



Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Brasil

Brito, Marcos E. B.; dos A. Soares, Lauriane A.; Fernandes, Pedro D.; de Lima, Geovani S.; da S. Sá, Francisco V.; de Melo, Alberto S.

Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 7, 2012, pp. 857-865

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119025455024>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

AGRÁRIA**Revista Brasileira de Ciências Agrárias**

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, suplemento, p.857-865, 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7is1941

Protocolo 1941 - 21/11/2011 • Aprovado em 14/07/2012

Marcos E. B. Brito¹**Lauriane A. dos A. Soares¹****Pedro D. Fernandes^{2,5}****Geovani S. de Lima^{3,6}****Francisco V. da S. Sá^{1,7}****Alberto S. de Melo⁴**

Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico

RESUMO

Objetivou-se estudar o comportamento fisiológico e a produção de fitomassa seca de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico conduzidos em ambiente protegido. Utilizaram-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial ($4 \times 2 \times 2$), sendo quatro níveis de água (50, 75, 100 (testemunha) e 125% da Evapotranspiração Real) aplicados em duas variedades copa de citros o pomeleiro 'Star Ruby' (*Citrus paradisi*) e a limeira ácida 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] seleção EMBRAPA 2001, enxertadas em dois porta-enxertos o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* L. Osbeck) e o Híbrido trifoliado – 069. Avaliaram-se as trocas gasosas (Fotossíntese, *A*, transpiração, *E*, condutância estomática, *gs*, concentração interna de CO₂, *Ci*, a eficiência no uso da água, EUA, e a eficiência intrínseca da carboxilação, EICi) por meio do IRGA e a fitomassa seca total (FST) das plantas, observando-se que a deficiência hídrica reduz as trocas gasosas das combinações de citros; a combinação entre o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e o pomeleiro 'Star Ruby', tem potencial de crescimento no semiárido.

Palavras-chave: *Citrus* spp, déficit hídrico, mudas cítricas

Physiological behavior of scion/rootstock combination of citrus under water stress

ABSTRACT

The objective was to study the formation of dry matter and the physiological behavior of combinations scion/rootstocks of citrus under water stress in a greenhouse. An experimental design of randomized blocks was used in factorial ($4 \times 2 \times 2$) scheme, with four water levels [50, 75, 100 (control) and 125% of evapotranspiration], two citrus scions {grapefruit 'Star Ruby' (*Citrus paradisi*) and a lime acid 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] select EMBRAPA 2001}, grafted in two rootstocks ['Rangpur Santa Cruz' lemon (*Citrus limonia* L. Osbeck), and trifoliolate hybrid – 069. The study evaluated gas exchange (photosynthesis, *A*, transpiration, *E*, stomatal conductance, *gs*, internal concentration of CO₂, *Ci*, water use efficiency, EUA, and intrinsic efficiency of carboxylation, EICi) with use of IRGA and total dry matter (FST) of plants. The water stress reduces the gas exchange in citrus combinations; the Star Ruby/Rangpur lemon has growth potential in semi-arid region.

Key words: *Citrus* spp, water deficit, citrus seedlings

1 Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Rua Jario Vieira de Feitosa, 1770, Pereiros, CEP 58840-000, Pombal-PB, Brasil. Fone: (83) 3431-4005 Ramal 4051. E-mail:

marcoseric@ccta.ufcg.edu.br; laurispo@hotmail.com; vanies_agronomia@hotmail.com

2 Universidade Estadual da Paraíba, Reitoria, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Avenida das Baraúnas, 351, PRPGP, Campus Universitário da UEPB, Bodocongó, CEP 58109-753, Campina Grande-PB, Brasil. Fone: (83) 3315-3388. E-mail: pedrodantasfernandes@gmail.com

3 Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Avenida Aprígio Veloso, 882, Campus I - UFCG - Bloco CM - 1º. Andar, Bodocongó, CEP 58429-140, Campina Grande-PB, Brasil. Caixa Postal 10.078. Fone: (83) 2101-1055. E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

4 Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Sítio Cajueiro, Zona Rural, CEP 58884-000, Catolé do Rocha-PB, Brasil. Fone: (83) 3441-1366. E-mail: alberto@uepb.edu.br

5 Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

6 Bolsista de Mestrado da CAPES

7 Bolsista de Iniciação Tecnológica do CNPq

INTRODUÇÃO

Os citros estão entre o grupo de fruteiras mais importantes para o Brasil, devido ao valor nutritivo dos frutos e ao papel socioeconômico que desempenha na exportação (Coelho et al., 2006).

