapor - DPV (kPa); radiação solar global - Rs ($\text{MJm}^{-2}\text{s}^{-1}$); temperatura máxima, mínima e média - T_{\min} , T_{\max} , T_{med} ; e evapotranspiração de referência - ET_{OPM} (mm dia^{-1}) do interior da estufa em cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	DPV	Rs	T_{\min}	T_{\max}	T_{med}	ET_{OPM}	J	DPV	Rs	T_{\min}	T_{\max}	T_{med}	ET_{OPM}
162	0,52	9,17	12,83	26,14	17,85	1,57	198	0,58	10,80	15,68	29,88	20,70	1,94
163	0,48	10,78	11,28	25,95	16,98	1,67	199	0,58	10,95	13,67	32,92	21,56	2,03
164	0,48	10,69	8,22	29,14	16,74	1,70	200	0,60	11,07	15,05	31,89	22,06	2,05
165	0,49	10,28	8,69	31,10	16,96	1,71	201	0,75	10,49	16,13	34,51	23,36	2,11
166	0,53	10,20	9,58	31,66	18,01	1,75	202	0,73	11,35	15,54	33,42	22,96	2,18
167	0,54	10,27	9,44	32,07	18,76	1,78	203	0,90	11,57	15,57	34,43	23,24	2,28
168	0,63	10,08	10,71	35,12	20,08	1,89	204	0,73	10,29	15,16	34,80	23,61	2,09
169	0,64	9,98	11,43	34,61	20,35	1,88	207	0,72	11,10	12,10	35,06	21,23	2,15
170	0,74	10,21	11,32	35,23	20,89	1,95	208	0,61	11,20	13,42	31,93	21,06	2,07
171	0,76	9,99	12,30	34,32	21,41	1,92	209	0,57	7,63	12,76	31,04	20,21	1,60
172	0,71	9,22	12,89	35,13	21,86	1,85	210	0,82	9,87	16,48	34,14	23,90	2,08
173	0,48	5,06	15,01	25,56	19,16	1,18	211	1,06	10,83	16,30	33,14	23,09	2,22
174	0,50	9,37	12,44	29,70	19,78	1,66	212	0,82	11,73	13,39	34,97	22,26	2,31
175	0,54	4,91	14,03	30,29	18,93	1,20	213	0,90	11,14	13,69	37,05	23,70	2,34
176	0,66	9,57	14,19	34,14	21,77	1,86	214	0,73	9,07	16,99	29,61	21,34	1,86
177	0,71	9,90	13,07	33,43	21,47	1,88	215	0,54	9,69	13,94	28,57	19,48	1,82
178	0,54	10,25	10,50	29,07	18,33	1,71	216	0,63	7,21	13,06	26,88	17,89	1,54
179	0,58	9,77	10,24	32,47	18,96	1,76	217	0,56	11,11	10,70	31,48	19,12	2,03
180	0,58	9,60	10,94	32,47	19,43	1,75	218	0,63	10,25	10,90	28,07	17,45	1,86
181	0,58	9,49	11,10	32,66	19,12	1,74	219	0,49	11,71	7,37	31,87	16,84	2,02
182	0,57	9,72	9,67	32,62	18,62	1,75	220	0,61	11,22	9,52	34,23	19,87	2,14
183	0,55	9,80	9,71	31,94	18,34	1,73	221	0,65	11,27	10,25	34,90	20,65	2,20
184	0,56	9,26	10,02	32,70	17,49	1,68	222	0,59	10,72	10,70	33,05	19,84	2,06
185	0,51	9,00	9,28	31,97	16,65	1,60	223	0,56	10,66	11,41	32,57	20,59	2,06
186	0,52	9,95	8,96	31,93	18,02	1,74	224	0,71	11,01	13,80	33,63	21,95	2,21
187	0,57	9,85	10,18	32,19	19,52	1,78	225	0,97	9,92	15,11	33,06	23,49	2,16
188	0,64	9,45	12,17	31,96	19,54	1,76	226	0,76	11,39	13,58	30,11	20,43	2,18
189	0,76	9,45	11,10	33,11	20,33	1,83	227	0,56	10,45	10,10	24,68	15,99	1,83
190	0,75	9,08	12,86	34,11	21,08	1,82	228	0,48	12,23	7,01	25,86	15,75	1,99
191	0,60	8,88	12,76	32,78	21,19	1,74	229	0,55	12,78	8,30	29,27	17,66	2,20
192	0,66	8,92	14,57	32,01	21,72	1,76	230	0,55	12,77	7,70	30,36	17,27	2,21
193	0,77	8,46	14,84	34,08	22,73	1,79	231	0,61	11,89	8,17	34,00	18,40	2,24
194	0,40	1,54	17,75	24,51	20,10	0,81	232	0,65	11,22	9,00	34,26	19,49	2,20
195	0,23	1,22	15,13	21,45	17,43	0,70	233	0,65	11,11	9,33	35,58	20,26	2,24
196	0,39	5,02	14,66	24,63	18,04	1,15	234	0,81	11,91	10,45	37,30	21,69	2,48
197	0,38	4,01	15,81	22,44	18,10	1,05	235	0,86	11,86	10,76	37,57	22,12	2,51

Dados de déficit de pressão de vapor - DPV (kPa); radiação solar global - Rs ($\text{MJm}^{-2}\text{s}^{-1}$); temperatura máxima, mínima e média - T_{\min} , T_{\max} , T_{med} ; e evapotranspiração de referência - ET_{OPM} (mm dia^{-1}) do interior da estufa em cada dia Juliano (J)

(conclusão)

J	DPV	Rs	T_{\min}	T_{\max}	T_{med}	ET_{OPM}
236	0,86	11,60	11,12	37,73	22,71	2,49
237	0,93	11,55	11,75	38,79	23,34	2,55
238	0,94	11,54	11,76	38,71	24,03	2,57
239	1,17	11,09	13,28	40,34	24,34	2,60
240	0,94	10,60	12,16	39,03	23,98	2,43
241	0,90	10,81	13,15	39,56	24,78	2,49
242	0,95	10,58	13,76	36,36	23,50	2,39
243	0,86	11,25	13,87	36,71	23,87	2,48
244	1,56	11,04	16,81	36,36	24,41	2,64
245	1,04	11,25	13,85	37,40	24,00	2,56
246	1,03	11,55	13,59	38,50	24,56	2,64
247	1,25	11,33	13,54	39,50	25,37	2,69
248	1,10	10,30	16,67	34,34	23,81	2,39
249	0,89	10,71	15,43	31,49	21,38	2,31
250	0,35	2,28	16,71	24,78	18,30	0,91
251	0,62	12,02	14,71	30,63	20,93	2,40
252	0,73	13,76	13,46	33,72	21,67	2,76
253	0,80	14,13	13,97	35,28	23,23	2,92
254	0,78	14,20	13,35	37,88	24,10	3,03
255	1,38	13,15	13,85	37,89	24,61	2,99
256	1,11	14,20	13,75	37,38	24,65	3,10
257	1,94	12,16	16,75	37,38	26,02	2,98
258	1,05	8,74	18,31	33,64	24,49	2,19
260	0,95	10,55	16,40	39,35	25,84	2,55

ANEXO B

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração (L dia⁻¹) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(continua)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	4	5	6	9	11	2	7	8	10	13
17	1,52	2,84	2,01	2,52	2,56	4,04	2,80	3,19	2,73	
18	2,22	3,51	2,97	3,02	3,04	5,36	4,09	3,89	4,01	
19	1,71	2,98	2,62	2,72	2,91	4,45	3,58	3,41	3,27	
20	2,29	3,71	3,37	3,05	2,71	5,40	4,40	3,88	3,73	
21	1,69	2,71	2,46	2,22	2,78	3,16	3,03	2,56	2,58	
22	1,88	2,61	2,01	2,09	2,44	2,93	2,58	2,00	2,47	
23	2,01	3,51	2,49	2,81	3,27	4,19	3,50	3,31	3,37	
24	2,01	3,22	2,35	2,44	2,87	3,84	3,30	2,79	3,15	
25	2,04	3,35	2,52	2,57	2,92	3,99	3,71	3,09	3,28	
26	1,90	2,78	1,99	2,12	2,73	3,35	2,77	2,12	2,77	
27	1,97	3,31	2,45	2,54	3,19	4,18	3,29	2,49	3,45	
28	1,99	3,17	2,31	2,56	2,98	3,42	3,16	2,43	3,00	
29	1,48	1,92	1,33	1,47	1,83	1,67	1,86	1,33	1,77	
31	1,55	3,29	1,99	2,28	3,07	3,33	2,93	2,24	3,07	
32	2,05	4,30	2,35	2,51	3,65	3,73	3,56	2,66	3,96	
33	2,07	4,03	2,28	2,31	3,38	3,53	3,08	2,65	3,77	
34	2,69	4,30	2,67	2,48	3,40	3,88	3,56	2,94	3,97	
35	2,61	4,05	2,94	3,05	4,25	4,51	3,93	3,70	4,27	
36	3,09	4,90	3,17	3,31	4,80	4,93	4,24	3,62	4,62	
37	3,13	4,47	2,79	2,83	4,16	4,44	3,70	3,28	4,16	
38	2,48	4,38	2,97	3,08	4,18	4,40	3,76	3,32	4,04	
50	3,81	4,62	3,31	3,15	4,06	4,20	3,48	4,24	4,10	
51	3,81	4,48	3,58	3,50	4,35	4,54	3,90	4,70	4,33	
52	5,07	5,82	4,30	4,12	5,87	5,67	4,53	5,56	5,30	
53	4,72	5,58	4,10	3,82	5,27	5,47	4,17	5,03	4,85	
54	5,06	6,04	4,46	4,21	5,65	5,78	4,47	5,68	4,79	
55	4,43	5,49	4,31	4,17	5,55	4,92	4,27	5,27	4,64	
56	4,03	4,05	3,16	3,22	3,77	3,65	3,14	3,41	3,36	
57	4,40	4,79	3,53	3,27	4,49	4,56	3,56	3,91	3,88	
58	4,54	5,31	4,12	3,75	4,93	5,24	3,96	4,98	4,54	
59	2,77	3,18	2,30	2,15	2,68	2,89	2,33	2,59	2,31	
60	4,06	4,03	3,03	2,77	3,84	3,75	3,24	3,08	3,37	
61	3,36	3,65	2,74	2,56	3,03	3,40	2,76	3,06	3,19	
62	3,73	4,31	3,21	2,86	3,65	3,98	3,17	3,62	3,50	
63	4,97	5,20	4,09	3,87	5,14	5,19	4,26	5,16	4,65	

