



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n3p211-217>

Crescimento de combinações copa - porta-enxerto de citros sob estresse hídrico em casa de vegetação

Lauriane A. dos A. Soares¹, Marcos E. B. Brito², Pedro D. Fernandes³, Geovani S. de Lima⁴, Walter dos S. Soares Filho⁵ & Eliamara S. de Oliveira⁶

Palavras-chave:

Citrus spp.
Poncirus trifoliata
déficit hídrico
irrigação

RESUMO

Neste trabalho se propôs identificar combinações entre variedades copas e porta-enxertos que apresentem melhores respostas ao estresse hídrico, desde o crescimento inicial até o início da floração. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial (4 x 2 x 2), sendo quatro níveis de água [50, 75, 100 (testemunha) e 125% da evapotranspiração real aplicados em duas variedades copa de citros enxertadas em dois porta-enxertos: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck) e híbrido trifoliado HTR-069. A redução na lâmina de água aplicada comprometeu o crescimento em número de folhas, diâmetro de caule do porta-enxerto, diâmetro de caule na linha de enxertia e diâmetro de caule da copa tal como a fitomassa seca da parte aérea e da raiz. Para a condição de estresse hídrico mudas enxertadas em limoeiro 'Cravo' apresentaram melhor desenvolvimento quando irrigadas com lâminas correspondentes a 100 e 125% da evapotranspiração real. A limeira ácida 'Tahiti CNPMF-2001' apresentou maior produção de fitomassa seca da parte aérea e das raízes sob estresse hídrico. O híbrido HTR-069 determinou redução no tamanho das copas nele enxertadas.

Key words:

Citrus spp.
Poncirus trifoliata
water deficit
irrigation

Growth of combinations of scion and citrus rootstocks under water stress in greenhouse

ABSTRACT

The objective of this study was to identify combinations between the varieties of scion and rootstocks that have better response to water stress, from the initial growth until the beginning of flowering. The experimental design was a randomized block, in factorial arrangement (4 x 2 x 2), four water levels (50, 75, 100 (control) and 125% of evapotranspiration real applied in two citrus grafted on two rootstocks the 'Rangpur' lime 'Santa Cruz' (*Citrus limonia* Osbeck) and the Trifoliolate Hybrid-069. The reduction in water depth applied hampered growth in number of leaves, stem diameter of rootstock, stem diameter of graft and line diameter of stem, as well as the dry matter of shoot and root. Under water stress condition, buds in Rangpur lime showed better development when irrigated with depths corresponding to 100 and 125% of actual evapotranspiration. The acid lime 'Tahiti CNPMF-2001' showed higher dry biomass production of shoots and roots under water stress. The hybrid HTR-069 determined reduction in the size growth of the scion grafted on it.

Protocolo 096-2014 – 27/03/2014 • Aprovado em 17/10/2014 • Publicado em 26/01/2015

¹ UAEA/UFCEG. Campina Grande, PB. E-mail: laurispo@hotmail.com (Autora correspondente)

² UAGRA/UFCEG. Pombal, PB. E-mail: marcoseric@ccta.ufcg.edu.br

³ UAEA/UFCEG. Campina Grande, PB. E-mail: pdantas@pq.cnpq.br

⁴ UAEA/UFCEG. Campina Grande, PB. E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

⁵ CNPMF/EMBRAPA. Cruz das Almas, BA. E-mail: walter.soares@embrapa.br

⁶ UAGRA/UFCEG. Pombal, PB. E-mail: marasantanapb@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os citros estão entre as frutas mais produzidas e consumidas no mundo, sendo seu cultivo expressivo em países de clima tropical. Com grande importância econômica para o Brasil, que detém o título de maior produtor mundial de laranjas doces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. Na safra 2011/2012 correspondeu a aproximadamente 35% da produção mundial, que gira em torno de 18 milhões de toneladas de laranja (USDA, 2012). O cultivo dos citros está presente em todos os estados brasileiros, em que a região Nordeste se sobressai como a segunda maior produtora, com destaque para a Bahia, com 5,1% e Sergipe, com 4,1% da produção nacional (IBGE, 2012).

A produção citrícola do Nordeste brasileiro está estabelecida nos Tabuleiros Costeiros onde a distribuição irregular das chuvas propicia a ocorrência de longos períodos de déficit hídrico coincidentes com temperaturas mais elevadas, favorecendo prejuízos aos produtores em decorrência do decréscimo da produtividade (Peixoto et al., 2006; Coelho et al., 2006). Segundo Donato et al. (2007), o requerimento hídrico para uma boa produção de frutos em citros está compreendido entre 900 a 1.200 mm por ano, variando com a demanda atmosférica local, condições de solo, variedade copa e, principalmente, com a variedade do porta-enxerto utilizada. Em citros, longos períodos de deficiência hídrica reduzem a qualidade e a produtividade dos frutos.

Estudos das relações hídricas nas plantas e das interações causadas pelo déficit hídrico sobre os processos fisiológicos, são de fundamental importância. Com o conhecimento da variação do consumo de água por uma cultura em suas diferentes fases de desenvolvimento, pode-se deduzir sobre o comportamento dos processos fisiológicos envolvidos, assim como sobre suas consequências (Peixoto et al., 2006).

