

BALANÇO DE ÁGUA EM SOLO CULTIVADO SOB POMAR ADENSADO DE LARANJA 'PÊRA' ENXERTADA EM DIFERENTES PORTA-ENXERTOS¹

KARLA SILVA SANTOS ALVARES DE ALMEIDA²; VITAL PEDRO DA SILVA PAZ³; LUCIANO DA SILVA SOUZA³; MAURÍCIO ANTÔNIO COELHO FILHO⁴ E EDUARDO HOLZAPFEL HOCES⁵

¹ Trabalho oriundo da Tese de Doutorado da primeira autora, intitulada: *Balanço de água no solo em pomar de Laranjeira 'Pêra' com e sem adensamento de plantio sob diferentes porta-enxertos.*

² Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: karlasilvasantos@yahoo.com.br

³ Professor do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: vitalpaz@ufrb.edu.br; lsouza@ufrb.edu.br

⁴ Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: mauricio-antonio.coelho@embrapa.br

⁵ Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería, Concepción, CL, Chile. E-mail: eholzapf@udec.cl

1 RESUMO

Os pomares cítricos estão implantados principalmente na faixa litorânea do Estado da Bahia, e os solos dessa região são representados pelos Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos, ambos Distrocócos. Porta-enxertos que induzam à copa eficiência de produção equivalente ou superior e que apresentem menor volume de copa podem ser tão ou mais considerados que aqueles com maior volume de copa e com maior produção de frutos por planta. Objetivou-se caracterizar o balanço de água no solo e fazer uma avaliação das interações copa/porta-enxertos. O trabalho foi conduzido na Agropecuária Gavião em Inhambupe-BA, numa quadra experimental constituída por laranja 'Pêra' enxertada em sete diferentes porta-enxertos: híbridos TSKC x (LCR x TR) – 059, LVK x LCR – 038, TSKC x CTSW – 041; limão 'Cravo Santa Cruz'; tangerina 'Sunki Tropical'; Citrandarin Riverside e Trifoliata Flying Dragon. Foram avaliados dois experimentos com plantas maiores (medindo aproximadamente 2,5 m de altura) e espaçamento convencional (6,5 m x 3,0 m). Conclui-se que, durante um ano de avaliação, foi observada a variação da evapotranspiração real (ET) da cultura da laranja de 1.270 mm a 1.306 mm, em função dos porta-enxertos utilizados nesta pesquisa. Para os períodos de menor e maior disponibilidade de água respectivamente, a variação dos valores diários foram de 0,95 a 8,63 mm. Não existe diferença significativa em relação aos dados de ET para os diferentes porta-enxertos em plantio adensado, quando comparados aos dados de ET no plantio convencional.

Palavras-chave: balanço hídrico, citros, plantas ananizantes

ALMEIDA, K. S. S. A.; PAZ, V. P. S.; SOUZA, L. S.; COELHO FILHO, M. A. E
HOCES, E. H.

SOIL WATER BALANCE UNDER DENSE ORANGE 'PEAR' ORCHARD GRAFTED
ONTO DIFFERENT ROOTSTOCKS

2 ABSTRACT

Citrus orchards are mainly located in the coastal strip of Bahia State, where soils are represented by yellow Oxisols and Ultisols. Rootstocks that induce to the crown equivalent or higher production efficiency and that have lower crown volume may be as or more considered than those with higher crown volume and with higher fruit yield per plant. The objective was to characterize the water balance in the soil and evaluate the canopy-rootstock interactions. The work was carried out at Agropecuária Gavião in Inhambupe-BA, in an experimental area with sweet orange grafted onto seven different rootstocks: hybrids TSKC x (LCR x TR) -059, LVK x LCR-038, TSKC x CTSW-041; lemon 'Cravo Santa Cruz' (rangpur lime – citrus limonia Osbeck; 'Sunki Tropical' tangerine; Citrandarin Riverside; and Trifoliata Flying Dragon. Two experiments with larger plants (measuring approximately 2.5 m high) and conventional spacing (6.5 m x 3.0 m) were evaluated. It is concluded that during the one-year evaluation, the variation of the actual evapotranspiration (ET) of the orange crop from 1,270 mm up to 1,306 mm was observed, due to the rootstocks used in this research. For the periods of lowest and highest availability of water respectively, daily values varied from 0.95 to 8.63 mm. There is no significant difference in relation to ET data for the different rootstocks in dense plantation, when compared to ET data in conventional plantation.

Keywords: water balance, citrus, plants dwarfing

3 INTRODUÇÃO

Os citros tem origem nas regiões subtropicais e tropicais do sul e sudeste da Ásia, incluindo áreas da Austrália e África, e atualmente são cultivadas mundialmente, em diversos tipos de solos e climas.

No Brasil, existe uma variedade grande de cultivares e clones dentre as espécies cítricas: laranjas, tangerinas, limões, limas e pomelos, considerados de maior importância comercial (BASTOS et al., 2014).