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo 'Swingle'					Limão 'Cravo'				
	4	5	6	9	11	2	7	8	10	13
64	5,10	5,06	4,15	3,51	5,06	4,97	4,29	5,17	4,55	
65	4,14	3,50	3,05	2,69	3,56	3,48	3,08	3,49	3,20	
66	5,03	4,38	3,95	3,33	5,23	4,68	3,63	4,76	3,99	
67	5,12	4,36	4,42	3,55	5,27	4,72	3,68	5,30	3,99	
68	4,92	4,32	4,03	3,42	5,42	5,31	3,56	4,85	4,00	
69	4,19	4,08	4,03	3,46	4,58	5,51	3,54	4,94	3,83	
70	4,52	4,01	3,74	3,17	4,86	5,35	3,29	4,16	3,67	
71	4,19	4,02	3,67	2,94	4,11	5,66	2,73	4,06	3,42	
72	3,76	3,47	3,29	2,31	3,60	5,53	2,22	3,06	2,96	
73	2,86	2,60	2,74	1,74	2,56	4,45	1,47	2,87	1,82	
74	2,43	1,96	1,95	1,21	1,89	3,62	1,26	2,06	1,58	
75	2,26	2,21	2,86	1,48	2,46	4,45	1,83	2,65	2,45	
76	2,90	2,62	2,45	1,92	3,05	5,22	2,37	2,01	2,80	
77	2,80	2,71	2,45	1,65	2,70	5,42	1,93	2,19	2,08	
78	2,46	1,80	2,11	1,45	1,72	4,81	2,43	1,96	1,02	
79	3,22	2,60	2,02	1,75	2,30	4,00	3,00	3,06	2,22	
80	2,48	1,67	1,96	0,98	1,77	2,59	1,12	2,14	1,30	
81	2,15	1,82	1,67	2,26	1,53	2,40	3,24	3,58	1,51	
82	2,01	1,81	1,61	1,63	2,27	2,99	2,33	2,49	1,95	
83	3,58	2,73	2,65	2,19	3,73	2,76	3,10	4,01	2,90	
84	1,76	2,07	1,77	1,33	1,89	1,54	1,78	1,66	1,75	
85	1,73	1,28	1,94	1,21	2,30	2,03	2,24	1,18	1,88	
86	1,99	1,94	2,17	1,51	2,70	2,58	2,87	1,71	2,33	
89	3,22	2,45	2,68	1,46	2,82	1,99	1,85	2,60	2,54	
91	2,05	2,02	1,74	1,93	2,45	2,56	2,78	3,24	2,42	3,49
92	2,72	2,77	2,10	2,30	2,93	3,03	3,19	3,08	2,57	4,11
93	1,34	1,69	1,26	1,10	1,51	1,41	1,72	1,34	1,44	1,63
94	3,48	4,02	2,84	3,15	3,72	3,94	4,04	3,90	3,47	3,53
95	3,04	2,63	2,52	2,35	2,92	2,89	3,04	2,64	2,82	2,99
96	1,59	0,81	1,21	0,96	1,58	1,18	1,83	0,95	1,17	1,44
97	4,30	2,95	2,73	3,04	3,96	3,52	3,59	3,01	3,19	3,33
98	3,68	2,68	2,56	2,58	3,56	3,18	3,01	2,93	2,92	3,14
99	3,61	2,72	2,68	2,60	3,36	3,07	2,97	3,15	3,14	3,90
100	3,88	2,22	2,26	2,46	3,18	3,41	2,99	2,93	3,01	3,89
101	4,23	2,54	2,50	2,81	3,44	3,97	3,40	3,30	3,38	4,29

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo 'Swingle'					Limão 'Cravo'				
	4	5	6	9	11	2	7	8	10	13
102	4,15	2,93	2,54	2,52	3,15	4,03	3,38	3,43	3,42	4,67
103	4,07	3,00	2,26	2,23	2,75	3,50	3,19	2,85	3,13	4,19
104	4,29	3,65	2,46	2,13	2,80	3,52	3,18	3,08	3,46	4,07
105	3,52	3,24	3,32	2,04	3,00	2,71	3,49	3,92	3,46	4,38
106	3,24	1,66	2,71	1,84	2,21	2,15	2,99	1,53	3,44	3,54
107	4,28	1,76	2,54	1,85	2,34	2,25	3,00	1,72	3,52	3,53
108	5,00	2,72	3,25	2,94	3,21	3,81	4,16	2,46	3,95	3,75
109	4,79	3,27	3,49	3,51	3,79	4,40	4,51	2,69	4,25	3,56
110	4,47	3,56	3,59	3,77	3,91	4,53	4,69	2,66	4,44	3,75
111	4,55	3,53	3,83	3,41	3,65	3,88	4,20	2,54	4,22	3,67
112	4,07	2,30	3,04	2,48	2,20	2,58	2,70	1,48	3,69	3,69
113	2,34	2,44	3,12	1,68	2,72	2,19	2,73	1,64	3,06	3,02
114	2,71	2,11	2,76	1,99	2,47	2,38	3,24	1,44	3,62	3,15
115	3,58	2,07	2,91	2,13	2,71	2,62	3,78	1,81	3,88	3,59
116	3,59	2,62	2,97	2,28	2,60	2,82	3,30	2,13	4,03	3,78
117	2,51	2,32	2,92	2,36	2,50	3,25	3,93	1,36	3,86	3,98
118	4,13	2,58	3,32	2,88	2,99	3,31	4,19	2,36	4,31	3,82
119	2,82	2,31	3,04	2,42	2,79	2,93	3,67	1,72	3,95	3,59
120	3,42	2,27	3,18	2,22	2,70	2,60	3,62	2,03	4,18	3,64
121	2,80	2,16	3,31	2,17	2,31	2,29	3,04	2,04	3,77	5,91
122	3,33	3,91	1,32	1,76	2,10	3,28	2,96	1,68	3,94	5,65
123	3,44	2,28	3,05	2,16	2,45	2,28	3,62	1,74	4,06	3,56
124	3,48	2,45	3,33	2,35	2,90	2,46	3,93	1,63	4,18	3,86
125	3,29	2,18	3,60	2,07	2,89	2,38	4,01	1,80	4,05	3,79
126	3,08	2,44	3,88	1,98	2,72	2,40	5,09	1,68	4,00	3,95
127	3,49	2,44	3,90	2,11	2,80	3,29	3,84	1,57	4,14	3,77
128	1,20	1,53	2,09	1,22	1,50	1,14	2,15	1,08	1,85	1,42
129	2,43	2,85	3,16	2,52	2,54	2,49	3,45	2,26	3,26	2,57
130	3,37	3,86	4,26	3,34	3,49	3,71	4,20	2,98	4,20	3,62
131	3,20	3,27	4,25	2,99	3,17	3,08	3,54	2,68	3,45	3,45
132	3,34	3,18	4,29	2,70	3,08	2,91	3,41	2,93	3,61	3,24
133	2,80	2,19	4,03	2,20	2,71	3,27	2,90	2,23	3,75	3,05
134	3,22	2,27	3,62	2,13	2,59	2,50	2,72	2,43	3,94	3,02
135	2,43	2,12	3,81	1,89	2,44	2,37	2,55	1,98	4,33	2,95
136	3,36	2,02	3,43	2,04	2,34	3,24	2,63	2,25	2,47	3,10

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo 'Swingle'					Limão 'Cravo'				
	4	5	6	9	11	2	7	8	10	13
137	3,07	2,12	3,46	1,95	2,49	2,22	3,56	2,61	2,84	3,15
138	2,26	1,44	2,78	1,39	1,93	2,04	2,53	2,32	2,56	2,38
140	2,05	2,71	3,43	2,39	2,27	2,32	2,68	2,36	2,35	2,56
141	2,05	2,19	3,22	2,37	2,14	2,26	2,62	2,30	2,04	2,00
142	3,70	3,08	4,38	3,29	3,22	4,62	3,67	2,91	2,87	3,49
143	4,17	3,39	4,42	3,52	3,44	4,81	3,87	3,22	3,06	3,72
144	3,63	2,95	3,85	2,97	2,81	3,14	3,18	2,82	2,74	2,69
145	3,41	2,82	3,85	3,16	2,98	3,53	3,76	2,61	3,33	2,83
146	3,62	3,99	4,85	3,48	3,60	4,13	3,39	3,09	3,78	3,41
147	3,15	3,82	2,89	3,68	3,19	3,66	3,29	3,62	4,09	3,63
148	3,32	3,91	2,53	3,37	2,99	3,98	3,39	3,46	3,68	3,52
149	2,86	3,36	2,38	3,09	2,78	3,64	2,10	3,33	3,70	3,53
150	3,38	3,63	2,66	3,43	3,22	3,85	2,21	3,67	4,14	3,87
151	2,34	3,15	2,24	2,57	2,62	2,37	2,50	3,31	3,77	3,15
152	2,24	2,33	1,63	1,35	2,02	4,39	1,31	3,30	2,84	2,15
153	2,41	1,29	1,24	0,63	1,25	3,40	0,68	2,83	2,19	1,44
154	2,13	2,06	1,10	0,55	1,54	4,25	0,76	2,83	2,33	1,34
155	2,44	1,77	1,33	0,80	1,53	2,46	1,04	3,06	2,47	1,59
156	1,51	1,79	1,09	0,97	1,53	1,37	1,07	2,49	2,28	1,77
158	2,81	1,06	1,47	1,60	0,93	6,40	1,30	3,04	1,46	1,92
160	2,65	1,51	1,32	1,34	1,56	2,95	0,73	2,83	1,82	1,20
161	1,40	1,29	0,81	0,46	1,02	1,44	0,53	1,80	1,51	0,92
162	2,09	2,32	1,40	0,68	1,54	3,56	0,91	2,64	2,40	1,78
163	2,63	2,35	1,67	1,15	1,85	4,72	1,48	2,89	2,15	1,82
164	2,54	1,07	1,21	1,40	0,92	6,15	1,37	2,83	1,39	1,83
165	2,57	1,32	1,23	1,30	1,01	5,41	0,91	2,57	1,22	1,62
166	2,98	1,53	1,36	1,66	1,11	6,84	1,41	2,71	1,32	2,05
167	2,62	1,21	1,00	1,56	1,10	3,43	1,40	2,27	1,32	1,73
168	1,82	1,38	0,65	1,15	0,91	3,74	0,66	1,53	1,34	2,30
169	2,23	1,56	0,76	1,22	0,89	5,46	1,13	2,21	1,45	1,52
170	1,98	1,72	0,68	1,31	1,13	4,28	1,54	2,09	1,47	1,91
171	1,03	0,82	0,22	0,82	0,74	3,49	0,75	1,61	1,84	1,74
172	2,12	1,53	0,70	1,08	0,90	4,33	0,90	2,32	1,93	2,25
173	1,43	1,31	0,94	0,80	1,08	2,28	1,10	1,76	1,70	1,34
174	2,26	2,53	1,26	1,22	1,61	4,51	1,22	2,77	2,45	1,26

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\ dia^{-1}$) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo 'Swingle'					Limão 'Cravo'				
	4	5	6	9	11	2	7	8	10	13
179	2,48	1,41	1,41	1,90	1,23	6,86	1,53	3,03	2,14	1,57
181	2,32	1,25	1,06	1,37	0,94	5,07	0,95	2,43	1,92	1,57
182	2,93	2,07	1,77	1,89	1,57	7,21	1,22	2,94	1,48	1,53
184	1,70	0,91	0,85	1,43	1,16	2,27	0,87	2,15	1,43	1,62
187	2,80	1,54	1,16	1,82	1,05	5,70	1,23	2,83	1,35	1,85
188	2,42	2,00	1,08	1,60	0,98	5,77	1,14	2,51	1,62	2,13
189	1,72	1,52	0,52	1,27	0,71	4,36	0,80	1,78	1,35	1,50
191	2,67	1,80	1,41	1,85	1,21	4,97	1,47	2,89	2,01	1,46
192	2,23	1,80	0,89	1,80	0,95	4,14	1,49	2,49	1,91	1,78
196	1,12	1,47	0,96	2,01	1,06	1,36	1,80	1,88	1,66	1,08
197	2,11	2,24	1,38	2,59	1,40	1,94	2,60	2,33	2,32	1,61
198	1,70	2,89	1,43	2,61	1,68	4,28	2,18	2,23	2,55	1,31
199	2,75	3,06	1,40	2,48	1,50	6,50	1,98	2,98	1,90	1,18
200	2,33	2,90	1,73	3,10	1,86	3,86	2,26	3,30	2,23	1,44
201	1,97	2,90	1,46	3,35	1,77	3,43	2,21	2,63	2,11	1,47
202	2,84	2,47	1,39	3,83	1,27	4,78	2,80	3,67	1,81	1,68
203	2,07	1,19	1,09	3,29	0,86	2,46	2,20	2,50	1,87	1,32
204	2,31	2,00	1,26	3,56	1,26	4,13	2,48	3,37	2,25	1,60
207	2,35	2,12	1,30	3,17	0,93	5,24	2,37	3,31	2,38	1,66
208	2,99	2,53	1,82	3,37	1,44	5,91	2,75	3,96	3,02	2,68
209	2,31	1,60	1,78	3,08	1,70	2,90	2,00	3,55	2,21	2,22
210	1,85	2,66	1,57	3,45	1,79	2,54	2,31	3,58	3,28	2,57
211	1,57	2,52	1,60	2,93	1,54	3,04	2,04	2,98	3,09	2,45
212	2,73	1,74	2,00	2,66	0,95	4,40	1,24	3,30	2,71	1,93
213	4,51	0,97	2,05	2,42	0,63	4,14	1,52	2,83	2,11	1,98
214	1,64	2,59	2,98	2,72	1,96	2,63	3,25	3,14	3,33	3,85
215	2,04	2,89	3,12	2,66	2,12	5,32	3,82	3,35	4,32	4,69
216	1,27	2,73	2,85	1,90	1,28	3,49	3,22	2,15	3,79	3,48
217	2,15	2,89	2,39	2,22	1,36	5,53	2,95	2,61	3,87	3,74
218	1,17	3,36	2,72	1,81	1,28	2,76	2,66	2,00	3,77	3,76
219	1,83	2,82	2,12	1,77	1,29	4,17	2,60	2,24	3,25	3,95
220	2,77	3,67	1,94	2,89	2,07	7,83	2,25	2,41	3,68	3,40
221	2,53	4,09	2,19	3,32	2,52	8,78	2,58	2,74	4,11	3,50
222	2,39	3,71	2,59	2,53	1,91	6,18	3,01	2,82	3,97	4,03
223	2,56	3,98	2,58	2,52	1,98	5,82	2,64	2,83	4,07	4,10