A citricultura brasileira mostra-se vulnerável devido principalmente à utilização de poucas combinações entre copas e porta-enxertos, expondo-a ao ataque de pragas e à ocorrência de estresses abióticos, dentre esses o estresse hídrico (Schinor et al., 2006). Diante disto, a ampliação da base genética relacionada às variedades utilizadas para, copas e porta-enxertos, incluindo aquelas com capacidade de adaptação a estresses abióticos, contribuirá decisivamente para que se alcancem rendimentos economicamente superiores (Brito et al., 2008).

Deste modo, é fundamental o conhecimento do comportamento das variedades cítricas das copas e dos porta-enxertos, tal como das combinações entre essas. Em relação aos porta-enxertos, sabe-se que afetam várias características da planta destacando-se as relacionadas à tolerância a estresses ambientais (Cerqueira et al., 2004). Segundo Souza et al. (2001), a interação entre o porta-enxerto e a copa torna-se mais significativa quando submetida à deficiência hídrica, o que pode influenciar no grau de tolerância à seca da cultivar copa.

De acordo com Nogueira et al. (2001), genótipos que apresentem diversidade na resposta ao estresse hídrico

constituem excelentes materiais para serem utilizados em programas de melhoramento genético. Vários caracteres fisiológicos podem ser empregados na avaliação das respostas das espécies vegetais ao estresse hídrico.

Objetivou-se, assim, identificar entre variedades das copas e dos porta-enxertos que apresentem melhores respostas ao estresse hídrico, desde o crescimento inicial até o início da floração, sendo o material genético estudado constituído por genótipos selecionados pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos em condições de casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campus de Pombal, PB. As coordenadas geográficas locais são 6° 48' 16" de latitude Sul e 37° 49' 15" de longitude Oeste, a uma altitude de 174 m.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com tratamentos arranjos em esquema fatorial (4 x 2 x 2), com três repetições e uma planta por parcela, em que o primeiro fator se refere a quatro níveis de água aplicados: 50, 75, 100 (testemunha) e 125% da evapotranspiração real (ETr), determinados a partir de lisimetria de drenagem, conforme descrito por Bernardo et al. (2008). Determinou-se o consumo de água pelas plantas através do tratamento 100% da ETr, obtido pela diferença entre o volume aplicado e o volume drenado, utilizando-se lisímetros/vasos, resultando no volume consumido, quando multiplicado pelos fatores 0,5, 0,75, 1,0 e 1,25, obtendo-se lâminas de 50, 75, 100 e 125% da ETr, respectivamente.

O segundo fator é composto de duas variedades copa de citros: o pomeleiro 'Star Ruby' (*C. paradisi* Macfad.) e a limeira ácida 'Tahiti' [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] seleção 'CNPMF-2001'. Essas variedades foram enxertadas em dois porta-enxertos (terceiro fator): limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck) e híbrido trifoliado HTR-069. As sementes e as borbulhas foram oriundas do Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros, situado em Cruz das Almas, BA.

O transplantio das mudas cítricas foi realizado em vasos com capacidade volumétrica de 40 L, cada um preenchido com 4 kg de brita em sua base e 41 kg de solo do horizonte A, tipo Neossolo, o qual foi adubado com 250 g de superfosfato simples e 10 L de esterco bovino curtido. A adubação foi realizada segundo recomendação de Mattos Júnior et al. (2005) e conforme análises físico-químicas do solo, apresentadas na Tabela 1.

Decorridos 30 dias após o transplante (DAT), o solo foi mantido em capacidade de campo, com irrigações diárias, mensuradas através do método da lisimetria de drenagem,

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento

CE	pH	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	SB	T	V	PST	M.O.	Areia	Silte	Argila	Classe
dS m ⁻¹	CaCl ₂	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³								%		g kg ⁻¹				
0,39	6,55	15	3,14	5,4	6,2	1,48	0	0,99	14,74	15,73	93,7	9,4	26	769	101	130	FA

FA - Franco Arenoso

com irrigação por gotejamento utilizando-se emissores autocompensados, com vazão de 69,6 mL min⁻¹.

Para análise do efeito dos tratamentos sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas, foram mensurados, a cada 30 dias e a partir dos 60 dias após a semeadura (DAS) dos porta-enxertos, as seguintes variáveis: número de folhas, diâmetro do caule do porta-enxerto, medido a 2 cm do colo da planta - zona de transição entre a raiz e o caule, diâmetro do caule na linha de enxertia, diâmetro do caule da copa mensurado a 3 cm da linha de enxertia, teor relativo de água, fitomassa seca da parte aérea e fitomassa seca da raiz, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm.

A fitomassa seca da parte aérea resultou do somatório das fitomassas de folha e caule enquanto a fitomassa seca da raiz foi obtida pela coleta de raízes nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. Essas estruturas foram colocadas em papel e secadas em estufa com circulação de ar forçada de ar, em temperatura de 65 °C até atingir peso constante.