Para o sucesso do pomar cítrico, um fator decisivo dentro da cadeia produtiva é a utilização de mudas de qualidade. A importância da muda está relacionada à produtividade e longevidade do pomar, sendo que o potencial máximo de produção ocorre entre o sexto e oitavo ano após o plantio da muda.

Os chamados porta-enxertos ananizantes induzem a planta a menor porte, o que possibilita maior eficiência produtiva pelo aumento na densidade do plantio e, conseqüentemente, maior

produção por unidade de área (BASTOS et al., 2014).

A citricultura deste milênio deverá ser formada por plantas nanicas com alta eficiência produtiva e que, quando plantadas em elevadas densidades, permitirão a obtenção de uma maior produtividade (POMPEU JUNIOR, 2001).

Por ser considerada a variedade de citros de maior importância na citricultura nacional, a laranja 'Pêra', está na preferência de produtores e consumidores, pois possui atributos e vantagens de qualidade por ser uma variedade doce e levemente ácida, predominando seu cultivo em todos os Estados brasileiros e sendo o citros mais cultivado no país (SALIBE; TEÓFILO SOBRINHO; MÜLLER, 2002).

As variações de armazenagem e déficit hídrico da planta dependem de um conjunto de fatores que afetam a absorção e a transpiração. Ainda segundo Mattos Júnior et al. (2005), as plantas cítricas passam por períodos de estresse que paralisam ou diminuem seu crescimento, além do que a sua necessidade hídrica

varia com a espécie, sistema de plantio, estágio de desenvolvimento, idade e condições climáticas, que afetam as características de absorção e o transporte de água na planta, movimento dos estômatos e transpiração.

A planta cítrica comercial é formada pelo enxerto ou copa e pelo porta-enxerto, agregando os benefícios de cada uma dessas partes e da sua interação. As propriedades hortícolas e também as fitopatológicas nas árvores e frutos cítricos, são influenciadas pelos porta-enxertos, podendo refletir na capacidade do pomar em relação ao destino da produção (SCHÄFER; BASTIANEL; DORNELLES, 2001).

Os efeitos do porta-enxerto sobre o tamanho da árvore, precocidade, produção e maturação dos frutos são causados por complexas interações entre a copa e as raízes, que variam para cada tipo de combinação genética. Os porta-enxertos afetam diretamente a capacidade das plantas de absorver água e nutrientes (CANTUARIAS AVILÉS, 2009).

No decorrer do desenvolvimento de uma cultura, informações detalhadas da dinâmica da água fornecem dados fundamentais ao estabelecimento ou aperfeiçoamento de práticas de manejo agrícola que tendem a aprimorar a produção (RAMOS et al., 2013). A água é um fator de produção agrícola que influencia em todos os processos fisiológicos, sem a qual as plantas não conseguem expressar o seu potencial genético.

O monitoramento e avaliação por longo tempo é muito importante, possibilitando englobar a variabilidade temporal das condições climáticas que influenciam fortemente os processos do balanço de água no solo e os processos fisiológicos das plantas.

O balanço de água no solo é importante para os estudos de dinâmica de absorção da água pelas culturas agrícolas. Para o monitoramento do comportamento

da água em um dado volume de solo é necessário que se observe a diferença entre as entradas e as saídas de água e a variação da sua armazenagem nesse volume de solo, computadas durante um dado intervalo de tempo, sendo denominado de balanço hídrico no solo. As entradas, as saídas e a variação da armazenagem são também nomeadas de componentes do balanço hídrico no solo (REICHARDT; TIM, 2004).

As novas tecnologias utilizadas em pomares de citros vêm proporcionando bons resultados, particularmente a elevação da produtividade dos pomares (DONADIO, 2011), melhoria da qualidade dos frutos (DUENHAS et al., 2002) e a possibilidade de produção precoce e fora de época (GARCÍA-TEJERO et al., 2010), antes que seja necessária a reforma da área, ação hoje considerada precoce em relação às décadas passadas.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar porta-enxertos ananizantes de citros enxertados em laranja 'Pêra' quanto ao balanço de água no solo, em pomar adensado. Esse conhecimento é importante para a utilização desses porta-enxertos ananizantes potenciais para diversificação desses materiais na citricultura e para o adensamento de plantas, com vistas à adequação dos manejos do solo e da cultura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Gavião (coordenadas geográficas: 11°55'00" de latitude Sul e 38°15'01" de longitude Oeste, altitude de 182 m), Município de Inhambupe, BA.

A copa utilizada no experimento com plantas ananizantes foi a laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) em combinações com os porta-enxertos: híbridos TSKC x (LCR x TR) – 059, LVK x LCR – 038, TSKC x CTSW – 041; limão

‘Cravo Santa Cruz’; tangerina ‘Sunki Tropical’; Citrandarin Riverside e Trifoliata Flying Dragon. O experimento foi implantado em agosto de 2012, no delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições e espaçamento de 4,0 m x 1,5 m entre plantas.

Nos experimentos convencionais, localizados em frente e ao lado da área com porta-enxertos ananicas, a copa utilizada foi a laranja ‘Pêra’ enxertada em limão ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), e foi implantado em agosto de 2011 no espaçamento de 6,5 m x 3,0 m entre plantas.