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(conclusão)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	4	5	6	9	11	2	7	8	10	13
224	2,64	5,04	2,52	3,00	2,33	4,52	2,26	3,00	4,21	3,76
225	0,99	4,38	2,45	1,75	0,56	2,19	1,46	1,61	3,26	4,22
226	2,07	4,52	3,27	2,32	1,59	2,81	3,34	2,53	3,84	6,10
227	2,93	4,59	3,27	2,28	2,07	4,22	3,56	2,70	4,19	4,21
228	2,58	4,27	2,66	2,32	1,77	4,36	3,15	2,70	4,19	5,16
229	3,02	4,57	2,32	2,55	1,77	3,61	2,99	2,45	4,05	5,02
230	3,45	4,56	2,63	2,81	2,18	4,52	2,61	2,79	4,07	5,19
231	2,52	4,41	2,25	1,70	0,76	3,79	1,94	1,75	3,58	5,14
232	2,50	4,21	1,97	2,55	1,70	3,75	1,75	2,00	3,64	4,87
233	2,95	4,20	2,05	2,93	2,03	4,42	2,07	2,01	3,68	4,80
234	2,01	4,13	1,95	3,03	1,41	3,68	2,19	1,68	3,66	4,98
235	2,06	4,17	2,11	3,07	1,45	4,07	2,38	1,83	3,71	4,91
236	2,14	4,22	2,04	3,28	1,46	4,10	3,48	1,86	3,68	4,90
237	2,08	4,08	2,16	3,11	1,66	3,76	3,28	2,03	3,77	5,19
238	2,07	4,20	2,18	3,16	1,54	4,09	3,25	2,13	3,66	5,41
239	1,43	3,97	2,08	3,10	1,21	3,40	3,26	1,57	3,58	4,62
240	2,46	4,25	2,34	3,05	1,81	4,72	2,77	2,13	3,55	5,02
241	2,37	4,50	2,46	3,28	1,80	4,58	2,63	1,94	3,53	5,37
242	2,55	4,80	3,12	3,47	2,09	4,89	3,39	2,54	4,06	5,25
243	2,83	4,85	2,97	3,45	2,01	4,28	3,42	2,25	4,21	4,95
244	1,88	5,55	3,37	3,50	2,25	3,08	3,67	1,55	4,51	4,64
245	2,31	5,51	2,86	3,39	2,08	3,56	3,03	2,32	3,99	3,38
247	2,11	4,97	3,06	3,35	1,95	3,88	2,74	3,43	3,89	2,77
248	3,37	5,79	3,97	4,44	3,05	5,69	4,01	3,80	4,54	5,17
249	3,21	6,66	3,98	4,06	2,83	4,31	4,26	2,92	4,88	3,67
250	0,42	1,51	1,14	0,80	0,70	1,00	1,27	0,31	1,25	0,71
251	3,30	6,48	4,30	4,42	2,85	4,37	4,52	3,80	5,10	3,25
252	3,48	6,37	4,09	4,22	2,74	4,96	4,47	4,52	5,15	1,82
253	3,06	6,32	3,82	3,88	2,39	4,68	4,11	3,66	4,91	2,65
254	3,87	5,97	3,73	4,41	2,91	6,06	3,99	4,23	4,74	3,43
255	2,11	6,03	3,64	3,75	2,01	4,28	3,95	2,84	4,42	3,27
256	2,10	6,19	3,43	3,26	1,85	4,62	3,71	3,48	4,47	3,44
257	1,57	6,27	3,67	4,07	2,56	4,03	3,03	1,19	4,28	5,26
258	3,01	5,75	3,97	3,76	2,46	4,76	3,08	2,11	4,21	4,83
260	2,08	5,43	3,18	2,45	1,90	3,67	2,09	1,50	4,22	5,80

ANEXO C

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração (L dia⁻¹) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' para cada dia Juliano (J)

(continua)

J	Citrumelo 'Swingle'					Limão 'Cravo'				
	2	4	5	8	12	6	7	9	10	13
17	4,77	4,80	1,99	2,97	2,24	3,74	2,66	3,29	4,58	5,75
18	5,16	5,30	2,07	3,60	2,58	4,48	3,17	3,82	5,12	6,77
19	4,76	4,98	2,03	3,14	2,31	4,03	3,13	3,45	4,17	6,40
20	6,39	6,47	2,59	3,86	3,00	4,67	3,62	4,35	4,08	6,89
21	4,00	4,08	1,67	2,70	1,97	3,38	2,50	2,98	2,14	5,34
22	3,78	3,26	1,29	2,62	1,92	2,76	2,13	2,77	2,49	4,85
23	4,94	5,15	2,03	3,51	2,48	3,93	3,35	3,84	4,99	6,71
24	4,47	4,39	1,65	3,14	2,09	3,56	2,88	3,25	4,05	6,46
25	4,99	4,97	1,91	3,18	2,24	3,96	3,21	3,43	5,12	6,14
26	3,77	3,67	1,37	3,00	1,97	3,07	2,54	3,25	3,88	4,98
27	4,52	4,37	1,61	3,48	1,97	3,58	3,06	3,60	4,92	5,80
28	4,50	3,85	1,56	3,15	1,83	3,22	2,65	3,06	4,25	5,10
29	2,69	2,08	0,73	2,03	0,94	1,80	1,31	1,70	2,42	2,94
31	3,34	3,51	1,34	3,27	1,62	2,40	2,13	2,39	4,16	4,21
32	3,71	3,79	1,81	4,10	1,71	2,65	2,27	2,08	4,59	4,22
33	3,26	2,96	1,61	3,58	1,55	2,13	1,95	1,56	4,27	4,08
34	3,40	3,12	1,70	3,62	1,45	2,63	2,29	1,76	4,24	4,46
35	4,76	4,28	2,20	4,31	2,18	3,84	3,45	3,64	5,24	5,74
36	5,68	5,68	2,46	4,97	2,82	4,59	3,71	4,90	5,80	6,85
37	5,50	5,26	2,33	4,38	2,46	4,50	3,38	4,46	5,17	6,71
38	5,25	5,58	2,43	4,17	2,40	4,61	3,71	4,56	5,59	7,15
51	5,64	6,23	3,68	4,63	2,57	5,52	3,74	4,34	5,62	5,59
52	7,15	7,54	4,69	6,04	3,42	6,77	4,78	5,93	6,73	6,48
53	6,54	7,01	4,25	5,46	3,34	6,16	4,25	5,47	6,11	7,51
54	7,36	7,76	4,85	5,87	3,45	6,65	4,88	5,85	6,60	8,10
55	7,20	7,33	4,82	5,66	3,29	6,45	4,88	5,75	6,33	7,95
56	5,61	4,53	3,33	3,93	2,39	4,54	3,30	3,89	4,79	5,98
57	5,68	5,23	3,62	4,61	2,78	4,88	3,62	4,54	4,95	5,74
58	6,67	6,48	4,37	5,15	2,98	5,64	4,21	4,98	5,88	6,62
59	3,81	3,81	2,52	2,94	1,57	3,19	2,28	2,56	3,54	3,74
60	5,19	4,02	3,08	4,08	2,54	4,20	2,91	3,70	4,64	4,77
61	4,55	3,02	2,93	3,57	1,98	3,76	2,60	3,07	5,02	4,62
62	5,04	3,92	3,45	3,96	2,05	4,34	3,07	3,39	5,68	5,16
63	5,91	5,31	4,79	5,19	3,11	6,04	4,13	5,11	7,80	6,75
64	6,39	5,07	4,76	5,14	3,23	6,08	4,19	5,18	7,74	6,89

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração (L dia⁻¹) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	2	4	5	8	12	6	7	9	10	13
65	5,16	3,24	3,09	3,76	2,10	4,11	2,81	3,52	5,27	5,11
66	5,73	4,49	4,38	5,11	3,16	5,81	3,91	4,96	7,21	6,25
67	6,51	5,15	5,16	5,44	3,13	6,42	4,57	5,21	8,15	6,76
68	6,41	5,27	4,86	5,34	3,30	6,38	4,49	4,81	7,41	6,59
69	6,42	5,65	5,14	4,93	3,30	6,49	4,64	3,85	7,44	6,84
70	5,92	5,11	4,52	5,15	3,37	5,99	4,37	3,83	6,93	6,36
71	5,86	5,17	4,38	4,59	3,35	5,88	4,43	2,76	6,37	6,07
72	5,48	4,78	3,90	4,18	3,14	5,57	4,10	2,25	5,82	5,67
73	4,35	3,51	2,96	3,21	2,47	4,02	3,53	1,36	4,48	4,51
74	3,44	2,55	1,87	2,43	2,18	2,79	2,69	1,03	3,11	3,47
75	3,73	3,14	2,51	1,97	2,40	2,99	2,61	1,15	4,28	4,44
76	4,08	3,13	2,55	2,57	2,43	3,13	2,89	1,37	3,66	4,57
77	3,72	2,10	2,09	2,52	2,40	2,88	2,40	1,23	2,93	4,07
78	3,19	2,23	1,42	2,11	2,08	2,43	1,91	0,51	2,22	2,93
79	2,68	3,92	2,11	1,74	2,09	2,59	4,53	1,02	2,63	4,03
80	2,88	1,65	1,87	1,82	1,71	2,18	1,91	0,45	2,51	3,07
81	2,54	3,61	1,60	1,61	1,57	2,18	2,14	1,13	1,74	3,24
82	3,11	3,87	2,51	1,87	1,74	3,04	2,38	1,41	2,95	3,90
83	4,61	4,98	3,84	3,43	2,56	4,76	3,62	1,58	4,89	5,53
84	3,45	2,91	2,20	2,09	1,43	2,33	2,29	0,82	2,52	3,78
85	3,02	3,27	2,00	1,63	1,74	2,76	2,36	1,26	2,65	4,17
86	4,00	4,16	2,89	2,39	2,04	3,72	3,15	1,72	3,60	5,06
89	3,81	3,48	3,05	2,82	2,23	4,17	3,30	0,89	4,07	3,63
91	4,17	4,31	3,45	2,27	2,07	4,00	3,11	1,86	3,37	4,75
92	4,88	4,44	3,65	3,10	2,17	4,52	3,32	2,12	4,23	4,72
93	3,06	2,33	1,96	1,84	1,46	2,43	1,72	1,02	2,22	2,74
94	5,59	5,09	4,21	3,90	2,87	5,61	3,67	2,58	5,40	4,74
95	4,95	3,51	3,03	3,16	2,40	4,15	2,98	1,53	3,96	4,60
96	3,31	1,80	1,63	1,55	1,37	2,03	1,81	0,60	1,31	2,54
97	4,79	4,24	3,58	3,79	2,88	4,86	3,70	1,97	4,64	5,31
98	4,60	3,97	3,57	3,69	2,60	4,82	3,78	1,42	4,46	5,21
99	5,05	4,62	3,86	3,64	2,68	5,18	3,97	1,26	4,82	5,64
100	4,60	3,95	3,57	3,18	2,36	4,58	4,19	1,29	4,16	5,13
101	4,96	4,55	3,96	3,22	2,54	5,30	4,42	1,36	4,83	5,62
102	5,59	5,60	4,38	3,13	2,39	5,77	4,43	1,29	5,27	5,97
103	5,11	4,57	3,97	2,75	2,32	5,02	3,85	1,31	4,96	5,48