O teor relativo de água no limbo foliar foi determinado para indicar o estado hídrico da planta, sendo retiradas 3 folhas totalmente expandidas no terço superior da planta. As amostras de cada uma das plantas, representativas das combinações entre as variedades das copas e porta-enxertos mencionadas, foram pesadas imediatamente para evitar perda de água obtendo-se os valores de massa fresca (MF); em seguida, essas amostras foram colocadas em sacos plásticos, imersas em água destilada, por 24 h.

Após este período obteve-se, retirando o excesso de água com papel toalha, a massa túrgida (MT) das amostras, as quais foram levadas à estufa para obtenção da massa seca (MS). Utilizou-se uma balança de precisão (modelo L6501, Tecnal) para determinação das massas fresca, túrgida e seca. A determinação do teor relativo de água (TRA) foi feita de acordo com a metodologia de Weatherley (1950).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F e, nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para o fator 'lâminas de água', utilizando-se software estatístico SISVAR (Ferreira, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 se encontra a análise de variância para as variáveis diâmetro de caule do porta-enxerto (Diam PE)

diâmetro de caule na linha de enxertia (Diam Enx), diâmetro de caule da copa (Diam C), número de folhas (NF), teor relativo de água (TRA) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA), podendo-se verificar que não houve efeito da interação entre os fatores estudados em nenhuma variável analisada porém se constatou efeito significativo da disponibilidade hídrica baseada no percentual de ETr, para o diâmetro de caule do porta-enxerto, diâmetro de caule da copa e fitomassa seca da parte aérea. Quanto ao número de folhas e diâmetro de caule no ponto de enxertia, houve efeito significativo do fator 'porta-enxertos'; já para o fator 'copa', ocorreram diferenças significativas quanto às variáveis: número de folhas, diâmetro de caule da copa e fitomassa seca da parte aérea.

Conforme análise de variância (Tabela 2), não se constataram efeitos significativos dos fatores estudados sobre o teor relativo de água (TRA). Esses resultados são condizentes com Medina et al. (1998) que, estudando os efeitos da deficiência hídrica sobre trocas gasosas e relações hídricas em laranjeira 'Valência' (*C. sinensis*), enxertada em limoeiro 'Cravo' e em Trifoliata [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], não observaram decréscimos no TRA, verificando valores semelhantes entre os tratamentos. Esses autores afirmam que a menor disponibilidade de água no solo afeta também, antes de afetar o estado hídrico das folhas, os mecanismos de controle de perda de água através do fechamento parcial dos estômatos.

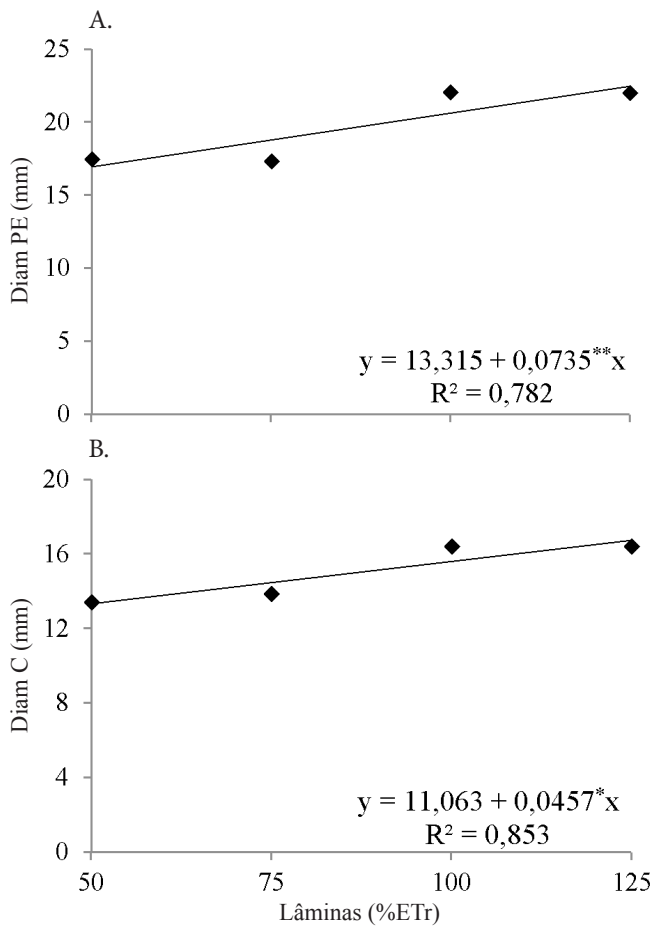
Observou-se, conforme equações de regressão, resposta linear crescente do diâmetro de caule do porta-enxerto (Diam PE) e diâmetro de caule da copa (Diam C) em função das lâminas de irrigação da ETr (Figuras 1A e 1B), com acréscimos de 13,80 e 10,32% devido ao incremento de 25% da evapotranspiração real (ETr), respectivamente. Cabe salientar que uma planta, quando submetida ao estresse hídrico tem, praticamente, todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento afetados, o que pode implicar em modificações em sua anatomia e morfologia e até interferir em muitas reações metabólicas (Achakzai, 2009). A falta de água reduz a pressão de turgor e, em consequência, o fluxo de seiva pelos vasos condutores (Taiz & Zeiger, 2009), fato que tende a diminuir o alongamento celular e, assim, o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