As avaliações da caracterização do solo e da implantação das sondas TDR para medição da umidade do solo tiveram início no mês de setembro de 2014 e finalizaram em março de 2016.

Para identificação da classe de solo da área experimental e sua caracterização física foi aberto um perfil ao lado do experimento, no qual foram coletadas amostras por horizonte. A amostragem de solo com estrutura indeformada foi realizada em cilindros metálicos com 0,81 cm de altura e 0,70 cm de diâmetro, para a determinação da densidade do solo.

$$\Delta h = P + I \pm D - ET \pm R \quad (1)$$

Em que: Δh corresponde à variação de armazenagem de água no perfil do solo durante o período considerado; P é a precipitação pluvial; I é a irrigação; D é a drenagem interna ou a ascensão capilar e; ET é a evapotranspiração e R é o deflúvio superficial e subsuperficial.

Todos os termos da equação podem ser medidos, com exceção da evapotranspiração, que pode ser obtida indiretamente por métodos climatológicos

$$ET = P + I \pm D \pm R - \Delta h \quad (2)$$

O parâmetro D não foi mensurado devido à inexistência da função condutividade hidráulica x umidade para o solo da área experimental, de modo a possibilitar a estimativa da densidade de

Também foram coletadas amostras deformadas, por horizonte para obtenção da densidade e distribuição do tamanho das partículas do solo, além de realizada a curva de calibração do solo para as sondas TDR. A microporosidade foi determinada pelo método da mesa de tensão (OLIVEIRA, 1968), sendo representada pela umidade volumétrica na amostra após ser submetida à tensão de 60 cm de coluna de água. A macroporosidade foi obtida pela diferença entre a porosidade total (PT) e a microporosidade.

A umidade do solo foi medida semanalmente utilizando-se sondas TDR, as quais foram instaladas a uma distância de 0,75 m entre uma planta e outra. As profundidades de instalação das sondas foram: 0,15; 0,30; 0,50; 0,70; 1,00 e 1,20 m.

O balanço hídrico no solo foi estimado com base no princípio da conservação das massas, o qual pode ser representado pela relação matemática entre as entradas e saídas de água em determinado volume de solo, podendo ser descrito pela equação proposta por Libardi (2012):

ou por diferença, explicitando-a na equação anterior, a qual passará a ser representada por:

fluxo de água no limite inferior do volume de controle de solo. Por questões operacionais não foi possível obter tal função localmente.

Os parâmetros I (irrigação) e R (deflúvio superficial e subsuperficial), que normalmente fazem parte da equação do balanço hídrico do solo, não foram considerados neste trabalho em virtude de o experimento ter sido realizado sob

$$ET = \Delta h - P \quad (3)$$

O balanço foi realizado em um volume de solo na profundidade $0 < z < L$ durante o intervalo de tempo $t_1 - t_0$. A profundidade z considerada foi de 1,20 m. O componente variação de armazenagem foi determinado utilizando-se os dados de

$$h_{(120)} = (\theta_{15} \times 17) + ((\theta_{30} + \theta_{50}) \div 2 \times 33) + (\theta_{70} \times 30) + ((\theta_{100} + \theta_{120}) \div 2 \times 40) \quad (4)$$

Em que: $h(120)$ é a armazenagem na profundidade expressa em centímetros (cm); e θ é a umidade volumétrica, com seu subíndice sendo a profundidade (cm) medida.

A variação de armazenagem na profundidade de 0-1,20 m (Δh_{120}) foi calculada pela diferença entre os valores de armazenagem obtidos no perfil no

$$\Delta h_{(120)} = h_{(f)} - h_{(i)} \quad (5)$$

Em que: $\Delta h(120)$ é a variação de armazenagem na profundidade de 0-1,20 m; h_f é a armazenagem obtida no momento atual; e h_i a armazenagem obtida na semana anterior.

Os intervalos de tempo segmentados do período total de um ano e seis meses de acompanhamento, para todos os porta-enxertos, foram: 1) 17/09/2014 a 22/12/2014 = 96 dias; 2) 23/12/2014 a 25/03/2015 = 92 dias; 3) 26/03/2015 a 17/06/2015 = 83 dias; 4) 18/06/2015 a 27/08/2015 = 70 dias; 5) 28/08/2015 a 28/12/2015 = 122 dias e 6) 29/12/2015 a 23/03/2016 = 85 dias. Os intervalos foram estabelecidos considerando a precipitação pluvial mensal registrada na área, sendo que o 3 e o 4 correspondem a períodos de maiores precipitações e os demais

condições de sequeiro e em solo com declive praticamente plano, onde o deflúvio foi considerado nulo.

Assim, a evapotranspiração foi calculada a partir da equação 2, como representado a seguir:

umidade obtidos pelas leituras semanais com a TDR até a profundidade de 1,20 m. Como as sondas foram instaladas em diferentes profundidades, a armazenagem foi calculada para a profundidade de 1,20 m, por meio da seguinte equação:

momento atual e na semana anterior para cada período considerado, podendo ser expressa pela equação:

intervalos correspondem a períodos de menores precipitações.