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	2	4	5	8	12	6	7	9	10	13
104	5,50	4,94	4,73	2,90	2,36	5,62	3,90	1,34	5,22	5,93
105	6,00	5,87	5,09	2,32	2,16	4,40	4,70	1,46	5,14	7,12
106	5,50	3,51	3,53	2,46	2,40	2,16	3,15	1,18	3,38	4,76
107	5,67	3,45	3,67	2,32	2,41	2,24	3,05	1,27	3,42	4,79
108	7,01	3,84	4,43	3,30	2,95	2,87	3,61	1,79	4,37	5,61
109	6,57	4,24	4,40	3,76	3,12	2,88	3,76	2,13	4,56	5,51
110	7,15	4,51	4,56	3,95	3,17	3,17	3,83	2,08	4,77	5,79
111	6,57	4,01	4,50	3,66	2,82	3,07	3,50	1,25	4,60	5,62
112	6,19	3,91	4,26	3,36	2,74	2,79	3,53	0,87	4,03	5,52
113	5,52	3,13	4,53	2,37	2,39	4,26	2,97	1,17	3,48	4,96
114	5,64	3,62	3,88	2,87	2,40	2,78	3,34	1,10	3,51	5,88
115	5,93	3,63	4,16	3,00	2,64	2,69	3,44	1,18	3,69	5,67
116	6,31	3,73	4,27	3,02	2,68	2,53	3,67	1,39	3,94	5,92
117	6,46	3,74	4,44	3,49	2,58	2,91	4,04	1,60	4,20	6,44
118	7,68	3,94	4,59	3,62	2,67	3,29	4,12	1,96	4,38	6,86
119	6,24	3,84	4,39	3,46	2,45	3,17	3,89	1,50	4,03	6,39
120	6,89	3,77	4,52	3,38	2,36	3,15	4,02	1,38	3,86	6,48
121	6,87	3,43	4,32	3,06	2,33	2,69	3,68	1,18	3,66	5,93
122	6,57	3,09	4,08	3,00	2,04	2,27	3,34	1,16	3,27	5,22
123	6,60	3,50	4,41	3,35	2,03	2,38	3,50	1,30	3,50	5,27
124	6,72	3,63	4,50	3,54	2,45	3,76	3,62	1,89	3,58	5,79
125	6,67	3,58	4,56	3,34	2,62	4,26	3,67	2,11	3,66	5,88
126	6,56	3,44	4,39	3,16	2,44	4,20	3,58	2,09	3,56	5,75
127	6,94	3,99	4,84	3,79	2,34	4,49	3,81	2,71	3,87	5,68
128	4,09	2,01	2,84	2,21	1,33	2,45	2,21	1,36	2,19	3,77
129	5,69	3,29	3,77	3,10	1,96	3,89	3,44	2,40	4,04	5,74
130	7,02	3,74	4,75	3,59	2,32	5,32	3,82	3,39	5,82	6,24
131	6,02	3,42	4,23	3,19	2,23	4,57	3,32	3,14	5,03	5,32
132	6,35	3,39	4,23	3,23	2,15	4,55	3,51	3,23	4,75	5,29
133	6,03	2,87	3,86	2,81	1,81	4,01	3,13	3,01	4,21	4,36
134	5,30	2,94	3,90	2,90	1,86	3,84	2,85	3,14	3,55	3,94
135	6,14	2,86	3,93	2,92	1,69	3,70	2,94	2,85	3,53	4,08
136	4,88	2,87	3,88	3,08	1,71	3,74	3,03	2,92	3,15	3,90
137	5,39	3,03	4,22	3,19	1,81	4,01	3,24	3,09	3,70	4,95
138	5,19	2,61	3,96	2,92	1,37	3,66	2,96	2,69	3,38	4,12
140	5,18	2,62	3,45	2,91	1,24	3,83	2,85	2,39	4,52	4,64

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração (L dia⁻¹) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	2	4	5	8	12	6	7	9	10	13
141	3,94	2,27	3,15	2,77	1,34	3,37	2,75	2,32	3,54	3,65
142	6,44	2,94	4,78	3,27	2,29	4,47	3,37	2,96	4,70	4,59
143	6,83	3,35	4,86	3,39	2,49	4,69	3,53	3,27	4,98	4,89
144	5,78	3,05	4,08	2,94	2,02	4,07	2,81	2,79	4,35	4,19
145	5,58	3,46	4,22	3,17	2,05	4,34	2,99	2,77	4,48	4,55
146	6,94	3,43	5,05	3,47	2,25	4,85	3,50	3,08	5,20	5,47
147	7,06	4,54	3,99	4,15	1,87	5,27	4,29	3,30	5,07	5,13
148	5,91	4,25	3,43	3,26	1,64	4,65	3,58	2,83	4,23	4,10
149	5,96	4,02	3,32	2,42	1,96	4,65	3,26	2,71	4,24	3,79
150	6,37	4,85	3,87	3,07	2,43	5,24	4,22	3,45	4,78	4,23
151	6,34	4,15	3,41	3,04	1,62	4,70	3,75	2,96	4,55	4,74
152	3,99	3,28	2,44	2,55	1,72	3,82	3,18	2,91	3,43	3,95
153	2,41	2,65	1,65	1,56	1,55	2,73	2,84	2,54	2,61	2,43
154	2,09	2,92	1,83	1,87	1,95	3,08	2,95	2,53	2,83	2,63
155	2,79	2,85	2,03	2,04	1,76	3,24	3,20	2,92	3,14	2,97
156	4,69	3,48	2,50	2,33	1,50	3,47	3,16	2,33	2,75	3,74
158	1,11	2,08	1,42	2,06	2,43	2,28	2,91	2,81	2,27	2,13
160	1,37	2,69	1,87	1,59	2,07	2,25	3,33	3,05	2,18	2,08
161	1,35	2,23	1,55	0,99	1,16	1,97	2,13	1,91	1,67	1,75
162	2,61	2,99	2,86	1,66	1,86	2,92	2,92	2,56	2,80	3,02
163	2,46	3,00	3,44	1,82	2,33	2,76	3,38	3,07	2,79	2,76
164	1,14	2,32	2,14	1,44	2,10	2,13	2,51	2,61	2,18	1,82
165	0,89	2,23	1,39	1,27	1,79	1,75	2,73	2,54	2,13	1,68
166	0,57	2,66	1,89	1,61	2,74	1,88	3,28	2,94	2,03	1,95
167	0,26	1,96	1,19	1,43	1,84	1,74	2,76	2,81	1,94	1,59
168	0,27	1,77	1,47	1,48	1,80	1,86	2,31	2,39	2,11	1,24
169	0,73	2,18	2,00	1,83	2,29	2,48	2,58	2,63	2,02	1,74
170	0,30	1,99	1,69	1,98	2,13	2,53	2,32	2,62	2,21	1,36
171	0,64	2,08	1,58	1,91	1,74	2,91	2,22	1,98	2,16	2,08
172	0,73	2,00	1,48	1,98	2,21	2,61	2,64	2,53	2,47	3,68
173	2,22	2,18	1,79	1,46	1,70	2,41	2,18	1,66	2,13	3,10
174	1,98	2,65	2,41	2,26	2,35	3,49	2,48	2,55	3,20	4,71
179	0,83	2,23	1,71	2,46	2,69	2,58	2,73	2,56	2,65	4,11
180	1,67	2,70	1,59	2,19	2,35	3,13	2,69	2,39	2,50	3,77
181	1,08	2,21	1,14	1,91	2,07	2,83	2,43	2,21	2,41	3,60
182	1,03	2,77	1,72	2,46	2,69	2,31	3,31	2,89	2,06	2,74

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\ dia^{-1}$) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	2	4	5	8	12	6	7	9	10	13
184	1,08	2,09	1,03	1,74	1,79	2,09	2,17	1,83	2,11	3,36
187	0,58	2,89	1,52	2,33	2,90	1,88	3,50	2,88	2,19	2,70
188	0,84	2,73	1,78	2,41	2,45	2,33	2,78	2,55	2,40	3,40
189	0,80	2,27	1,12	2,24	1,81	2,50	2,09	2,22	1,99	2,63
191	1,55	2,74	1,50	2,44	2,33	2,94	3,36	2,72	2,26	2,80
192	1,89	2,51	1,51	2,55	2,35	3,26	2,64	2,21	2,74	3,76
196	2,05	2,24	1,58	2,25	2,05	2,58	2,20	1,81	2,17	2,88
197	3,38	2,87	2,48	2,87	2,46	3,60	2,61	2,19	2,98	3,55
198	2,05	2,93	2,32	3,36	2,60	4,06	2,72	2,38	3,51	4,15
199	1,40	2,45	1,90	3,40	2,64	3,46	3,37	2,78	3,06	3,92
200	2,23	3,15	2,07	3,73	3,07	3,96	3,46	2,99	3,43	4,16
201	2,22	3,31	1,97	3,78	2,59	4,28	2,86	2,58	3,50	4,27
202	2,86	3,34	2,15	4,48	2,82	4,46	3,03	2,85	3,41	4,07
203	1,66	2,87	1,63	4,10	2,25	4,32	2,41	2,38	3,30	3,47
204	2,12	2,58	1,88	4,20	2,63	3,85	3,19	2,80	3,18	2,87
207	1,76	2,47	1,79	4,14	2,20	3,43	3,11	2,43	2,34	3,42
208	2,94	3,08	2,30	4,35	2,96	3,85	4,21	3,09	3,06	4,25
209	1,91	2,67	1,96	3,95	2,64	2,72	3,76	2,80	2,31	3,53
210	2,93	3,40	2,70	4,96	3,32	3,82	3,40	2,97	3,27	3,94
211	2,77	3,34	2,38	4,06	2,47	3,83	3,00	2,49	3,50	4,29
212	1,93	2,53	1,67	5,01	2,46	3,52	2,72	2,41	3,11	2,88
213	1,31	2,02	1,49	4,34	2,48	3,26	2,75	2,22	2,58	2,69
214	3,49	3,62	3,19	4,23	2,84	3,87	3,57	2,55	4,05	4,67
215	4,74	3,28	4,62	4,49	2,47	4,13	3,93	3,06	4,62	5,33
216	2,67	2,73	3,52	3,50	1,52	3,51	3,50	2,52	3,59	4,63
217	2,75	2,35	3,73	4,09	1,72	3,62	2,94	2,23	3,56	3,63
218	3,22	2,62	3,73	3,59	1,62	3,76	3,31	2,52	3,84	4,44
219	2,41	2,05	3,10	3,48	1,54	3,28	2,51	2,02	3,20	3,14
220	2,09	2,45	2,80	4,01	2,76	3,54	2,54	2,23	3,20	2,31
221	1,81	2,60	3,13	4,52	3,04	3,88	2,91	2,76	4,02	3,36
222	2,90	2,38	3,65	4,01	2,03	4,00	3,06	2,68	4,57	4,21
223	3,09	2,68	3,88	4,03	2,07	4,11	3,07	2,74	4,43	4,15
224	3,33	3,55	3,99	5,15	2,49	4,67	3,46	3,22	4,47	4,13
225	1,83	2,76	3,70	4,10	1,10	4,69	2,74	2,64	4,33	3,98
226	4,38	3,14	5,06	4,18	1,45	4,94	3,69	3,50	5,57	6,12
227	5,00	3,54	5,06	3,82	2,36	4,65	3,99	3,39	4,98	5,79