Ainda em relação à Figura 1, nota-se que, para os valores de 50 e 125% da ETr houve aumento no Diam PE de 41,40% (5,51 mm) e no Diam C de 30,98% (3,43 mm), ou seja, quanto maior o crescimento em diâmetro maior também é a possibilidade da redução do período de produção do porta-enxerto e da

Tabela 2. Resumo da análise de variância das variáveis diâmetro de caule do porta-enxerto (Diam PE), diâmetro de caule na linha de enxertia (Diam Enx), diâmetro de caule da copa (Diam C), número de folhas (NF) e teor relativo de água (TRA), de combinações entre as variedades das copas e porta-enxertos de citros, aos 240 dias após o transplantio (DAT)

Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		Diam PE.	Diam Enx	Diam Copa	NF	TRA
Lâmina (L)	3	86,3664**	9,1470 ^{ns}	30,5852 [*]	9446,1875 ^{ns}	16,1523 ^{ns}
Porta-enxerto (PE)	1	2,5438 ^{ns}	85,6536**	0,5940 ^{ns}	31059,1875 [*]	0,0126 ^{ns}
Copa (C)	1	30,5123 ^{ns}	0,1026 ^{ns}	37,7365 [*]	39502,6875 [*]	37,2277 ^{ns}
L x PE	3	2,1932 ^{ns}	2,6109 ^{ns}	0,2817 ^{ns}	4050,8541 ^{ns}	5,8213 ^{ns}
L x C	3	1,3726 ^{ns}	1,7743 ^{ns}	0,7554 ^{ns}	5627,5763 ^{ns}	0,4382 ^{ns}
L x PE x C	3	3,3718 ^{ns}	8,3003 ^{ns}	5,3361 ^{ns}	7088,2430 ^{ns}	7,0621 ^{ns}
Bloco	2	1,8312 ^{ns}	1,2930 ^{ns}	2,8783 ^{ns}	201,3958 ^{ns}	1,3417 ^{ns}
Resíduo	30	9,6478	3,8581	7,4839	6681,7736	11,2328
CV		15,73	13,93	18,16	35,97	3,97
Média		19,74	14,09	15,06	227,23	84,33

**Significativo a 0,01 de probabilidade, *Significativo a 0,05 de probabilidade, ^{ns}Não significativo, conforme, GL - Graus de liberdade



Variedades porta-enxerto: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* Osbeck) e híbrido trifoliado HTR-069
 Variedades copa: limeira ácida ‘Tahiti’ [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] e pomeleiro ‘Star Ruby’ (*C. paradisi* Macfad.)

Figura 1. Diâmetro de caule no porta-enxerto - Diam PE (A) e diâmetro de caule - Diam C na parte aérea (B), utilizando-se combinações entre variedades copas e porta-enxertos de citros, aos 240 dias após sementeira, em função das lâminas de água

realização da enxertia. Uma grande diferença de diâmetro entre o porta-enxerto e o enxerto pode estar associada a uma deformação conhecida como “pata-de-elefante”, que consiste na formação de um calo pronunciado que separa, em duas seções distintas, o enxerto do porta-enxerto, situação que não foi observada visualmente durante a condução do experimento.

O diâmetro de caule é resultado do crescimento do meristema secundário, formado notadamente por vasos condutores (Taiz & Zeiger, 2009). Assim e se considerando que um percentual menor de ETr representa menor disponibilidade hídrica para a cultura, que depende de tais tecidos, pode-se inferir que a redução na disponibilidade de água limitou o crescimento secundário em diâmetro do porta-enxerto.

Castel & Buj (1992) observaram redução do diâmetro do porta-enxerto e do índice de área foliar quando plantas de tangerineira ‘Clementina’ (*C. clementina* hort. ex Tanaka) foram irrigadas com apenas 40% da evaporação do Tanque Classe A. Em estudo semelhante, Castel (1994) constatou, aplicando seis níveis de irrigação entre 30 e 200% da evaporação em plantas jovens de ‘Clementina de Nules’, relação linear entre o aumento no diâmetro do tronco e o aumento na taxa de aplicação de água. Em condições de baixa disponibilidade

de água no solo vários processos metabólicos das plantas podem ser influenciados, como o fechamento estomático, a redução da fotossíntese e transpiração (Portes et al., 2006), fatos que tendem a diminuir o alongamento celular e, assim, o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

A Tabela 3 apresenta os valores médios obtidos aos 240 dias após o plantio (DAP), do diâmetro do caule do porta-enxerto (Diam PE), diâmetro do caule na linha de enxertia (Diam Enx), diâmetro do caule da copa (Diam C), número de folhas (NF) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) em função dos porta-enxertos e das copas utilizadas. Verificou-se superioridade do porta-enxerto limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ em relação ao híbrido trifoliado HTR - 069, com base nas variáveis Diam PE e NF, enquanto que para as demais variáveis não houve diferença estatística.