Apesar da sua importância, as áreas cultivadas estão sujeitas a variações agroclimáticas verificando-se, em algumas regiões, precipitações inferiores às necessidades das plantas, como observado no semiárido do Brasil, com distribuição pluviométrica irregular durante o ano, o que causa períodos de déficit hídrico e, consequentemente, ocasiona estresse às plantas (Mattos Junior et al., 2005).

O déficit hídrico é observado em muitas culturas podendo apresentar impactos significativos no crescimento e desenvolvimento das plantas (Martins et al., 2008) provocando alterações no comportamento, cuja tolerância vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estádio de desenvolvimento da planta (Ayers & Westcot, 1999).

Estudos referentes às relações hídricas e interações causadas pelo déficit hídrico temporário nos processos fisiológicos, são de fundamental importância visto que o déficit hídrico tem efeitos em diversos processos fisiológicos das plantas, muitos dos quais refletem mecanismos de adaptação e de produção da cultura (Jifon & Syvertsen, 2003; Jaimez et al., 2005; García-Tejero et al., 2010).

De acordo com Nogueira et al. (2001) genótipos que apresentam diversidade na resposta ao estresse hídrico constituem excelentes materiais para serem utilizados em programas de melhoramento genético. Tais respostas podem ser obtidas, segundo Cerqueira et al. (2004), Konrad et al. (2005), Donato et al. (2007) e Martins et al. (2008) por meio do estudo de caracteres fisiológicos, como as trocas gasosas, e a formação de fitomassa auxiliando, assim, na descrição de materiais mais promissores.

Os índices fisiológicos, como a taxa de assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO₂, também são afetados por fatores ambientais, como luz, temperatura, concentração de CO₂ e disponibilidade de água e nutrientes (Machado et al., 2002; Shimazaki et al., 2007; Taiz & Zeiger, 2009); assim, pode-se conhecer, com base no estudo das interações desses parâmetros com cada fator ambiental, em particular o estado hídrico da planta, a eficiência do crescimento e a habilidade de adaptação às condições ambientais de uma espécie ou variedade (Quiñones et al., 2005; Peixoto et al., 2006).

Neste contexto objetivou-se analisar o comportamento fisiológico e a produção de fitomassa seca de combinações copa/porta-enxertos de citros sob estresse hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, Paraíba, PB; as coordenadas geográficas são de 6°48'16" de latitude S e 37°49'15" de longitude W e altitude de 144 m.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com tratamentos arranjados 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' (*Citrus paradisi*) e a limeira ácida 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] seleção Embrapa 2001}. Essas variedades foram enxertadas em dois porta-enxertos (terceiro fator): o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonia* L. Osbeck) e o Híbrido trifoliado – 069. As sementes e borbulhas foram oriundas do programa de melhoramento genético de citros (PMG – Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

O transplantio das mudas cítricas testadas foi em lisímetros/vasos com volume de 40 L, utilizando-se 4 kg de brita na base dos respectivos vasos e 11 kg de solo horizonte A, tipo Neossolo, seguido da incorporação de 41 kg de solo e adubação com 250g superfosfato simples e 10 L de esterco bovino curtido, segundo recomendação de Mattos Junior et al. (2005) e conforme análises físico-químicas do solo apresentadas na Tabela 1.

Após 30 dias do transplantio (DAT), as plantas foram mantidas em capacidade de campo, com irrigações diárias, mensuradas através do método da lisimetria de drenagem, com irrigação por gotejamento utilizando-se emissores autocompensados, com vazão igual a 0,00116 dm³ s⁻¹.