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração (L dia⁻¹) para plantas com 12,5% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(conclusão)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	2	4	5	8	12	6	7	9	10	13
228	3,20	2,65	4,39	3,50	1,57	4,20	3,13	2,66	4,24	4,32
229	2,79	2,86	4,06	3,51	2,03	4,27	3,01	2,60	4,03	4,23
230	2,84	2,46	3,80	3,16	2,92	4,05	2,87	2,34	3,81	3,92
231	1,84	2,49	2,98	3,05	1,86	3,54	1,87	2,07	3,07	2,35
232	1,59	2,12	2,53	2,66	2,40	2,78	1,09	1,78	2,29	0,91
233	1,99	2,43	2,91	3,33	1,94	2,90	1,60	1,66	2,21	2,10
234	2,15	2,30	3,19	3,56	1,52	3,61	1,71	2,03	2,85	2,43
235	1,79	2,37	3,41	3,79	2,16	4,09	2,22	2,40	3,41	3,07
236	1,87	2,44	3,32	4,02	1,88	4,31	2,32	2,49	3,57	3,15
237	2,03	2,39	3,35	3,93	1,67	4,40	2,58	2,53	3,86	3,27
238	2,26	2,47	3,41	3,89	1,88	4,49	2,59	2,56	3,95	3,55
239	1,76	2,10	3,13	4,04	1,10	4,34	2,72	2,42	3,74	3,36
240	2,87	2,61	3,47	3,78	1,57	4,35	2,84	2,59	4,05	3,61
241	3,23	2,83	3,56	4,04	1,27	4,48	2,66	2,65	4,19	3,78
242	3,55	3,10	3,89	4,26	1,89	4,86	3,46	3,13	4,75	5,15
243	3,99	3,47	4,56	4,40	1,51	5,35	3,67	3,19	5,33	5,05
244	3,70	3,34	4,17	4,71	1,17	5,52	4,16	3,59	5,32	5,03
245	3,34	3,42	4,02	4,44	1,94	5,05	3,40	3,12	4,77	4,20
247	2,39	2,81	3,69	4,33	1,82	5,24	3,09	2,88	5,02	4,11
248	4,56	3,82	5,05	4,53	2,43	5,68	4,40	3,79	6,23	6,68
249	4,83	4,31	4,91	4,33	1,80	5,82	5,07	4,18	6,55	6,35
250	1,70	1,07	2,28	1,28	0,58	1,60	1,46	0,87	2,03	1,80
251	5,53	4,46	5,41	4,62	1,90	6,04	5,02	4,20	7,07	6,23
252	5,25	4,18	5,38	4,70	1,75	6,22	4,81	4,21	7,25	6,49
253	4,78	4,04	5,17	4,70	1,47	6,11	4,32	3,99	6,68	5,57
254	5,40	4,21	5,21	5,20	2,57	6,39	4,26	4,15	7,09	5,77
255	2,53	3,39	4,25	4,46	1,43	5,85	4,18	3,76	6,13	5,50
256	2,62	3,46	4,81	4,88	1,21	5,96	4,00	3,72	6,06	4,84
257	2,62	3,45	3,84	4,42	2,32	5,33	4,22	3,64	5,42	4,85
258	4,05	3,73	4,09	4,48	2,32	5,21	4,41	3,58	4,87	5,08
260	3,30	1,93	3,78	4,31	1,50	5,16	3,48	2,75	2,28	4,16

ANEXO D

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L \text{ dia}^{-1}$) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' para cada dia Juliano (J)

(continua)

J	Citrumelo 'Swingle'					Limão 'Cravo'				
	5	6	9	11	12	2	3	8	10	13
17	2,77	2,11	1,74	2,84	3,80	1,72	3,34	2,63	3,86	3,29
18	3,48	2,63	2,11	3,52	4,61	2,24	4,18	3,24	4,59	3,96
19	2,96	2,21	1,82	3,00	4,00	1,94	3,72	3,10	3,91	3,56
20	3,80	2,79	2,30	3,63	4,81	2,44	4,50	4,02	4,99	4,44
21	2,67	2,05	1,51	2,52	3,19	1,38	2,87	2,35	3,44	3,03
22	2,31	1,90	1,40	2,31	2,73	1,05	2,38	2,12	3,34	2,91
23	3,30	2,49	2,07	3,40	4,23	2,01	3,90	3,37	4,56	4,11
24	2,95	2,35	1,67	2,96	3,52	1,55	3,13	2,98	4,13	3,64
25	3,20	2,42	1,88	3,10	3,83	1,85	3,74	3,23	4,19	3,75
26	2,85	2,16	1,66	2,72	3,27	1,56	2,87	2,72	3,69	3,07
27	3,21	2,54	1,97	3,16	3,92	2,08	3,67	3,28	4,43	3,35
28	3,07	2,53	1,97	3,00	3,62	1,89	3,31	2,84	4,06	3,15
29	1,58	1,54	1,02	1,44	1,68	0,36	1,11	1,20	2,44	1,46
31	3,20	2,22	1,99	3,19	3,76	2,06	3,52	3,02	4,31	2,30
32	4,52	2,63	2,29	3,97	3,77	3,20	5,26	3,99	5,13	2,04
33	4,55	2,44	1,96	3,82	3,35	3,39	5,64	4,30	4,91	1,61
34	4,77	2,67	2,02	3,94	2,97	3,36	5,49	4,30	4,96	2,08
35	4,40	3,35	2,48	3,95	4,12	3,04	4,99	3,76	5,43	2,93
36	4,54	3,84	2,74	4,11	5,09	3,13	5,21	4,08	5,78	3,50
37	4,19	3,46	2,51	3,80	4,52	2,88	4,71	3,89	5,66	3,48
38	3,99	3,56	2,44	3,84	4,85	3,14	4,99	4,01	5,37	3,47
50	3,76	3,34	2,49	3,44	3,70	2,05	4,15	3,38	4,73	3,88
51	3,96	3,53	2,71	3,62	4,08	2,36	4,55	3,52	4,91	3,99
52	5,03	4,32	3,18	4,56	4,84	3,34	5,45	4,23	5,54	4,28
53	4,61	4,06	3,08	5,38	4,64	3,31	5,21	4,18	5,55	4,04
54	5,02	4,28	3,26	5,79	4,84	3,42	5,70	4,39	5,92	4,20
55	5,00	4,02	3,18	5,85	4,86	3,37	5,77	4,55	5,74	4,22
56	3,97	3,46	2,58	4,76	4,17	2,21	4,22	3,22	4,81	4,42
57	4,37	3,89	3,05	5,19	4,48	2,98	5,02	3,85	4,91	4,54
58	4,59	3,96	3,10	5,42	4,49	3,16	5,61	4,02	5,28	4,65
59	2,54	2,40	1,77	3,15	2,48	1,25	2,92	2,05	3,06	2,68
60	3,70	3,52	2,55	4,59	3,64	2,13	4,11	3,19	4,22	3,99
61	3,24	3,22	2,47	3,87	3,36	1,77	3,54	2,72	3,73	3,65
62	3,44	3,13	2,49	4,15	3,35	1,97	4,02	3,01	4,04	3,83
63	4,65	4,06	3,25	5,65	4,74	2,95	5,33	3,89	5,15	4,68

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração (L dia⁻¹) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	5	6	9	11	12	2	3	8	10	13
64	4,43	3,81	3,10	5,60	4,40	3,00	5,35	3,88	5,29	4,61
65	3,38	3,31	2,45	4,31	3,67	2,00	3,85	2,78	4,18	3,86
66	4,69	3,32	2,70	5,63	4,69	3,11	5,44	3,78	4,88	4,16
67	5,09	3,20	2,60	5,88	4,93	3,45	5,99	4,13	5,31	4,36
68	5,14	4,03	3,11	6,13	5,18	3,62	6,24	4,38	5,40	4,44
69	4,84	3,96	3,16	5,99	5,18	3,80	6,25	3,97	5,57	4,68
70	5,42	4,43	3,42	6,33	5,71	4,28	6,36	3,99	5,41	4,21
71	5,37	4,45	3,73	6,42	5,70	4,44	6,67	4,45	5,70	4,73
72	5,06	4,08	3,07	6,07	5,44	4,21	6,38	4,32	5,51	4,37
73	4,15	3,32	2,51	5,11	4,66	3,51	5,33	3,66	4,94	4,11
74	4,24	3,02	2,19	4,87	4,68	3,29	4,58	3,40	4,63	3,84
75	4,68	3,56	2,71	5,57	5,49	3,96	5,27	5,64	5,23	4,42
76	5,12	3,87	3,24	5,89	5,18	4,37	5,75	3,99	5,54	4,79
77	5,28	3,92	3,20	6,08	5,57	4,33	6,03	4,02	5,42	4,45
78	5,19	3,84	3,26	6,04	5,60	4,50	5,99	3,94	5,15	4,01
79	5,69	4,04	3,40	6,62	6,17	5,07	6,66	4,31	5,39	4,59
80	4,52	3,31	2,51	5,47	4,99	3,98	5,31	3,45	4,30	3,74
81	4,72	3,01	2,23	5,99	5,09	4,34	5,69	3,35	4,58	3,97
82	4,91	3,02	2,26	5,90	5,28	4,03	5,39	3,42	4,86	3,96
83	5,53	3,47	2,91	6,55	6,32	4,93	6,77	3,88	5,91	5,01
84	3,68	2,74	2,25	4,51	4,36	3,12	4,28	2,92	4,61	3,48
85	4,09	2,98	2,47	4,81	4,88	3,26	4,27	3,15	4,73	4,01
86	4,08	2,85	2,69	5,03	5,06	3,18	4,27	3,19	5,22	4,06
89	4,70	3,43	2,82	5,63	5,83	3,88	5,37	3,87	5,27	4,45
91	4,90	3,59	3,15	6,04	6,09	4,14	5,65	4,11	5,94	4,87
92	4,09	2,96	2,59	4,90	4,96	3,43	4,86	3,72	4,92	3,93
93	2,51	1,78	1,36	2,72	2,75	1,36	1,86	1,72	2,74	2,77
94	4,31	3,13	2,92	5,26	5,24	3,68	4,91	3,87	5,58	4,38
95	4,19	3,32	2,88	5,08	5,42	3,68	4,49	3,57	5,11	4,63
96	2,42	2,31	1,53	2,93	2,68	1,60	1,66	1,83	3,58	3,01
97	4,79	3,53	3,23	5,92	5,89	4,19	5,28	3,75	5,56	4,85
98	4,50	3,44	3,10	5,68	5,61	4,16	5,18	3,66	5,26	4,92
99	4,93	3,66	3,15	6,09	5,92	4,34	5,76	3,90	5,81	6,27
100	4,76	3,28	3,05	5,92	5,72	4,01	5,50	3,83	5,31	5,92
101	4,87	3,32	3,06	6,16	5,92	4,23	5,80	3,99	5,72	6,12