Os dados de precipitação foram medidos por meio de estação meteorológica instalada na área do experimento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias obtidas com as variáveis armazenagem de água no solo e evapotranspiração. A análise estatística foi realizada por meio do software SAS 9.0 (SAS INSTITUTE, 2004).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de areia muito grossa e areia grossa são baixos e praticamente não

sofrem alteração ao longo do perfil. Houve, portanto, predomínio de areia fina e muito fina na fração areia total, com valores intermediários para a areia média (Tabela 1).

Tabela 1. Análise granulométrica do solo da área de estudo.

Horiz.	Prof. (m)	Frações de areia						Silte	Argila	Classificação textural
		AMG	AG	AM	AF	AMF	AT			
		g kg⁻¹								
A	0-0,17	13	38	153	336	125	665	68	267	Franco-argiloarenosa
AB	0,17-0,50	7	35	107	230	142	521	66	413	Argilo-arenosa
Bt1	0,50-0,80	7	30	86	211	156	490	71	439	Argilo-arenosa
Bt2	0,80-1,20	10	32	84	181	139	446	85	469	Argilosa

* AMG - Areia muito grossa (2 a 1 mm); AG - Areia grossa (1 a 0,5 mm); AM - Areia média (0,5 a 0,25 mm); AF - Areia fina (0,25 a 0,1); AMF - Areia muito fina (0,1 a 0,05); AT - Areia total.

A porosidade total, sendo um atributo bastante influenciado pelo uso e manejo do solo, se enquadrou na faixa mais observada na maioria dos diferentes tipos de solos (Tabela 2), a qual deve variar entre 0,30 e 0,70 m³ m⁻³ (FERREIRA, 2010).

A macroporosidade apresentada pelo solo nos horizontes A e AB foi mais baixa, enquanto que nos horizontes mais profundos os valores foram acima de 0,20 m³ m⁻³; os valores de microporosidade

foram maiores que 0,20 m³ m⁻³ em todos os horizontes, ocorrendo assim predominância de microporos sobre macroporos. Souza et al. (2008), em estudo da distribuição do sistema radicular de citros em topossequência de solos do Tabuleiro Costeiro em Sapeaçu-BA, também encontraram predominância de microporos sobre macroporos em Argissolo Amarelo coeso, com a maioria dos valores de macroporos inferior a 0,10 m³ m⁻³.

Tabela 2. Atributos físicos do solo da área de estudo.

Horiz.	Prof. (m)	D _s kg dm ⁻³	Porosidade		
			Total	Mp	mp
			m³ m⁻³		
A	0-0,17	1,51	0,334	0,1000	0,2336
AB	0,17-0,50	1,42	0,410	0,1381	0,2721
Bt1	0,50-0,80	1,25	0,489	0,2107	0,2781
Bt2	0,80-1,20	1,12	0,550	0,2575	0,2927

* Mp - macroporos; mp - microporos.

O balanço de água no solo foi realizado em seis períodos, com intervalo variável de tempo, tendo o primeiro período duração de 96 dias e os demais 92,

83, 70, 122 e 85 dias (Tabela 3). Esta subdivisão teve como objetivo caracterizar períodos mais chuvosos e períodos mais

secos, que são considerados importantes para a fenologia das plantas cítricas.

As Tabelas de 3 a 11 apresentam os resultados do balanço hídrico no solo para a camada de 0 a 1,20 m, para cada porta-

enxerto e em 6 períodos ao longo de 18 meses de monitoramento da umidade do solo (setembro de 2014 a março de 2016), separados com base na precipitação pluvial.

Tabela 3. Balanço hídrico no solo para o porta-enxerto TSKC x (LCR x TR) - 059 (camada de solo: 0 a 1,20 m).

Períodos		N.º de dias	P	Var.	ET	ET
				armaz.		(diária)
				(mm)		(mm dia ⁻¹)
17/09/2014	22/12/2014	96	157,20	-54,19	-211,39	-2,20
23/12/2014	25/03/2015	92	141,81	8,15	-133,66	-1,45
26/03/2015	17/06/2015	83	784,11	68,22	-715,89	-8,63
18/06/2015	27/08/2015	70	363,98	-17,53	-381,51	-5,45
28/08/2015	28/12/2015	122	53,59	-65,16	-118,76	-0,97
29/12/2015	23/03/2016	85	360,18	-0,09	-360,27	-4,24
Total		548	1.860,88	-60,60	1.921,48	

Tabela 4. Balanço hídrico no solo para o porta-enxerto LVK x LCR - 038 (camada de solo: 0 a 1,20 m).