Aos 240 DAT determinaram-se as seguintes variáveis fisiológicas: concentração interna de CO₂ (Ci) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (gs) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) e taxa de assimilação de CO₂ (Fotossíntese) (A) (μmol m⁻² s⁻¹) na terceira folha a partir do ápice, utilizando-se equipamento portátil de análises de trocas gasosas por meio de infravermelho (IRGA), denominado

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado nos diferentes tratamentos nas plantas de citros. Pombal, PB, 2011

Table 1. Chemical and physical characteristics of the soil used in different treatments of citrus plants, Pombal, PB, 2011

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

“LCPro+” da ADC BioScientific Ltda. Após a coleta dos dados foram quantificadas a eficiência intrínseca do uso da água (EUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e a eficiência instantânea da carboxilação (EICi) (A/Ci) (Jaimez et al., 2005; Konrad et al., 2005; Melo et al., 2009); posteriormente, determinou-se a fitomassa seca total (kg) (FST) das plantas dos tratamentos testados utilizando-se estufa de circulação de ar, a 65°C, e balança analítica.

Os dados médios das variáveis foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’; quando significativo, realizou-se análise de regressão para o fator ‘Lâminas de irrigação’ e o teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade) para o fator genótipos, realizando-se correlação dos dados fisiológicos para cada genótipo (Ferreira, 2000) e se utilizando do programa SAEG 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontra-se a análise de variância para as variáveis concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{Om}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 , (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência no uso da água (EUA) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$], eficiência instantânea da carboxilação (EICi) e fitomassa seca total (FST) (kg), onde pode-se verificar efeito isolado das lâminas de água e diferenças entre copas nas variáveis estudadas; contudo, entre os porta-enxertos houve diferença significativa apenas na transpiração e na eficiência do uso da água. Quanto às interações (Tabela 2) destaca-se o efeito da interação dupla entre lâminas e porta-enxerto e entre lâminas e copas, quanto a Ci ; e da interação tripla para as variáveis ‘ gs ’, ‘ E ’, ‘ A ’, ‘EUA’ e ‘EICi’; tais interações demonstram o comportamento diferenciado dos genótipos e a importância que a escolha de uma boa combinação copa/porta-enxerto pode trazer. Tal resultado foram observados por Martins et al. (2008) com genótipos de eucalipto sob deficiência hídrica, notadamente no consumo hídrico e transpiração. Enquanto Donato et al. (2007) verificaram efeito do estresse

hídrico de forma diferenciada entre dez combinações copa/porta-enxerto citros, conduzidos em casa de vegetação com e sem estresse hídrico.

Quando observadas as trocas gasosas entre os porta-enxertos e entre as variedades copa em relação às lâminas de irrigação, verifica-se baixa variação da concentração interna de CO_2 (Figura 1A e 1B) havendo significância apenas quando as plantas foram enxertadas com a limeira ácida ‘Tahiti’, ocorrendo aumento no Ci com a maior disponibilidade de água. De maneira geral, os valores de Ci ficaram em torno de $241 \mu\text{mol mol}^{-1}$. Tal resultado, segundo Mattos Junior et al. (2005), expressa que as plantas cítricas não tiveram seu aparato fotossintético danificado pela aplicação do estresse hídrico já que os valores podem variar entre 200 e $250 \mu\text{mol mol}^{-1}$.

O processo de difusão é a entrada de carbono para a câmara subestomática e depende da abertura dos estômatos, o que reflete na transpiração (Machado et al., 2002; Taiz & Zeiger, 2009). Embora os valores de C_i encontrados estejam na faixa normal para a cultura em estudo, a condutância estomática e a transpiração foram prejudicadas pela redução da disponibilidade hídrica, havendo maior ‘ gs ’ e ‘ E ’ quando as plantas foram submetidas à maior lâmina de irrigação (Figura 1C, 1D, 1E e 1F) notadamente na combinação entre o ‘Cravo’ e o ‘Tahiti’ e nas combinações do HTR – 069 com o ‘Star Ruby’ e o ‘Tahiti’. Porém na combinação entre o ‘Cravo’ e o ‘Star Ruby’ o comportamento foi inverso, podendo-se verificar maior adaptação desta combinação às condições de menor disponibilidade hídrica, sendo um indicativo de material promissor para a produção na região semiárida. O limoeiro ‘Cravo’ é um dos porta-enxertos mais resistentes ao déficit hídrico (Mattos Junior et al., 2005; Donato et al., 2007) e a produção de pomeleiro ‘Star Ruby’ se tem adaptado bem a esta região (Machado et al., 2011).