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	5	6	9	11	12	2	3	8	10	13
102	4,80	3,38	3,15	6,15	5,85	4,50	5,97	4,48	6,24	6,50
103	4,52	3,14	2,98	5,75	5,60	3,85	5,41	4,60	5,52	5,44
104	4,50	3,17	3,77	5,67	5,69	4,13	5,96	4,65	6,68	5,52
105	4,42	2,88	3,45	5,58	4,73	4,63	6,55	4,91	7,09	6,25
106	5,10	4,01	3,55	5,50	5,03	5,27	5,14	4,19	5,93	4,85
107	5,18	4,14	3,45	5,46	5,47	5,25	5,15	4,60	5,83	4,89
108	5,34	4,10	3,62	5,57	5,27	5,20	5,26	4,59	5,91	4,78
109	5,27	4,00	3,62	5,69	4,93	5,19	5,12	4,58	6,06	4,98
110	5,31	4,06	3,57	5,69	5,13	5,30	5,20	4,84	6,07	5,08
111	5,06	4,10	3,77	5,58	5,27	5,93	5,22	4,66	5,94	4,85
112	5,08	4,02	3,21	5,54	4,77	5,88	5,26	4,72	5,78	4,79
113	4,00	3,39	3,43	4,96	4,08	4,29	4,24	3,92	5,06	4,85
114	4,78	3,85	3,42	5,46	3,92	4,71	4,73	4,32	5,32	4,69
115	4,98	3,90	3,31	5,33	3,75	5,70	5,14	4,42	5,49	4,56
116	5,17	4,26	3,44	5,74	3,30	5,87	6,00	4,98	5,53	4,53
117	5,18	4,31	3,37	5,71	2,95	5,63	5,72	4,81	5,62	5,30
118	5,07	4,25	3,57	5,32	3,51	5,99	5,12	4,44	5,45	5,70
119	4,95	4,19	3,52	5,36	3,08	5,02	5,16	4,39	5,47	5,52
120	5,08	4,14	3,57	5,19	3,04	6,18	5,35	4,72	5,56	5,01
121	4,72	3,80	3,32	4,94	2,53	5,10	5,35	4,64	5,31	4,71
122	4,73	3,71	2,92	4,73	1,76	5,74	5,23	4,09	4,94	3,57
123	5,08	3,88	3,12	5,09	1,66	6,67	5,91	4,55	5,04	3,56
124	5,11	4,13	3,47	5,05	1,73	5,86	6,12	4,72	5,02	3,80
125	4,89	4,14	3,37	5,00	1,95	5,74	5,50	4,32	4,95	3,85
126	4,49	3,85	3,56	4,91	1,89	5,06	4,83	3,93	4,81	3,84
127	5,09	4,38	3,40	5,40	1,81	5,92	5,36	4,40	4,99	3,68
128	2,69	2,52	2,06	3,10	1,65	2,41	2,11	2,07	3,02	2,59
129	4,19	3,69	3,70	4,83	3,13	3,60	3,83	3,51	4,66	5,34
130	4,69	4,16	4,38	5,44	3,70	5,83	4,76	4,23	5,74	6,03
131	4,20	3,49	3,92	4,90	2,87	4,37	3,63	3,19	4,70	4,36
132	4,17	3,76	3,92	4,93	3,26	4,78	3,90	3,28	4,68	4,61
133	3,81	3,22	3,39	4,50	1,86	4,25	3,47	2,77	4,05	3,79
134	3,74	3,23	2,97	4,33	1,49	3,86	3,52	2,76	3,87	3,68
135	3,82	3,22	3,33	4,21	1,75	4,00	3,07	2,61	4,22	3,32
136	3,94	3,38	3,00	4,22	1,40	3,98	3,19	2,91	4,01	3,01

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	5	6	9	11	12	2	3	8	10	13
137	4,05	3,57	3,28	4,54	1,94	4,32	3,44	3,24	4,10	4,12
138	3,79	3,04	2,87	4,26	1,51	3,61	2,84	2,58	3,61	3,05
140	3,39	2,95	3,76	4,09	2,43	3,78	2,87	2,72	4,15	3,62
141	3,26	2,62	2,97	3,66	1,86	2,80	2,24	2,33	3,64	3,40
142	4,34	3,48	3,89	4,47	2,43	4,94	3,75	2,85	4,54	4,53
143	4,41	3,72	3,93	5,05	2,53	5,19	3,94	2,92	4,79	4,46
144	3,64	2,95	3,42	3,93	2,18	3,63	3,39	2,57	4,13	3,25
145	3,94	3,29	3,81	4,30	2,60	4,01	3,39	2,81	4,27	4,05
146	4,11	3,57	4,17	5,19	3,34	4,46	3,68	3,76	9,01	4,85
147	4,08	4,24	4,54	5,87	3,56	4,40	4,00	4,62	6,11	5,51
148	3,55	3,66	4,00	5,34	2,29	4,68	3,55	4,34	5,67	4,43
149	3,47	3,63	3,89	5,22		4,19	4,15	4,57	5,66	3,66
150	4,27	3,98	4,14	5,78		4,85	5,08	5,11	6,03	4,78
151	3,73	4,00	4,15	5,90		4,17	3,79	4,60	5,90	4,62
152	3,16	2,99	3,10	5,02		4,93	3,57	3,72	5,13	3,86
153	2,35	1,86	2,07	3,19		2,36	2,91	3,07	3,92	3,79
154	2,53	1,97	2,35	4,04		3,44	3,27	3,48	4,52	3,18
155	2,71	2,29	2,14	4,00		4,09	3,69	3,43	4,44	2,96
156	2,99	2,75	2,80	4,35		2,76	2,77	3,31	3,92	2,89
158	2,61	1,35	2,06	3,09		2,88	2,69	3,15	3,72	4,58
160	3,44	1,76	1,98	3,25		2,48	3,65	2,99	3,42	4,67
161	2,31	1,64	1,70	2,86		1,75	2,19	1,91	2,65	2,73
162	2,73	2,74	2,57	4,38		3,66	3,00	3,01	4,07	3,77
163	3,21	2,45	2,48	4,15		5,00	3,62	2,84	3,94	4,43
164	2,20	1,49	1,94	3,29		2,84	2,84	2,94	3,52	3,72
165	2,47	1,42	1,70	3,03		1,48	2,95	2,79	3,26	3,72
166	2,67	1,28	1,90	2,79		2,58	2,85	3,19	2,95	4,60
167	2,82	1,13	1,34	2,66		2,08	2,73	2,73	2,91	2,69
168	2,25	1,22	1,34	2,71		1,77	3,02	2,97	3,06	2,12
169	2,56	1,31	1,09	3,02		2,69	2,75	2,95	3,14	3,09
170	2,22	1,37	1,01	3,21		2,50	3,06	3,11	3,27	2,59
171	1,95	1,56	0,75	3,60		2,20	2,51	2,78	3,41	3,22
172	2,01	1,41	1,54	3,39		2,12	2,98	3,31	3,48	1,62
173	1,99	1,86	1,43	3,12		1,59	1,77	1,98	2,82	2,51
174	2,31	2,10	2,42	4,17		3,71	3,41	3,55	4,40	2,59

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo 'Swingle'					Limão 'Cravo'				
	5	6	9	11	12	2	3	8	10	13
179	2,51	1,39	2,04	3,33		2,78	3,14	3,78	3,99	2,79
180	2,49	1,83	1,72	3,92		2,70	3,02	3,14	3,84	2,92
181	2,23	1,61	1,68	3,63		1,90	3,14	3,18	3,65	2,43
182	2,96	1,28	1,26	3,12	2,32	3,13	3,04	2,73	3,41	3,00
184	2,62	1,13	1,46	2,78	1,48	1,26	2,86	2,87	2,96	1,68
187	2,52	1,10	1,39	2,84	2,21	3,70	3,13	2,71	2,96	2,71
188	2,39	1,41	1,77	3,39	1,80	4,36	3,48	3,19	3,42	2,00
189	1,77	1,35	1,08	3,38	1,13	2,81	2,82	2,53	3,02	1,41
191	2,57	1,54	1,63	3,81	2,04	2,90	2,93	2,33	3,46	3,45
192	2,05	1,89	1,81	3,90	1,88	3,26	3,62	3,07	3,69	1,66
196	2,02	1,76	1,54	2,83	2,05	1,55	2,07	1,81	2,62	2,31
197	2,26	2,62	2,31	3,93	2,40	2,62	2,15	2,13	3,56	3,40
198	2,45	2,30	2,41	4,42	2,17	4,19	3,81	2,61	4,16	2,17
199	2,31	1,80	2,25	3,81	2,09	3,82	3,78	3,00	4,12	3,11
200	3,11	2,18	2,26	4,49	2,94	3,39	4,32	3,19	4,51	2,68
201	2,87	2,39	2,12	4,87	2,89	4,03	4,16	3,29	4,65	1,46
202	2,67	2,67	1,66	4,68	3,16	4,14	4,24	3,34	4,38	2,40
203	2,37	2,39	1,50	4,67	2,76	3,42	4,39	3,39	4,38	4,08
204	2,78	2,60	2,06	4,40	3,43	4,06	4,23	3,27	4,46	1,75
207	2,57	2,34	2,21	4,09	3,33	4,05	4,44	3,61	4,47	2,68
208	3,20	3,03	2,56	4,80	4,28	4,36	4,57	3,26	4,97	4,07
209	4,22	2,31	1,89	3,42	3,86	3,10	4,22	2,43	3,68	2,95
210	3,90	2,96	2,28	4,02	4,48	3,43	4,66	3,04	4,66	2,34
211	3,23	3,20	2,38	4,48	3,75	4,22	5,48	3,59	5,30	2,08
212	3,20	4,54	1,72	3,83	3,67	5,03	4,95	3,49	4,71	1,84
213	2,92	3,01	1,70	3,44	3,51	4,20	4,60	2,86	4,71	
214	3,88	3,83	3,31	4,49	5,46	3,84	4,87	3,20	5,21	4,01
215	4,23	3,87	3,37	4,77	6,98	4,81	5,23	3,53	4,77	4,13
216	2,98	3,16	2,86	4,42	5,29	4,10	4,37	2,98	4,13	3,63
217	2,95	2,83	2,50	4,07	5,74	4,21	4,33	2,73	3,79	3,18
218	3,46	3,33	2,74	3,88	6,07	3,90	4,21	2,83	3,94	3,09
219	3,12	2,25	2,10	3,10	4,47	2,96	3,99	3,30	3,43	
220	2,96	2,11	1,66	3,74	4,04	3,72	4,04	2,91	2,94	2,70
221	3,15	2,59	2,21	4,45	4,79	4,44	4,53	2,36	3,40	3,42
222	3,14	2,71	2,43	3,87	5,31	3,75	4,53	2,87	3,80	3,26