Períodos		N.º de dias	P	Var.	ET	ET
				armaz.		(diária)
				(mm)		(mm dia ⁻¹)
17/09/2014	22/12/2014	96	157,20	-39,02	-196,22	-2,04
23/12/2014	25/03/2015	92	141,81	-26,33	-168,14	-1,83
26/03/2015	17/06/2015	83	784,11	80,36	-703,75	-8,48
18/06/2015	27/08/2015	70	363,98	-17,85	-381,83	-5,45
28/08/2015	28/12/2015	122	53,59	-68,99	-122,59	-1,00
29/12/2015	23/03/2016	85	360,18	-1,14	-361,31	-4,25
Total		548	1.860,88	-72,97	-1.933,84	

Tabela 5. Balanço hídrico no solo para o porta-enxerto TSKC x CTSW - 041 (camada de solo: 0 a 1,20 m).

Períodos		N.º de dias	P	Var.	ET	ET
				armaz.		(diária)
				(mm)		(mm dia ⁻¹)
17/09/2014	22/12/2014	96	157,20	-51,88	-209,08	-2,18
23/12/2014	25/03/2015	92	141,81	-9,51	-151,32	-1,64
26/03/2015	17/06/2015	83	784,11	79,75	-704,37	-8,49
18/06/2015	27/08/2015	70	363,98	-16,85	-380,84	-5,44
28/08/2015	28/12/2015	122	53,59	-70,90	-124,50	-1,02
29/12/2015	23/03/2016	85	360,18	-1,68	-361,86	-4,26
Total		548	1.860,88	-71,08	-1.931,96	

Tabela 6. Balanço hídrico no solo para o porta-enxerto Limão ‘Cravo Santa Cruz’ (camada de solo: 0 a 1,20 m).

Períodos		N.º de dias	P	Var. armazen.	ET	ET (diária)
				(mm)		(mm dia ⁻¹)
17/09/2014	22/12/2014	96	157,20	-44,95	-202,15	-2,11
23/12/2014	25/03/2015	92	141,81	3,45	-138,36	-1,50
26/03/2015	17/06/2015	83	784,11	68,99	-715,13	-8,62
18/06/2015	27/08/2015	70	363,98	-9,82	-373,81	-5,34
28/08/2015	28/12/2015	122	53,59	-63,53	-117,13	-0,96
29/12/2015	23/03/2016	85	360,18	-0,81	-360,99	-4,25
Total		548	1.860,88	-46,69	-1.907,57	

Tabela 7. Balanço hídrico no solo para o porta-enxerto Tangerina ‘Sunki Tropical’ (camada de solo: 0 a 1,20 m).

Períodos		N.º de dias	P	Var. armazen.	ET	ET (diária)
				(mm)		(mm dia ⁻¹)
17/09/2014	22/12/2014	96	157,20	-40,93	-198,13	-2,06
23/12/2014	25/03/2015	92	141,81	-9,10	-150,91	-1,64
26/03/2015	17/06/2015	83	784,11	79,25	-704,86	-8,49
18/06/2015	27/08/2015	70	363,98	-21,39	-385,37	-5,51
28/08/2015	28/12/2015	122	53,59	-62,05	-115,65	-0,95
29/12/2015	23/03/2016	85	360,18	0,72	-359,46	-4,23
Total		548	1.860,88	-53,50	-1.914,38	

Tabela 8. Balanço hídrico no solo para o porta-enxerto Citrandarin Riverside (camada de solo: 0 a 1,20 m).

Períodos		N.º de dias	P	Var. armazen.	ET	ET (diária)
				(mm)		(mm dia ⁻¹)
17/09/2014	22/12/2014	96	157,20	-61,24	-218,44	-2,28
23/12/2014	25/03/2015	92	141,81	1,97	-139,84	-1,52
26/03/2015	17/06/2015	83	784,11	70,40	-713,71	-8,60
18/06/2015	27/08/2015	70	363,98	-7,49	-371,48	-5,31
28/08/2015	28/12/2015	122	53,59	-72,47	-126,07	-1,03
29/12/2015	23/03/2016	85	360,18	0,72	-359,46	-4,23
Total		548	1.860,88	-68,12	-1.928,99	

Tabela 9. Balanço hídrico no solo para o porta-enxerto Trifoliata Flying Dragon (camada de solo: 0 a 1,20 m).

Períodos		N.º de dias	P	Var.	ET	ET
				armaz.		(diária)
				(mm)		(mm dia ⁻¹)
08/10/2014	22/12/2014	75	123,20	-21,35	-144,55	-1,93
23/12/2014	25/03/2015	92	141,81	-19,82	-161,63	-1,76
26/03/2015	17/06/2015	83	784,11	73,53	-710,58	-8,56
18/06/2015	27/08/2015	70	363,98	-6,50	-370,48	-5,29
28/08/2015	28/12/2015	122	53,59	-87,12	-140,72	-1,15
29/12/2015	23/03/2016	85	360,18	1,70	-358,48	-4,22
Total		527	1.826,88	-59,56	-1.886,44	

Tabela 10. Balanço hídrico no solo para o experimento convencional localizado ao lado da área com porta-enxertos ananícantes (camada de solo: 0 a 1,20 m).