O menor crescimento das variedades copa sobre HTR-069 pode ser atribuído a uma característica do ‘Trifoliata’ e de alguns de seus híbridos, conforme relatado por Fochesato et al. (2007). Esta superioridade do limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ em relação ao HTR-069 ocorreu devido, possivelmente, a fatores genéticos uma vez que o referido híbrido possui características de porte reduzido, em comparação com o mencionado limoeiro, muito utilizado tradicionalmente como porta-enxerto na citricultura brasileira, por apresentar compatibilidade com diversas copas comerciais e boa adaptação em regiões com ocorrência de seca, em vista de seu vigor, profundidade efetiva de seu sistema radicular e condutividade hidráulica das raízes (Pompeu Junior & Blumer, 2005). Esse tipo de resposta do ‘Cravo’ indica que plantas enxertadas sobre este porta-enxerto são consideradas mais tolerantes à deficiência hídrica (Donato et al., 2007; Magalhães Filho et al., 2008).

Brito et al. (2008; 2012) verificaram que o HTR-069 é um genótipo de crescimento limitado sendo esta uma característica genética. Mencionada particularidade é interessante na citricultura atual pois, com a ocorrência de doenças, a exemplo do *huanglongbing* (HLB, ex-greening), a par dos altos custos da terra e da mão-de-obra, há uma nítida tendência de utilização de plantios mais adensados, os quais implicam no uso de porta-enxertos de menor estatura e que determinem as variedades copa alta produtividade, além de elevada qualidade de frutos.

As copas de limeira ácida ‘Tahiti’ apresentaram maior diâmetro de caule e maior número de folhas que as de pomeleiro ‘Star Ruby’ aos 240 DAT (Tabela 3). Essas respostas

Tabela 3. Teste de médias relativamente às variáveis diâmetro de caule do porta-enxerto (Diam PE), diâmetro de caule na linha de enxertia (Diam Enx), diâmetro de caule da copa (Diam C) e número de folhas (NF), em função das variedades do porta-enxerto e da copa de citros aos 240 dias após transplantio (DAT)

Variedades	Diam PE	Diam Enx	Diam C	NF
Porta-enxerto				
Limoeiro ‘Cravo’	19,5195 a	19,4075 a	15,1733 a	252,6666 a
HTR-069	19,9800 a	19,3437 b	14,9508 a	201,7916 b
Copa				
Pomeleiro ‘Star Ruby’	18,9525 a	18,2441 a	14,1754 b	198,5417 b
Limeira ácida ‘Tahiti’	20,5470 a	20,5070 a	15,9487 a	255,9167 a

Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’: *Citrus limonia* Osbeck; HTR-069: Híbrido trifoliado-069; Pomeleiro ‘Star Ruby’: *C. paradisi* Macfad.; limeira ácida ‘Tahiti’ [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka]; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de F a nível de 0,05 de probabilidade

coincidem com relatos de Mattos Júnior et al. (2005), que também identificaram, na limeira ácida 'Tahiti', maior potencial de crescimento relativamente a essas variáveis.

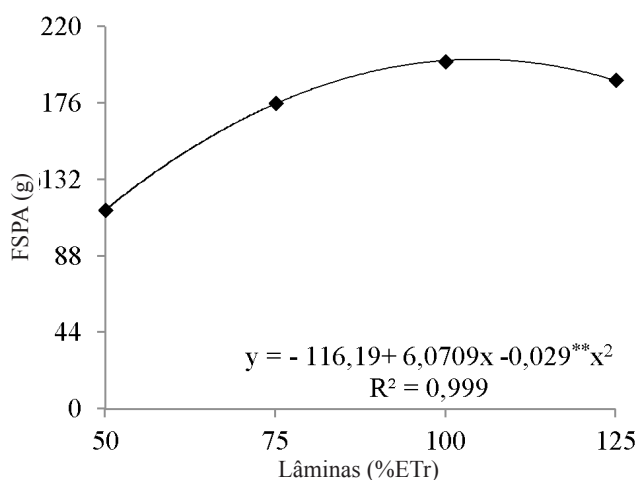
Conforme resultados do teste de F (Tabela 4), verifica-se a ocorrência de efeito significativo dos fatores isolados sobre as variáveis fitomassa seca da parte aérea e fitomassa seca das raízes na profundidade de 0-20 cm aos 240 dias após transplantio. Fato semelhante foi relatado por Cerqueira et al. (2004), quando estudaram a resposta de porta-enxertos de citros sob déficit hídrico, na fase de formação de mudas, verificando diferenças significativas entre os porta-enxertos estudados.