Ressalta-se que um dos primeiros mecanismos para redução da perda de água pelas plantas é a redução da abertura estomática. Tal comportamento foi observado por vários autores, como o Brito et al. (2008) e Fernandes et al. (2011) em plantas cítricas cultivadas sob água salina, tal como

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{Om}^{-2} \text{s}^{-1}$), a Transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a Taxa de assimilação de CO_2 , (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a Eficiência instantânea da carboxilação (EICi) e a Fitomassa seca total (FST) (kg) em função das fontes de variação: Lâmina (L), Porta-enxerto (PE) e Copa (C) e suas interações. Pombal, PB, 2011

Table 2. Summary of analysis of variance for the internal concentration of CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), stomatal conductance (gs) ($\text{mol H}_2\text{Om}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiration (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), assimilation rate of CO_2 , (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), water use efficiency (EUA) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$], the intrinsic efficiency of carboxylation (EICi) and the total dry matter (FST) (kg) in function of cause of variation: Water levels (L), rootstocks (PE) e Scion (C), and interactions. Pombal, PB, 2011

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio					
		CI	gs	E	A	EUA	EICi
L	3	556,3888 *	0,00882 **	1,2799 **	21,1733 **	0,9607 **	0,00038 **
PE	1	8,3333 ns	0,00240 ns	2,9551 **	1,9240 ns	0,3427 **	0,00002 ns
C	1	3333,3333 **	0,05880 **	15,6066 **	35,4836 **	0,4958 **	0,00036 **
L x PE	3	1327,0555 **	0,00153 ns	0,3556 ns	6,6149 *	0,7460 **	0,00019 **
L x C	3	862,0555 **	0,00026 ns	0,3077 ns	0,8731 ns	0,2649 **	0,00002 ns
PE x C	1	21,3333 ns	0,00003 ns	0,0063 ns	0,4162 ns	0,0668 **	0,00002 ns
L x PE x C	3	304,3889 ns	0,00640 **	2,0109 **	11,5447 **	0,1144 **	0,00021 **
Bloco	5	242,7180 ns	0,00762 **	0,2059 ns	10,7378 **	0,9947 **	0,00014 **
Resíduo	75	178,8259	0,00096	0,2667	1,4907	0,1342	0,00003
CV		5,56	23,17	16,12	19,11	18,29	23,15
Média		242,3333	0,13375	3,2031	6,3897	2,0038	0,02663

** significativo a 1% de probabilidade, * significativo a 5%, ns não significativo, conforme teste de Tukey, GL graus de liberdade