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração (L dia⁻¹) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo argiloso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(conclusão)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	5	6	9	11	12	2	3	8	10	13
223	3,34	2,83	2,47	4,08	5,26	3,94	4,59	3,12	3,91	3,17
224	4,65	3,49	3,08	4,78	5,73	3,99	5,07	2,78	3,91	3,49
225	2,93	2,74	2,50	4,65	5,58	3,48	4,34	3,25	3,84	2,68
226	3,74	3,95	3,31	4,81	6,81	4,14	5,44	4,44	4,63	4,17
227	4,14	3,74	3,97	4,95	7,18	4,59	5,49	3,40	4,40	4,23
228	2,94	3,03	2,85	4,24	5,45	4,56	5,10	3,23	3,66	3,57
229	3,33	2,46	2,82	4,70	5,59	4,58	4,69	3,57	3,81	3,79
230	2,82	2,29	2,62	5,06	5,08	3,91	4,59	3,90	3,78	4,28
231	2,74	1,72	1,94	4,50	4,16	3,65	4,49	3,85	3,33	2,90
232	2,46	1,76	1,91	4,46	3,90	3,09	4,09	3,83	3,09	2,96
233	2,79	1,90	1,98	4,86	4,24	3,24	4,15	3,83	3,07	3,43
234	2,42	2,01	2,14	4,48	4,79	4,21	4,28	3,99	3,50	2,68
235	2,21	2,11	2,26	4,76	5,07	4,00	4,27	3,90	3,69	2,96
236	2,56	2,19	2,02	4,77	4,52	4,19	4,21	4,30	3,53	2,75
237	2,65	2,28	2,22	4,75	4,77	4,14	4,32	4,30	3,59	2,53
238	2,55	2,48	2,24	4,87	4,84	4,02	4,26	4,45	3,80	2,63
239	2,57	2,41	2,31	4,67	4,56	4,02	4,08	4,20	3,96	1,76
240	2,61	2,58	2,54	5,11	4,19	4,42	4,38	4,62	3,83	2,87
241	3,17	2,38	2,66	5,41	4,41	4,82	4,47	5,41	4,01	2,28
242	3,48	2,64	3,16	5,71	5,17	5,32	5,24	4,60	4,75	2,99
243	3,47	2,77	3,53	5,61	5,74	5,64	5,23	5,35	4,97	2,74
244	3,97	3,30	3,94	5,97	5,70	5,65	5,70	5,53	5,26	2,90
245	3,38	2,33	3,33	5,93	4,91	5,43	5,00	5,10	4,88	3,04
247	2,66	2,52	3,08	5,37	4,99	6,22	5,23	5,45	4,56	2,82
248	4,33	4,13	4,32	6,22	5,96	6,45	7,77	5,82	5,59	4,98
249	4,41	3,95	4,39	6,87	6,83	6,13	6,70	4,74	5,49	4,96
250	1,39	1,16	1,08	1,46	2,05	1,21	0,82	1,36	1,52	1,44
251	4,81	4,06	5,00	7,46	6,89	6,57	6,47	4,70	5,59	5,57
252	4,34	3,69	4,52	7,20	6,51	6,48	6,81	5,19	5,67	4,84
253	3,65	3,22	4,16	7,32	5,76	6,26	6,66	6,06	5,52	3,73
254	4,07	3,01	3,88	7,14	5,07	6,55	6,63	6,58	5,74	3,68
255	2,30	2,73	3,58	6,82	4,93	6,21	6,56	6,50	5,40	2,07
256	2,40	2,14	3,22	6,99	4,94	6,43	6,10	6,18	5,08	1,50
257	2,73	3,03	3,76	6,90	4,62	6,03	6,69	6,65	4,71	2,49
258	3,07	2,61	3,79	7,40	4,39	6,16	6,36	4,99	4,58	1,35
260	1,62	1,93	3,51	6,95	2,88	5,56	6,74	6,54	3,88	2,13

ANEXO E

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' para cada dia Juliano (J)

(continua)

J	Citrumelo 'Swingle'					Limão 'Cravo'				
	2	4	5	11	12	6	7	9	10	13
17	2,03	1,97	3,15		2,54	2,42	4,43	4,81	2,91	
18	2,54	2,64	4,05		3,17	3,34	5,06	5,96	3,52	
19	2,33	2,34	3,73		2,76	3,01	4,89	5,27	3,15	
20	2,63	2,78	4,44		3,62	3,83	6,16	5,85	4,03	
21	1,51	1,80	2,86		2,49	2,47	4,13	3,53	2,80	
22	1,25	1,49	2,40		2,44	1,93	3,45	2,78	2,39	
23	2,20	2,39	3,68		3,13	3,01	5,64	4,69	3,41	
24	1,66	2,03	3,00		2,83	2,49	3,94	3,52	2,79	
25	1,98	2,29	3,40		2,91	2,99	5,54	4,16	3,17	
26	1,42	1,92	2,62		2,64	2,19	4,24	3,15	2,77	
27	1,95	2,36	3,42		3,17	2,76	4,51	4,09	3,09	
28	1,80	2,12	3,08		2,93	2,54	5,03	3,59	3,16	
29	0,51	1,00	1,39		1,74	1,20	2,91	1,68	1,84	
31	1,81	2,37	3,00		2,74	2,60	3,67	3,58	2,60	
32	3,39	3,25	4,15		3,57	3,20	4,63	3,88	3,64	
33	3,61	3,22	4,22		3,66	3,40	7,32	3,87	3,61	
34	3,35	3,40	4,54		3,79	3,65	6,74	4,17	3,99	
35	3,29	3,17	4,16		3,73	3,61	6,11	4,88	4,45	
36	3,45	3,35	4,39		4,11	3,75	6,45	5,56	5,48	
37	2,50	2,83	3,88		3,74	3,13	5,59	4,49	5,03	
38	2,67	3,11	3,98		3,65	3,44	5,93	4,97	5,02	
50	2,36	2,42	2,88		3,93	2,49	7,43	4,75	4,55	
51	2,56	2,78	3,19		4,10	3,00		5,51	4,97	
52	3,51	3,64	3,75		4,94	3,84		6,37	6,56	
53	3,22	3,37	3,41		4,69	3,44	8,29	5,90	6,05	
54	3,40	3,59	3,80		5,07	3,88	8,37	6,66	6,58	
55	3,27	3,51	3,91		5,01	3,85	8,41	6,15	6,54	
56	2,20	2,40	2,95		4,23	2,45	7,03	4,12	5,07	
57	2,42	2,77	3,10		4,62	2,66	7,35	4,35	5,50	
58	3,02	2,99	3,35		4,76	3,27	8,29	5,83	6,03	
59	1,39	1,55	1,75		2,90	1,66	5,52	3,07	3,16	
60	2,05	2,23	2,54		4,24	2,15	7,90	3,69	4,94	
61	1,78	2,09	2,26		3,76	2,15	6,08	3,63	4,05	
62	2,25	2,18	2,39		4,05	2,57	6,79	4,26	4,25	
63	3,25	3,29	3,28		5,02	3,63	9,31	6,40	6,04	
64	3,17	3,11	3,20		5,15	3,58	9,07	5,76	6,17	

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão 'Cravo' e citrumelo 'Swingle' para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo 'Swingle'					Limão 'Cravo'				
	2	4	5	11	12	6	7	9	10	13
65	2,15	2,12	2,45		4,38	2,33	6,79	3,73	4,66	
66	3,16	3,43	3,35		6,17	3,55	8,71	5,66	6,54	
67	3,60	3,76	3,69		5,30	3,83	9,17	6,29	6,59	
68	3,62	3,82	3,73		5,31	3,59	8,87	6,91	7,35	
69	3,78	3,92	4,15		5,39	3,91	10,03	7,52	7,10	
70	3,56	4,17	3,96		5,63	3,77		6,97	7,44	
71	3,63	4,00	4,04		5,75	3,95		7,26	7,42	
72	3,39	3,92	3,77		5,69	3,47		6,74	7,23	
73	2,73	3,14	3,21		4,62	2,98	7,95	5,54	5,70	
74	2,48	2,91	3,00		4,50	2,49	6,85	4,59	5,41	
75	2,11	3,23	3,34		5,21	2,67	7,57	4,94	6,16	
76	2,18	3,41	3,72		5,39	3,15	3,14	5,70	6,56	
77	1,94	3,76	3,60		5,37	3,35	3,15	6,40	6,96	
78	1,41	3,92	3,52		5,40	3,44	2,71	6,04	6,81	
79	1,94	4,37	3,82		5,79	3,81	3,55	6,21	7,20	
80	1,48	2,99	3,17		4,77	3,06	2,71	4,90	5,53	
81	1,57	3,10	3,15		4,34	3,05	3,02	5,14	5,51	
82	1,89	2,85	3,20		4,36	3,17	3,03	4,98	5,79	
83	2,68	3,30	3,70		5,00	3,88	3,72	5,81	6,89	
84	1,85	2,07	2,51		3,89	2,59	2,61	4,34	4,56	
85	2,04	2,56	2,45		4,02	2,71	3,03	4,37	4,86	
86	2,48	2,69	2,73		4,24	3,06	2,89	4,82	5,30	
89	1,80	3,40	3,33		5,17	3,60	3,75	5,11	6,31	
91	2,36	3,65	3,67		5,75	4,10	4,06	6,40	6,67	
92	2,35	3,24	3,12	4,01	4,64	3,55	3,51	5,57	5,43	
93	1,38	1,54	1,56	2,46	3,27	1,74	1,84	2,73	3,33	
94	2,37	3,50	3,39	4,31	5,31	3,71	3,53	6,26	6,05	
95	2,31	2,97	2,93	4,02	5,26	2,90	3,05	4,57	5,55	
96	1,30	1,43	1,36	2,19	3,15	1,76	2,23	2,08	4,02	
97	2,67	3,24	3,00	4,50	5,32	3,44	3,46	4,74	6,72	
98	2,63	3,35	2,82	4,84	5,04	3,40	4,28	4,83	6,68	
99	2,84	3,66	3,48	4,87	5,53	4,14	3,89	5,84	6,63	
100	2,60	3,45	3,37	5,47	5,10	3,65	4,36	5,05	6,46	
101	2,85	3,76	4,14	5,89	5,31	4,13	4,41	5,67	6,84	
102	3,03	3,88	3,91	5,72	5,50	4,98	4,60	6,57	6,93	
103	2,79	3,60	3,34	5,29	5,08	4,08	4,06	6,32	5,00	

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\ dia^{-1}$) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	2	4	5	11	12	6	7	9	10	13
104	3,02	3,53	3,36	5,14	5,19	5,78	3,90	7,05	4,95	
105	3,63	3,60	3,56	4,51	5,04	5,61	4,48	6,77	6,44	
106	2,45	3,76	3,83	5,05	6,55	4,98	2,78	5,72	6,23	6,71
107	2,48	3,78	3,82	5,39	6,50	4,93	2,96	5,76	6,23	7,33
108	2,89	3,85	3,73	5,62	6,75	5,03	3,58	5,92	6,64	7,57
109	2,85	3,86	3,83	5,43	6,74	5,11	3,19	6,05	6,55	7,65
110	2,99	3,84	3,93	5,28	6,84	5,16	3,24	6,33	6,52	7,70
111	2,91	3,80	3,78	4,93	7,07	5,23	3,04	5,99	6,31	7,45
112	2,87	3,64	3,76	4,80	6,80	5,08	3,07	6,09	6,11	7,15
113	2,60	3,09	2,76	3,96	5,55	3,89	2,31	4,94	4,90	5,92
114	3,06	3,44	3,20	4,04	6,13	4,42	2,49	5,07	5,51	6,26
115	2,96	3,98	3,66	4,49	6,73	4,96	2,96	5,76	5,83	6,74
116	3,09	4,06	3,87	4,74	7,09	5,41	2,92	6,02	6,20	6,61
117	3,36	4,10	3,99	4,62	6,85	5,32	3,02	6,07	5,71	6,79
118	3,59	4,08	3,57	4,62	6,96	5,07	3,50	5,34	6,31	6,95
119	3,35	3,94	3,54	4,36	6,49	4,81	2,61	5,24	5,57	6,44
120	3,40	3,88	3,50	4,53	6,86	4,93	2,97	5,24	6,19	6,76
121	3,13	3,46	3,10		6,42	4,63	2,48	4,71	5,72	
122	2,78	3,31	3,32	4,31	6,33	4,56	2,55	4,89	5,24	5,69
123	2,81	3,70	3,67	4,47	6,83	5,08	2,63	6,08	5,43	6,21
124	3,08	3,69	3,91	4,49	7,00	5,29	2,76	6,41	5,62	6,66
125	3,13	3,85	3,90	4,83	6,86	4,98	3,28	6,00	5,52	6,43
126	3,07	3,43	3,62	4,64	6,63	4,61	2,91	5,33	5,29	5,89
127	3,04	3,78	3,87	4,28	6,90	4,95	2,77	5,89	5,41	6,08
128	2,07	1,88	1,58	2,37	3,86	2,28	2,06	2,50	2,78	3,83
129	3,08	2,80	2,36	3,36	5,10	3,10	2,49	3,44	4,66	4,99
130	3,35	3,36	3,09	3,99	6,22	4,17	3,34	4,35	5,50	6,28
131	2,88	2,99	2,63	3,76	5,52	3,60	2,48	3,87	4,96	5,29
132	2,87	3,20	2,91	3,89	5,49	3,73	3,38	3,69	5,13	5,17
133	2,39	3,54	2,59	3,82	5,28	3,12	2,90	3,60	4,26	4,69
134	2,18	2,95	2,78	3,65	5,01	3,04	2,60	3,70	4,10	4,43
135	2,26	2,75	2,71	3,65	5,54	3,39	3,02	3,70	4,12	4,41
136	3,82	3,37	2,82	4,18	5,36	3,42	2,70	4,49	4,28	4,65
137	3,10	3,20	2,97	4,29	5,81	3,69	3,02	4,39	4,53	5,22
138	1,97	2,34	2,35	3,71	5,12	3,07	2,29	4,10	3,99	4,62
140	1,78	2,19	2,41	2,75	4,89	2,76	1,74	3,15	4,19	4,33