De acordo com as equações de regressão, que permitem estimar o efeito das lâminas de água sobre a fitomassa seca da parte aérea (Figura 2) aos 240 DAT, observa-se resposta quadrática com a maior produção de FSPA para o percentual de 105% da ETr. As plantas submetidas a essa disponibilidade de água tiveram FSPA média de 201,53 g. Infere-se, conforme os resultados, que a menor e a maior lâmina (50 e 125% da ETr, respectivamente) prejudicaram a produção de fitomassa

Tabela 4. Resumo da análise de variância para fitomassa da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca das raízes nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, de combinações entre as variedades das copas e porta-enxertos de citros, aos 240 dias após o transplantio (DAT)

Fontes de variação	GL	Quadrado médio		
		FSPA	Raízes 0-20	Raízes 20-40
Lâmina (L)	3	4302,9925*	1750,6562**	298,9388*
Porta-enxerto (P.E.)	1	122,1770 ^{ns}	1021,1152 ^{ns}	7,0035 ^{ns}
Copa (C)	1	20653,3072**	1131,7976*	867,1275**
L x P.E.	3	118,0437 ^{ns}	1131,7976 ^{ns}	27,4173 ^{ns}
L x C	3	361,3112 ^{ns}	64,6043 ^{ns}	117,0502 ^{ns}
Bloco	2	528,7410 ^{ns}	485,5055 ^{ns}	178,6151 ^{ns}
Resíduo	31	443,8534	286,4426	97,9007
CV		32,43	37,09	47,66
Média		64,96	45,62	20,76

Variedades copa: limeira ácida 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] e pomeleiro 'Star Ruby' (*C. paradisi* Macfad.); Variedades porta-enxerto: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck) e híbrido trifoliado HTR-069; **, * e ns - Significativo a 0,01 e 0,05 de probabilidade e não significativo; GL - Graus de liberdade



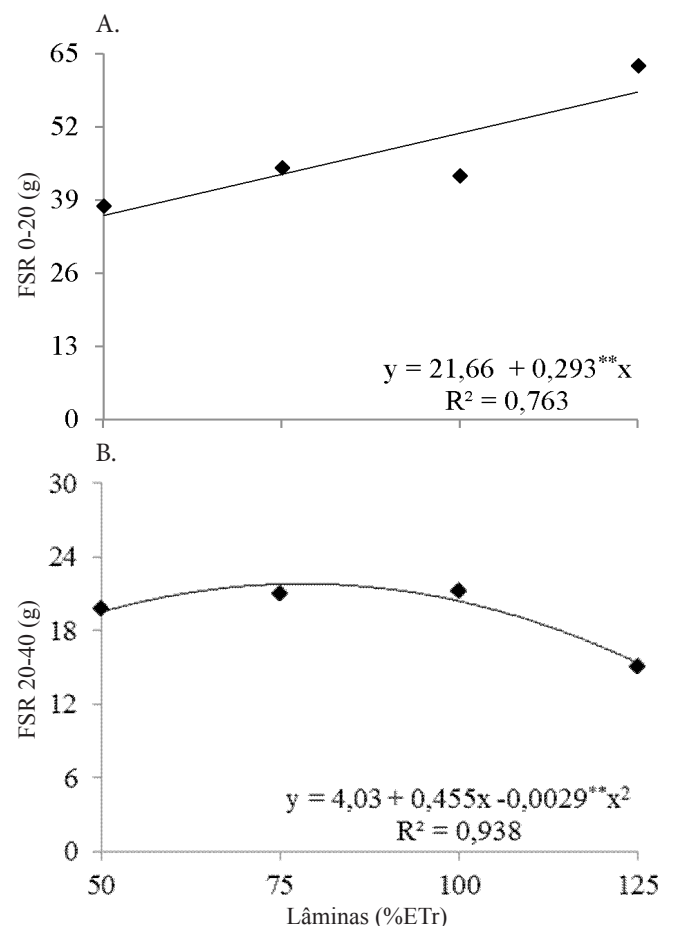
Variedades copa: limeira ácida 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] e pomeleiro 'Star Ruby' (*C. paradisi* Macfad.); variedades porta-enxerto: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck) e híbrido trifoliado HTR-069.

Figura 2. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) utilizando-se combinações entre variedades copas e porta-enxertos de citros, aos 240 dias após semeadura, em função das lâminas de água

seca da parte aérea. Resultados semelhantes foram obtidos por Suassuna et al. (2012) em avaliações do efeito do estresse hídrico na formação do porta-enxerto em casa de vegetação, os quais verificaram reduções na fitomassa seca da parte aérea em função do déficit hídrico.

Para a parte aérea, nota-se comportamento semelhante ao observado na fitomassa das raízes de 20 a 40 cm, podendo-se inferir que a aplicação de água além de 100% da ETr pode ter ocasionado uma ligeira hipoxia por excesso de água. É importante destacar que o coeficiente de cultura (Kc) para os citros, em condição de cultivo em casa de vegetação, é 1,0, com base na evapotranspiração potencial dentro da instalação.