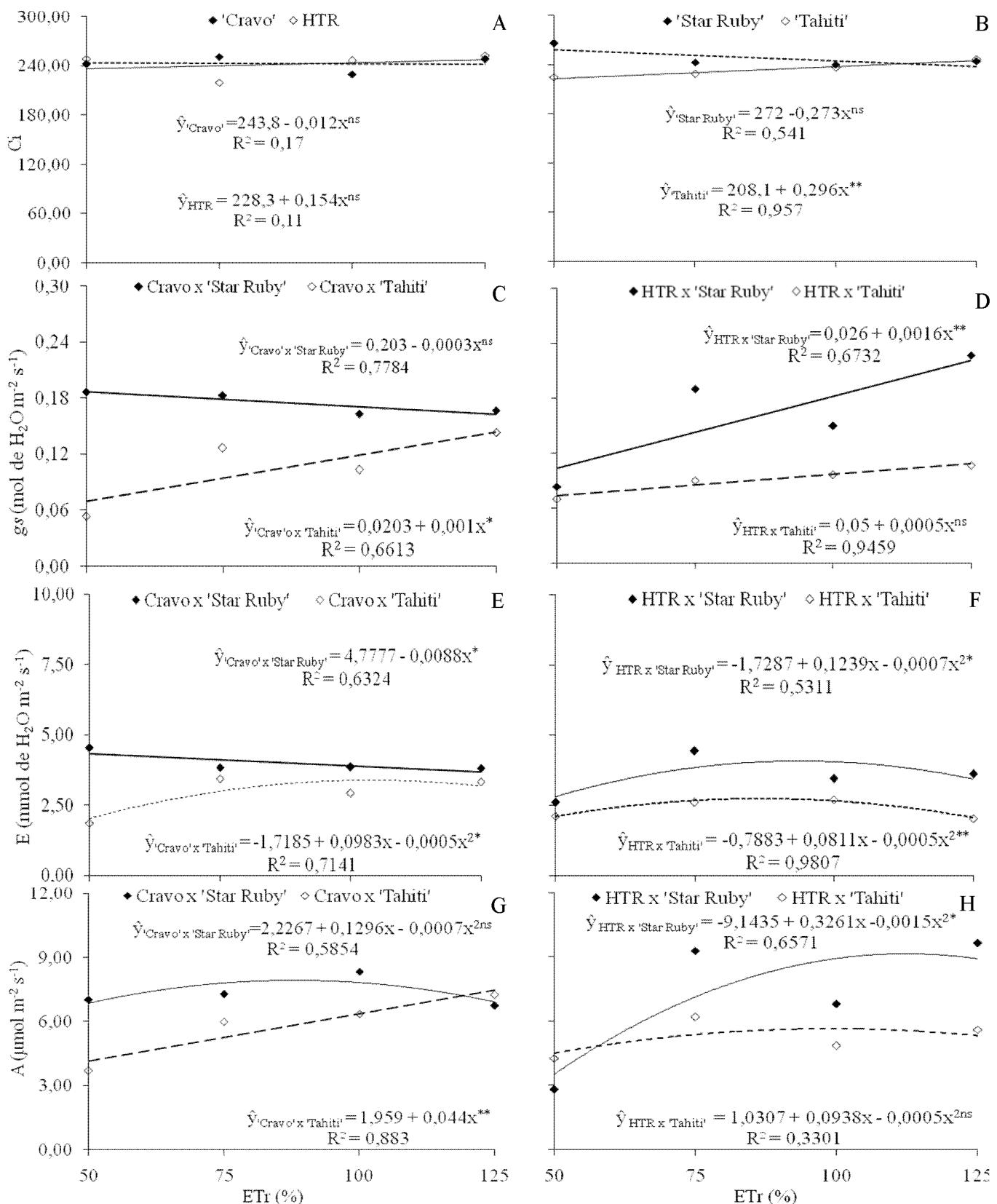


Figura 1. Efeito das lâminas de irrigação sobre a Concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) (A e B), Transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (C e D), Condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (E e F) e Taxa de assimilação de CO₂, (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (G e H), aos 240 dias após transplante das combinações copa/porta-enxerto de citros estudados. Pombal, PB, 2011

Figure 1. Effect of water levels on the internal concentration of CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) (A and B), transpiration (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (C and D), stomatal conductance (gs) ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (E and F) and assimilation rate of CO₂ (a) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (G and H), at 240 days after transplanting of the combination scion/rootstocks of citrus studied. Pombal, PB, 2011

observado por Suassuna (2011) com porta-enxertos de citros sob redução progressiva da disponibilidade hídrica enquanto Gomes (2004) o observou em laranjeira doce, enxertada com limoeiro 'Cravo'.

Em consonância com os resultados na difusão de gases, verifica-se maior fotossíntese (A) (Figura 1G e 1H) nas plantas enxertadas com pomeleiro 'Star Ruby', principalmente com lâmina de 75% da ETr. Tal combinação limoeiro 'Cravo' e o pomeleiro 'Star Ruby', tem potencial para produção no semiárido. É interessante observar que os valores obtidos para a fotossíntese (entre 4 e 9 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) são considerados baixos tendo em vista que os citros são plantas C₃, ou seja, o primeiro composto orgânico estável formado na fotossíntese possui três átomos de carbono (gliceraldeído 3-fosfato); as taxas devem variar, segundo Taiz & Zeiger (2009) entre 10 e 20 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, porém, quando essas taxas de assimilação são comparadas com as obtidas no trabalho, pode-se considerá-las normais, já que vários autores reportam valores entre 4 e 10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Machado et al., 2002; Jifon & Syvertsen, 2003; Mattos Junior et al., 2005).