Períodos		N.º de dias	P	Var.	ET	ET
				armaz.		(diária)
				(mm)		(mm dia ⁻¹)
17/09/2014	22/12/2014	96	157,20	-51,03	-208,23	-2,17
23/12/2014	25/03/2015	92	141,81	-4,94	-146,75	-1,60
26/03/2015	17/06/2015	83	784,11	81,33	-702,78	-8,47
18/06/2015	27/08/2015	70	363,98	-18,13	-382,11	-5,46
28/08/2015	28/12/2015	122	53,59	-63,43	-117,02	-0,96
29/12/2015	23/03/2016	85	360,18	-1,17	-361,35	-4,25
Total		548	1.860,88	-57,37	-1.918,24	

Tabela 11. Balanço hídrico no solo para o experimento convencional localizado em frente da área com porta-enxertos ananícantes (camada de solo: 0 a 1,20 m).

Períodos		N.º de dias	P	Var.	ET	ET
				armaz.		(diária)
				(mm)		(mm dia ⁻¹)
17/09/2014	22/12/2014	96	157,20	-50,63	-207,83	-2,16
23/12/2014	25/03/2015	92	141,81	0,57	-141,24	-1,54
26/03/2015	17/06/2015	83	784,11	71,83	-712,28	-8,58
18/06/2015	27/08/2015	70	363,98	-12,33	-376,32	-5,38
28/08/2015	28/12/2015	122	53,59	-66,92	-120,51	-0,90
29/12/2015	23/03/2016	85	360,18	-5,80	-365,97	-4,31
Total		548	1.860,88	-63,27	-1.924,15	

Convertendo os valores totais para o período de um ano (12 meses), os seguintes valores de ET anual foram obtidos: 1.280, 1.288, 1.287, 1.270, 1.275, 1.285, 1.306, 1.278 e 1.281 mm, para os

respectivos porta-enxertos: TSKC x (LCR x TR) – 059, LVK x LCR – 038, TSKC x CTSW – 041, limão ‘Cravo Santa Cruz’, tangerina ‘Sunki Tropical’, citrandarin Riverside, trifoliata Flying Dragon, e para

os experimentos convencionais localizados ao lado e em frente, cuja copa utilizada foi laranja 'Pêra' enxertada em limão 'Cravo'.

Castel e Buj (1990) relataram que a evapotranspiração anual de laranjeiras 'Salustiana' irrigadas por gotejamento, na Espanha, foi de 840 mm ano⁻¹. No Brasil, no estado da Sergipe, Cintra, Libardi e Saad (2000), em um estudo comparando diferentes porta-enxertos, encontraram valores anuais de evapotranspiração de 757 a 945 mm. Ainda no Brasil, no estado de São Paulo, Cruz (2003) observou um valor de evapotranspiração anual de 1.271 mm para a cultivar Valência (*Citrus sinensis* L. Osbeck), em Latossolo Vermelho-Amarelo.

Dentre as diversas regiões citrícolas no mundo, as precipitações anuais são sazonais e estão entre 1.000 a 2.000 mm, e apresentam geralmente uma estação seca, e os extremos de evapotranspiração estão entre 600 a 1.300 mm anuais (ORTOLANI, PEDRO JÚNIOR E ALFONSI, 1991). Estudo realizado por Moreti et al. (2007) mostrou que a evapotranspiração anual para a cultura do citros foi de 1.341 mm.

A faixa de evapotranspiração anual encontrada está dentro dos valores de ET citados por Ortolani, Pedro Júnior e Alfonsi (1991) e Cruz (2003). Rogers, Allen e Calvert (1983) também encontraram valores de ET semelhantes aos desse trabalho, para as condições da Flórida, em solo de textura média. Hoffman, Oster e Alves (1982), no Arizona, local de clima semiárido, encontraram valores de ET superiores aos encontrados neste trabalho, da ordem de 1470 mm anual. Ainda na Tabela 3 é possível observar que os valores médios de ET são similares para todos os porta-enxertos, porém bem distintos para os diferentes períodos, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

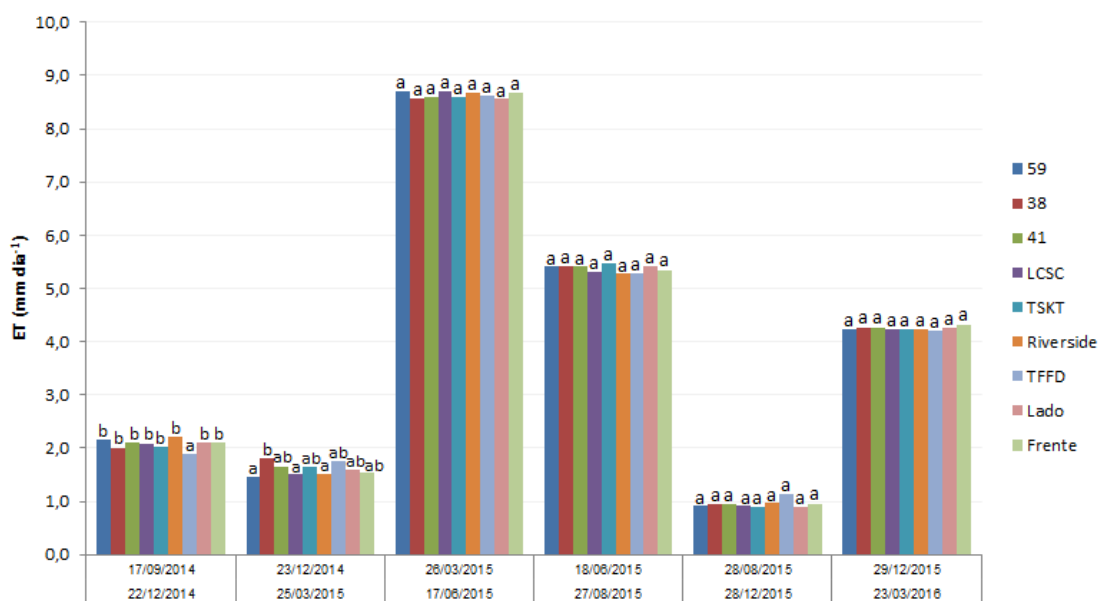
Mechlia e Carroll (1989) estimaram, por modelagem, o intervalo de