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração (L dia⁻¹) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	2	4	5	11	12	6	7	9	10	13
141	2,27	2,09	1,68	2,55	4,07	2,28	1,83	3,10	3,49	3,97
142	5,22	4,03	3,15	4,41	6,38	4,36	3,09	4,50	4,75	5,21
143	5,08	4,34	3,27	4,77	6,43	4,53	3,28	4,25	4,87	5,45
144	2,31	2,71	2,50	3,83	5,21	3,10	2,53	3,93	4,36	4,63
145	2,56	3,11	2,79	3,98	5,75	3,59	2,61	4,46	4,35	5,32
146	3,49	3,53	3,12	3,85	6,25	4,07	2,89	4,48	5,09	6,27
147	2,90	3,79	2,93	4,32	5,04	4,05	3,27	5,47	5,85	5,24
148	3,01	3,61	2,47	4,01	3,46	3,40	2,99	4,93	5,36	4,11
149	3,30	3,62	2,54	3,70	2,81	3,45	2,64	5,15	4,83	3,40
150	3,44	4,23	3,03	4,15	3,02	4,12	3,02	6,15	6,03	3,80
151	2,49	3,67	2,62	3,56	3,43	3,50	2,46	4,63	4,94	3,99
152	2,82	3,23	2,12	3,73	3,38	2,35	2,93	3,70	4,15	2,63
153	2,99	2,73	1,74	3,21	2,43	1,75	4,29	2,79	3,75	1,51
154	3,16	3,34	1,82	3,04	2,76	1,77	2,86	3,13	3,81	1,61
155	3,20	3,30	1,72	2,94	2,27	1,47	2,26	3,30	3,81	2,00
156	2,22	2,85	1,87	2,03	1,66	2,36	1,47	3,39	3,42	2,08
158	4,40	3,44	3,00	5,59	5,20	2,93	5,04	3,27	4,45	1,51
160	3,45	3,41	2,53	3,16	2,47	1,84	3,98	3,64	3,86	1,63
161	1,69	2,22	1,40	1,72	0,94	0,85	2,04	2,55	2,29	1,24
162	2,81	2,91	1,64	2,44	1,86	1,89	2,59	3,23	3,31	2,16
163	3,60	3,43	2,36	3,35	2,71	2,55	3,55	3,66	3,80	2,51
164	3,99	3,28	2,27	4,96	4,02	2,65	4,22	2,79	4,06	1,36
165	3,93	2,80	2,44	5,41	3,91	2,79	5,09	2,89	3,98	1,19
166	4,84	3,24	3,08	5,21	3,76	3,00	5,35	3,22	4,36	1,83
167	4,03	2,90	2,22	4,30	3,40	1,93	3,82	2,57	3,43	1,28
168	2,70	2,61	1,95	2,98	2,15	1,67	3,04	2,29	2,98	1,30
169	3,94	2,93	2,17	3,82	2,96	2,29	3,41	2,66	3,39	1,52
170	3,33	2,61	1,75	3,08	2,51	1,71	3,13	2,31	3,23	1,37
171	2,04	2,17	1,14	2,55	2,13	0,95	1,92	2,01	2,05	1,58
172	3,12	2,66	1,47	3,81	2,87	2,22	3,01	2,37	3,33	1,95
173	1,53	1,89	0,95	2,06	1,37	1,15	2,02	2,18	2,18	1,73
174	2,93	2,35	1,33	2,48	2,32	2,13	3,06	2,70	3,17	2,15
179	4,17	3,04	2,71	4,88	3,11	2,91	3,97	2,62	3,77	2,04
180	3,53	3,04	2,21	3,66	2,74	2,39	3,48	2,50	3,57	1,80
181	3,85	2,73	2,15	3,91	2,47	2,33	4,18	2,37	2,93	1,38
182	4,88	3,20	2,95	4,46	3,12	2,62	4,73	3,60	4,19	1,80

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(continuação)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	2	4	5	11	12	6	7	9	10	13
184	1,73	2,79	1,81	2,53	1,38	0,71	2,30	2,37	2,22	1,25
187	4,51	3,02	2,56	3,39	2,96	2,72	3,97	2,65	3,85	1,92
188	3,49	2,69	2,27	3,14	2,93	2,06	2,90	2,39	3,17	1,90
189	2,92	1,69	1,22	2,42	2,30	1,79	2,37	1,40	2,46	1,79
191	3,50	2,50	1,82	2,77	2,75	1,83	3,30	2,72	3,74	2,32
192	2,93	2,33	1,28	2,25	2,52	1,20	1,89	2,31	2,64	2,73
196	1,19	1,55	0,91	1,71	1,88	0,91	2,09	2,28	2,09	2,64
197	1,51	1,96	1,00	2,39	2,47	1,57		2,64	2,65	4,28
198	2,77	2,45	1,45	2,21	2,90	1,32		3,01	2,38	3,48
199	4,41	2,57	1,86	3,04	2,90	1,58		3,20	3,11	3,09
200	3,13	3,25	2,30	2,75	2,98	1,76		3,89	3,43	3,53
201	2,56	2,85	1,71	2,54	2,95	1,77		3,52	2,75	3,62
202	3,42	2,91	1,87	3,43	3,59	1,87		3,31	3,25	4,52
203	2,55	2,52	1,54	2,30	3,10	1,50		2,76	2,05	3,47
204	3,37	2,78	1,54	3,12	3,56	1,95		3,08	2,84	3,80
207	3,89	2,28	1,81	2,74	3,51	1,45		2,60	3,20	3,54
208	5,21	2,94	2,17	3,85	4,36	2,36		3,48	3,89	4,42
209	3,28	3,41	2,68	3,54	3,59	2,14		3,75	3,59	3,78
210	3,39	3,22	1,96	3,97	4,88	2,34		3,44	3,35	4,69
211	3,47	2,69	1,71	3,40	4,65	2,13		3,33	3,09	3,73
212	4,34	2,62	1,84	2,90	4,90	1,67		2,79	3,04	3,57
213	4,24	2,37	1,37	2,84	4,37			2,82	2,59	3,59
214	2,62	2,97	1,77	3,75	4,86	2,32	1,44	3,99	3,53	4,92
215	3,04	3,33	2,06	3,85	5,50	3,20	2,06	3,76	4,81	5,93
216	2,56	2,56	1,76	2,72	4,47	2,12	1,71	2,94	3,93	4,12
217	2,48	2,58	1,24	2,46	4,40	2,19	0,90	2,47	3,80	4,43
218	2,80	2,49	1,72	2,53	4,55	2,19	1,06	2,74	3,57	4,55
219	2,27	2,27	1,33	1,59	3,62	1,94	1,43	2,29	4,13	3,48
220	2,34	3,08	1,67	1,92	3,52			2,60	4,51	4,07
221	2,53	2,87	1,71	2,13	4,00	2,76	2,44	2,78	4,86	4,54
222	2,67	2,73	1,49	2,09	4,23	2,57	1,51	2,61	4,19	4,26
223	2,81	2,92	1,73	2,21	4,34	2,76	1,45	2,85	4,17	4,48
224	2,82	3,49	2,06	3,27	5,27	3,48	1,73	3,43	4,54	5,49
225	3,02	2,28	1,60	2,67	4,93	2,31	1,00	2,94	2,91	4,57
226	3,85	3,11	2,39	4,30	5,41	3,38	1,95	4,26	3,87	5,18
227	3,06	3,04	2,34	3,52	5,20	3,25	2,64	3,31	4,84	5,66

Dados de fluxo de seiva acumulado – transpiração ($L\text{ dia}^{-1}$) para plantas com 100% de área de solo molhado em solo franco-arenoso sob porta enxerto de limão ‘Cravo’ e citrumelo ‘Swingle’ para cada dia Juliano (J)

(conclusão)

J	Citrumelo ‘Swingle’					Limão ‘Cravo’				
	2	4	5	11	12	6	7	9	10	13
228	2,92	2,39	1,64	2,63	4,15	2,45	2,32	2,92	5,68	4,29
229	2,91	2,65	2,10	2,23	4,22	2,89	1,83	2,71	5,67	4,21
230	2,76	2,68	2,74	2,10	3,98	3,14	2,12	2,91	6,38	3,66
231	2,43	2,47	1,94	1,93	3,53	2,55	1,95	2,40	5,09	3,74
232	2,43	2,35	1,89	1,84	3,43	2,75	1,59	2,32	4,83	3,81
233	2,46	2,71	2,20	1,72	3,46	3,36	3,22	2,27	5,29	4,06
234	2,62	2,38	1,40	1,83	3,89	2,01	3,96	1,93	3,94	4,04
235	2,55	2,57	1,44	1,81	4,23	2,22	2,81	1,94	4,48	4,05
236	2,70	2,59	1,40	1,78	4,11	2,48	4,05	1,96	4,18	4,21
237	2,71	2,55	1,32	1,78	4,26	2,08	3,41	1,86	3,34	4,00
238	2,70	2,72	1,30	1,90	4,41	2,31	3,48	1,82	4,28	4,07
239	2,65	2,55	1,45	1,66	4,46	1,88	3,71	1,63	2,53	3,90
240	2,87	3,08	1,48	1,94	4,20	2,24	2,93	2,08	4,49	4,10
241	3,10	3,35	1,85	1,97	4,25	2,81	2,56	3,06	4,10	4,28
242	3,06	3,60	2,07	2,31	5,77	2,94	1,22	2,22	4,36	4,57
243	3,39	3,98	2,18	2,15	4,91	2,75	1,15	2,98	4,34	4,85
244	3,72	4,71	3,11	2,61	5,51	2,92	1,20	3,09	4,05	4,91
245	3,13	4,08	2,36	2,01	4,85	2,56	1,43	2,63	4,40	4,57
247	3,17	3,94	2,58	2,08	5,19	2,43	2,03	4,25	4,01	4,15
248	4,12	5,05	4,12	4,27	5,45	3,68	2,44	4,32	6,28	5,07
249	3,86	4,78	3,60	3,53	5,73	3,35	2,00	3,86	5,90	5,65
250	0,51	1,12	0,65	1,03	1,49	0,81	0,84	0,82	1,47	1,58
251	3,72	5,27	3,59	3,49	5,76	3,20	1,81	4,01	6,25	5,73
252	3,75	4,99	3,18	3,13	5,83	3,21	1,67	4,47	6,08	5,78
253	4,00	4,94	3,29	2,91	5,71	3,06	1,10	4,56	6,12	5,34
254	3,85	4,98	3,10	2,97	5,69	4,54	2,57	4,55	6,65	5,88
255	4,21	4,95	4,17	3,15	5,80	2,91	2,43	4,09	6,50	4,74
256	3,97	4,58	4,00	2,58	5,50	2,46	1,42	4,55	5,46	5,26
257	4,33	5,32	4,67	3,43	5,79	3,39	1,34	4,94	6,19	4,34
258	3,42	5,12	3,90	2,94	5,45	3,17	1,44	3,68	5,55	5,25
260	3,56	4,18	4,09	2,75	4,59	2,87	2,27	5,41	3,70	4,53