Quanto à eficiência na carboxilação (EICi), que se trata de uma variável que permite estudar fatores não-estomáticos que estão interferindo na taxa fotossintética (Konrad et al., 2005). Verificam-se maiores índices nas lâminas superiores (Figura 2A e 2B), sobremaneira, em plantas enxertadas com

o pomeleiro 'Star Ruby' (0,0294 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Quando são comparadas a outros trabalhos com laranjeira 'Pera', observa-se limitação na carboxilação das plantas estudadas neste trabalho já que a eficiência de carboxilação da Rubisco em laranjeira é próximo a 0,0476 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Mattos Junior et al., 2005) fato que pode estar relacionado às condições climáticas do local e às características das combinações.

Por ocasião das trocas gasosas reguladas pelos estômatos, a absorção de dióxido de carbono do meio externo promove perda de água em que a diminuição dessa perda também restringe a entrada de CO_2 (Shimazaki et al., 2007); desta forma, é necessário que as plantas tenham maior eficiência de uso da água, ou seja, que absorvam o máximo de CO_2 com o mínimo de perda de água (Jaimez et al., 2005; Taiz & Zeiger, 2009). Neste sentido e se avaliando o efeito das lâminas de irrigação aplicadas, verifica-se que o decreto na disponibilidade hídrica reduziu a EUA (Figura 2C e 2D) em particular nas combinações que envolveram o HTR-069 e entre a combinação do 'Cravo' com a limeira ácida 'Tahiti', haja vista que com a combinação 'Cravo' x 'Star Ruby', o comportamento foi quadrático, com maior absorção de CO_2 por unidade de água perdida, observado nas lâminas entre 75 e 100% da ETr.