evapotranspiração entre 4 e 8 mm dia⁻¹ como limitante à produção de citros. Nas Tabelas de 3 a 11 verifica-se que os valores máximos de evapotranspiração diária nos períodos de maior demanda hídrica são observados em todos os porta-enxertos, e estão acima dos limites estabelecidos por esses autores. É importante salientar que as comparações feitas com base na evapotranspiração diária são mais representativas, pois eliminam o efeito proveniente do intervalo variável de tempo entre os períodos em que foi realizado o balanço.

Segundo Cintra (1997), as informações existentes para as regiões produtoras de citros no Nordeste indicam que o período de maior demanda hídrica está entre os meses de agosto a novembro, momento em que as plantas iniciam a emissão dos botões florais, a frutificação e o desenvolvimento dos frutos. À semelhança do que ocorre com as culturas agrícolas, em geral, a necessidade de água dos citros varia conforme o estágio fenológico das plantas. Na brotação, na emissão de botões florais, frutificação e início de desenvolvimento dos frutos há uma maior demanda de água pelas plantas, que se tornam muito mais sensíveis ao déficit hídrico nesse período, sendo que o aumento no tamanho dos frutos está altamente relacionado à absorção de água. Na fase de maturação, colheita e semi-dormência, a demanda hídrica é menor.

A Figura 1 mostra que, independentemente do porta-enxerto, as maiores taxas de evapotranspiração ocorreram entre 26/03 e 27/08, onde foram registradas as maiores precipitações e, durante o período de 29/12 a 23/03 onde ocorreu alta e atípica precipitação. Em estudo do balanço hídrico no município de Umbaúba-SE, realizado por Cintra (1997) foi verificado que as maiores taxas de evapotranspiração ocorreram no período de 26/03 e 15/05.

Figura 1. Evapotranspiração diária, por porta-enxerto, para cada período do balanço hídrico, e para os experimentos convencionais. 59 = TSKC x (LCR x TR); 38 = LVK x LCR; 41= TSKC x CTSW; LCSC = limão ‘Cravo Santa Cruz’; TSKT = tangerina ‘Sunki Tropical’; Riverside = Citrandarin Riverside; TFFD = Trifoliata Flying Dragon; Lado e frente = experimentos localizados ao lado e em frente à área com plantas ananicas, com plantas adultas e espaçamento convencional. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).



Nas condições deste estudo, esses resultados demonstram que a demanda hídrica entre os períodos citados não é tão diferente nem tão extensa como normalmente referido para as regiões subtropicais, ou como observado em outras regiões produtoras de citros no Nordeste (CINTRA, 1997).

A armazenagem de água no solo refletiu as variações da precipitação pluviométrica ao longo do período monitorado. Durante o período chuvoso, as médias de evapotranspiração foram maiores, mostrando que o suprimento das chuvas foi grande, mantendo o solo úmido e, portanto, com maior disponibilidade de água durante este período.

Com base na Figura 1 é possível ainda observar que os períodos considerados como de alta demanda hídrica são seguidos por períodos de baixa

evapotranspiração (entre 17/09/14 a 25/03/15 e 28/08/15 a 28/12/15), os quais coincidem com os meses mais secos do ano onde a atividade da planta é muito alta, podendo acarretar uma queda na produtividade.

6 CONCLUSÕES

Na região onde foi realizado o estudo, a produção de citros é em sua maioria conduzida em condições de sequeiro e representa uma de suas mais importantes atividades agrícolas.

A evapotranspiração real (ET) da cultura da laranja, durante o período de um ano, variou de 1.270 mm a 1.306 mm em função dos diferentes porta-enxertos avaliados (híbridos TSKC x (LCR x TR) – 059, LVK x LCR – 038, TSKC x CTSW –

041; limão ‘Cravo Santa Cruz’; tangerina ‘Sunki Tropical’; Citrandarin Riverside; e Trifoliata Flying Dragon), e os valores diários variaram de 0,95 a 8,63 mm para os períodos de menor e maior necessidade de água.