O modelo de regressão linear (Figura 3A) reflete o comportamento crescente para a fitomassa seca da raiz em relação às diferentes lâminas de água indicando acréscimos de 33,81% na fitomassa por aumento de 25% da ETr. Comparando os valores obtidos na menor lâmina (50% da ETr) com os encontrados nas plantas irrigadas com a maior lâmina (125% da ETr), verifica-se acréscimo de 21,97 g (101,45%) na FSR para a camada de 0 a 20 cm. Castro et al. (2001) constataram que o estresse hídrico nos citros desencadeia processos fisiológicos adaptativos. Caso o estresse hídrico seja prolongado, ocorrerão redução na acumulação de fitomassa e diminuição na taxa de



Variedades copa: limeira ácida 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] e pomeleiro 'Star Ruby' (*C. paradisi* Macfad.); variedades porta-enxerto: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck) e híbrido trifoliado HTR-069

Figura 3. Efeito das lâminas de irrigação sobre a fitomassa das raízes nas profundidades de 0-20 cm (FSR 0-20) (A) e 20-40 cm (FSR 20-40) (B), utilizando-se combinações entre variedades copas e porta-enxertos de citros aos 240 dias após semeadura, em função das lâminas de água

crescimento da planta. Desta forma, a redução no crescimento em resposta ao decréscimo da disponibilidade de água no solo, pode ser atribuída à diminuição da atividade fotossintética em decorrência do fechamento estomático (Taiz & Zeiger, 2009).

Observou-se, conforme equação de regressão das lâminas de água sobre a fitomassa seca da raiz na profundidade de 20 a 40 cm (Figura 3B), resposta quadrática, notando-se que a maior FSR 20-40 (21,88 g) foi obtida quando a irrigação foi aplicada com base no valor de 78,4% da ETr. Valores percentuais de ETr lâminas de água inferiores ou superiores a este percentual resultaram em decréscimos da fitomassa seca das raízes presentes nesta camada de solo.

O excesso de aplicação de água pode ocasionar uma hipoxia às plantas, reduzindo o acúmulo de fitomassa. Este fato pode ser constatado notadamente na parte inferior do sistema radicular, uma vez que o maior conteúdo de água se acumula nesta região, pela ação da gravidade. Peixoto et al. (2006) também verificaram decréscimos da matéria seca em genótipos de citros sob efeito de estresse hídrico corroborando com os resultados evidenciados neste trabalho.

Verificou-se que as plantas enxertadas com a limeira ácida 'Tahiti' têm maior potencial de crescimento sob estresse hídrico, com base nos dados de fitomassa seca da parte aérea e das raízes, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm (Tabela 5). Contatou-se, também, maior potencial quanto ao acúmulo de fitomassa seca sob estresse hídrico nas combinações com copa de limeira ácida 'Tahiti'. Peixoto et al. (2006) também observaram, estudando respostas de porta-enxertos de citros sob estresse hídrico, diferenciação entre genótipos destacando, como potenciais, aqueles que apresentassem maior formação de fitomassa, manutenção de trocas gasosas e maiores índices fisiológicos. Já Cerqueira et al. (2004) não verificaram, avaliando as respostas de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico, diferenças significativas dos regimes hídricos sobre a formação de massa seca dos genótipos estudados em medições consecutivas.

Tabela 5. Teste de médias relativas às variáveis fitomassa seca das raízes a 0 - 20 cm e a 20 - 40 cm e fitomassa da parte aérea (FSPA) em função das variedades copa de citros aos 240 dias após transplântio (DAT)

Variedades	Raízes 0-20	Raízes 20-40	FSPA
'TAHITI'	53,4796 a	24,0690 a	208,5865 a
'STAR RUBY'	42,0956 b	16,5100 b	130,2615 b

'Variedades copa: limeira ácida 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] e pomeleiro 'Star Ruby' (*C. paradisi* Macfad.); Variedades porta-enxerto: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck) e híbrido trifoliado HTR-069; Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de F a nível de 0,05 de probabilidade

Ressalta-se ainda que a característica de tolerância à seca está diretamente relacionada ao comprimento e densidade da raiz (Arunyanark et al., 2009). Genótipos que apresentam comportamento superior devem ser incluídos em programas de melhoramento genético que visem desenvolver indivíduos capazes de tolerar períodos de déficit hídrico.

CONCLUSÕES

1. A redução na lâmina de água aplicada com base nas medições de evapotranspiração real, comprometeu o

crescimento em número de folhas, diâmetro de caule do porta-enxerto, diâmetro de caule na linha de enxertia e diâmetro de caule da copa e da fitomassa seca da parte aérea e da raiz.

2. Para a condição de estresse hídrico, mudas enxertadas em limoeiro 'Cravo' apresentaram melhor desenvolvimento quando irrigadas com lâminas correspondentes a 100% e 125% da evapotranspiração real.

3. A limeira ácida 'Tahiti CNPMF-2001' apresentou maior produção de fitomassa seca da parte aérea e das raízes sob estresse hídrico.