Não se verificou diferença significativa para a evapotranspiração nos

diferentes porta-enxertos, seja em espaçamento adensado ou convencional, indicando que o uso da técnica de adensamento de plantio e porta-enxertos ananizantes e semi-ananizantes é vantajosa, à medida que se tem um aumento na densidade de plantio.

7 REFERÊNCIAS

BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F. de; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. **Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 36-45, 2014.

CANTUARIAS AVILÉS, T. E. **Avaliação horticultural da laranjeira ‘Folha Murcha’, tangerineira ‘Satsuma’ e limeira ácida ‘Tahiti’ sobre doze porta-enxertos**. 2009. 129f. Tese. (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, São Paulo.

CASTEL, J. R.; BUJ, A. Response of Salustiana oranges to high frequency deficit irrigation. **Irrigation Science**, v. 11, p. 121-127, 1990.

CINTRA, F. L. D. **Disponibilidade de água no solo para porta-enxerto de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro**. 1997. 90f. Tese. (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, São Paulo.

CINTRA, F. L. D.; LIBARDI, P. L.; SAAD, A. M. Balanço hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4. N. 1, p.23-28, 2000.

CRUZ, A. C. R. **Consumo de água por cultura de citros cultivada em Latossolo Vermelho Amarelo**. 2003. 92f. Tese. (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, São Paulo.

DONADIO, L. C. Simpósio Internacional de Fruticultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p.0-0, 2011.

DUENHAS, L. H.; VILLAS BÔAS, R. L.; SOUZA, C. M. P.; RAGOZO, C. R. A.; BULL, L. T. Fertirrigação com diferentes doses de NPK e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos de laranja (*Citrus sinensis* O.) ‘Valência’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.214-218, 2002.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: LIER, Q. de J. V. (Ed.). **Física do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 1-27.

- GARCÍA-TEJERO, I.; JIMÉNEZ-BOCANEGRA, J. A.; MARTÍNEZ, G.; ROMERO, R.; DURÁN-ZUAZO, V. H.; MURIEL-FERNÁNDEZ, J. J. Positive impact of regulated deficit irrigation on yield and fruit quality in a commercial citrus orchard (*Citrus sinensis* (L) Osberck, cv Salustiano). **Agricultural Water Management**, v.97, p.614-622, 2010.
- HOFFMAN, G. J.; OSTER, J. D.; ALVES, W. J. Evapotranspiration of mature orange trees under drip irrigation in an arid climate. **Transactions of the ASAE**, v.25, p.992-996, 1982.
- MATTOS JÚNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. Citros C498. Campinas: Instituto Agrônômico e FUNDAG, 2005. 929p.
- MECHLIA, N. B.; CARROLL, J. J. Agroclimatic modeling for simulation of phenology, yield and quality of crop production. I. Citrus response formulation. **International Journal of Meteorology**, v.33, n.1, p.36-51, 1989.
- MORETI D.; LIBARDI, P. L.; ROCHA, G. C.; LOVATTI, M. J.; AGUIAR, L. I. G. Avaliação espaço-temporal das armazenagens gravimétrica e volumétrica da água num Latossolo com citros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.6, p.1281-1290, 2007.
- OLIVEIRA, L. B. Determinação da macro e microporosidade pela mesa de tensão em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.39, p.197-200, 1968.
- ORTOLANI, A. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R. **Agroclimatologia e o cultivo dos citros**. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, J.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.S. (eds.) *Citricultura brasileira*, 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.153-195.
- POMPEU JÚNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUES, O.; POMPEU JUNIOR, J. The use of citrus rootstocks for control of tree size. **Laranja**, Cordeirópolis, v.22, n.1, p.147-155, 2001.
- RAMOS, B. Z.; PAIS, P. S. M.; FREITAS, W. A.; D. JUNIOR, M. S. Avaliação dos atributos físico-hídricos em um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes sistemas de manejo. **Revista de Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.340-346, 2013.
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C. Solo, planta e atmosfera: Conceitos, processos e aplicações. São Paulo, Manole, 2004. 478p.
- ROGERS, J. S.; ALLEN, L. H.; CALVERT, D. V. Evapotranspiration from a humidregion developing citrus grove with grass cover. **Transactions of the ASAE**, v.26, n.6, p.1778-1783, 1983.
- SALIBE, A. A.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; MULLER, G. W. Fitotecnia - Artigo Técnico Sinopse de Conhecimentos e Pesquisas Sobre a Laranja 'Pêra'. **Laranja**, Cordeirópolis, v.23, n.1, p.231-245, 2002.
- SAS INSTITUTE Inc. SAS/STAT user's guide. 4.ed. Raleigh: SAS Institute Inc., 2004. v.9, 846p.

SCHÄFER, G.; BASTIANEL, M.; DORNELLES, A. L. C. Porta-enxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural**, v.31, n.4, p.723-733, 2001.

SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D.; PAIVA, A. Q.; RODRIGUES, A. C. V.; RIBEIRO, L. S. Distribuição do sistema radicular de citros em uma topossequência de solos de tabuleiro costeiro do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.2, p.503-513, 2008.