4. O híbrido HTR-069 determinou redução no tamanho das copas nele enxertadas.

LITERATURA CITADA

- Achakzai, A. K. K. Effect of water stress on imbibition, germination and seedling growth of maize cultivars. *Sarhad Journal of Agriculture*, v.25, p.165-172, 2009.
- Arunyanark, A.; Jogloy, S.; Akkasaeng, C.; Vorasoot, N.; Nageswara Rao, R. C.; Wright, G. C.; Patanotai, A. Association between aflatoxin contamination and drought tolerance traits in peanut. *Field Crops Research*, v.114, p.14-22, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2009.06.018>
- Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. *Manual de Irrigação*. 8.ed. Viçosa: UFV, 2008. 625p.
- Brito, M. E. B.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Melo, A. S. de; Cardoso, J. A. F.; Soares Filho, W. S. Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, p.343-353, 2008. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v3i4a364>
- Brito, M. E. B.; Soares, L. A. dos A.; Fernandes, P. D.; Lima, G. S. de; Sá, F. V. da S.; Melo, A. S. de. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, p.857-865, 2012. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7isa1941>
- Castel, J. R. Response of young Clementine citrus trees to drip irrigation. I. Irrigation amount and number of drippers. *Journal of Horticultural Science*, v.69, p.481-489, 1994.
- Castel, J. R.; Buj, A. Growth and evapotranspiration of young, drip-irrigated Clementine trees. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, v.2, p.651-656, 1992.
- Castro, P. R. C.; Marinho, C. S.; Paiva, R. Fisiologia de produção dos citros. *Informe Agropecuário*, v.22, p.26-38, 2001.
- Cerqueira, E. C.; Castro Neto, M. T. de; Peixoto, C. P.; Soares Filho, W. dos S.; Ledo, C. A. da S.; Oliveira, J. G. de. Resposta de porta-enxertos de citros ao deficit hídrico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.26, p.515-519, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452004000300034>
- Coelho, E. F.; Coelho Filho, M. A.; Simões, W. L.; Coelho, Y. S. Irrigação em citros nas condições do nordeste do Brasil. *Laranja*, v.27, p.297-320, 2006.
- Donato, S. L. R.; Pereira, C. S.; Barros, Z. de J.; Siqueira, D. L. de; Salomão, L. C. C. Respostas de combinações de variedades copa e porta-enxerto de citros à deficiência hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.1507-1510, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007001000020>
- Ferreira, D. F. *Sisvar 4.6 sistema de análises estatísticas*. Lavras: UFLA, 2003. 32p.

- Fochesato, M. L.; Souza, P. V. D. de; Schafer, G.; Maciel, H. S. Crescimento vegetativo de porta-enxertos de citros produzidos em substratos comerciais. *Ciência Rural*, v.37, p.970-975, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000400008>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. 15 Dez. 2012.
- Magalhães Filho, J. R.; Amaral, L. R.; Machado, D. F. S. P.; Medina, C. L.; Machado, E. C. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranja 'Valência' sobre dois tipos de porta-enxerto. *Bragantia*, v.67, p.75-82, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000100009>
- Mattos Júnior, D.; Negri, J. D. de; Pio, R. S.; Pompeu Junior, J. Citros: principais informações e recomendações de cultivo. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2005. p.19-36, Boletim Técnico 200
- Medina, C. L.; Machado, E. C.; Pinto, J. M. Fotossíntese de laranja 'Valência' enxertada sobre quatro porta-enxertos e submetida à deficiência hídrica. *Bragantia*, v.57, p.1-14, 1998.
- Nogueira, R. J. M. C.; Moraes, J. A. P. V.; Burity, H. A. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleira submetidas a déficit de água. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.13, p.75-87, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-31312001000100009>
- Peixoto, C. P.; Cerqueira, E. C.; Soares Filho, W. S.; Castro Neto, M. T.; Ledo, C. A. S.; Matos, F. S.; Oliveira, J. G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, p.439-443, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452006000300022>
- Pompeu Junior, J.; Blumer, S. Performance de citrumelos F80 no estado de São Paulo. *Laranja*, v.26, p.77-85, 2005.
- Portes, M. T.; Alves, T. H.; Souza, G. M. Water deficit affects photosynthetic induction in *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) and *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) growing in understory and gap conditions. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.18, p.491-512, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202006000400007>
- Schinor, E. H.; Paoli, L. G. de; Azevedo, F. A. de; Mourão Filho, F. de A. A.; Mendes, B. M. J. Organogênese in vitro a partir de diferentes regiões do epicótilo de citrus sp. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, p.463-466, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452006000300027>
- Souza, C. R. de; Soares, A. M.; Regina, M. de A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.1221-1230, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001001000002>
- Suassuna, J. F.; Fernandes, P. D.; Nascimento, R. do; Oliveira, A. C. M. de; Brito, K. S. A. de; Melo, A. S. de. Produção de fitomassa em genótipos de citros submetidos a estresse hídrico na formação do porta-enxerto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.1305-1313, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012001200007>
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- USDA - United States Department of Agriculture. Foreign agricultural service. Citrus: world markets and trade. January 2012. 7p. <<http://www.nal.usda.gov>>. 16 Abr. 2013.
- Weatherley, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I - The field measurements of water deficits in leaves. *New Phytologist*, v.49, p.81-97, 1950. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.1950.tb05146.x>