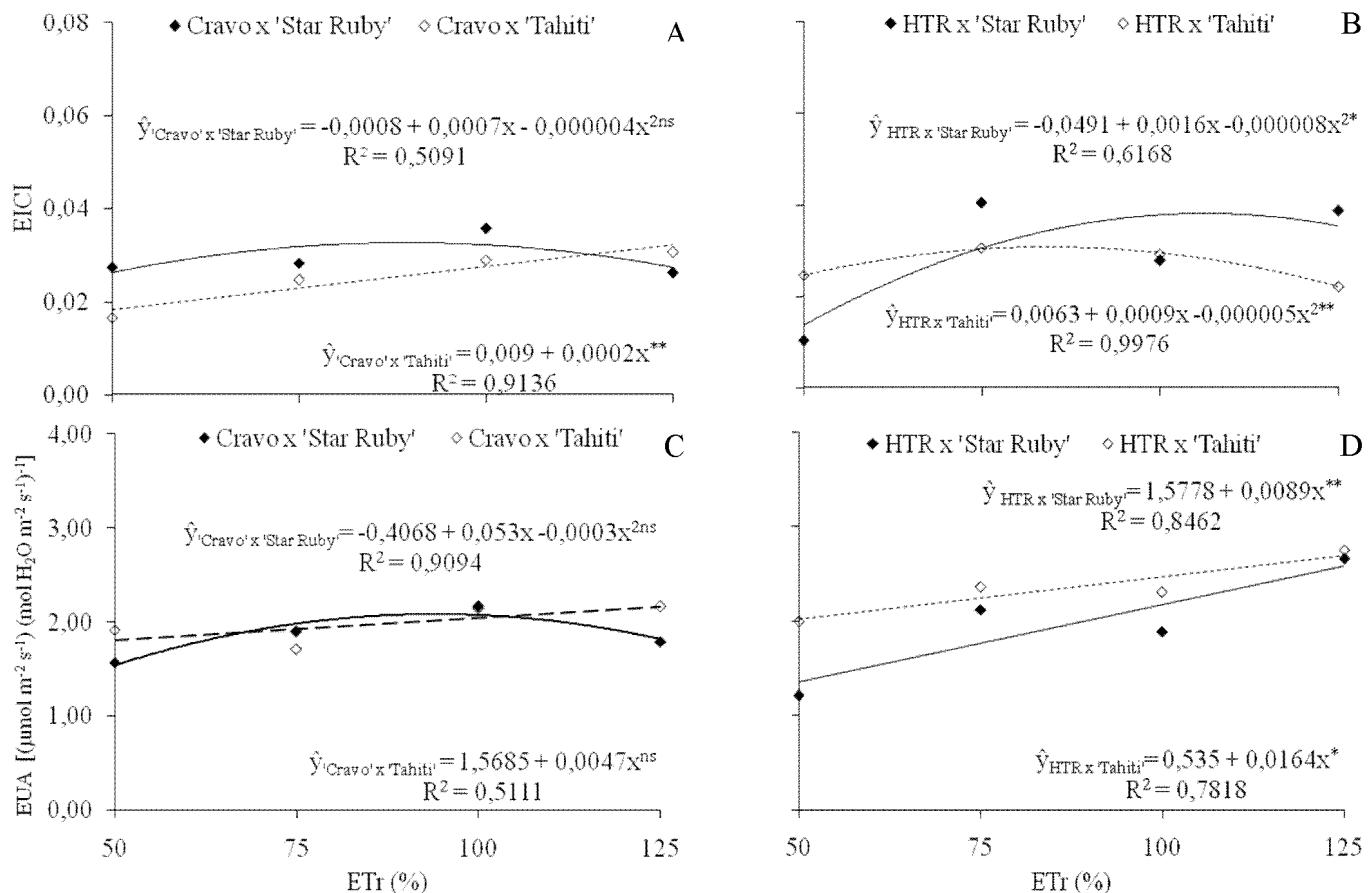


Figura 2. Efeito das lâminas de irrigação sobre a Eficiência do Uso da Água (EUA) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e na Eficiência Intrínseca da Carboxilação (EICi) aos 240 dias após transplante das combinações copa/porta-enxertos de citros estudados, Pombal, PB, 2011

Figure 2. Effect of water levels on the water use efficiency (EUA) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] and intrinsic carboxylation efficiency (EICi), at 240 days after transplanting combinations of scion/rootstock of citrus studied. Pombal, PB, 2011

A obtenção de melhores aspectos fisiológicos possibilita uma formação maior de fitomassa das plantas, fato observado em lâminas superiores a 75% da ETr (Figura 3); já os maiores valores de fitomassa das plantas foram obtidos nas combinações com o pomeleiro ‘Star Ruby’ (Tabela 3). Donato et al. (2007) encontraram resultados semelhantes, com combinações copa/porta-enxerto de citros com deficiência hídrica e constataram diferenças entre os regimes irrigados e com a supressão da água no crescimento das mudas cítricas. Cerqueira et al. (2004) e Peixoto et al. (2006) registraram, estudando porta-enxertos de citros com estresse hídrico, diferenciação entre genótipos destacando-se, como potenciais, aqueles que apresentaram maior formação de fitomassa, manutenção de trocas gasosas e maiores índices fisiológicos.

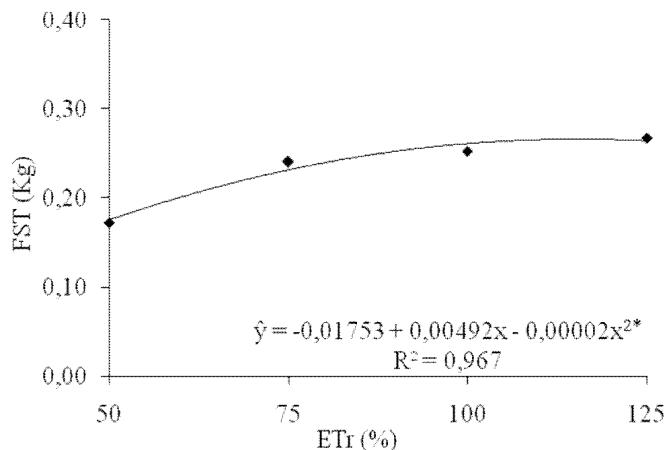


Figura 3. Efeito das lâminas de irrigação sobre fitomassa seca total (FST) (kg) aos 240 dias após transplante para os genótipos de citros estudados. Pombal, PB, 2011

Figure 3. Effect of water levels on the total dry matter (FST) (kg) at 240 days after transplanting for citrus genotypes studied. Pombal, PB, 2011

Tabela 3. Teste de comparação de médias (Tukey) entre porta-enxertos e variedades copa para a variável fitomassa seca total (FST) (kg) das plantas de citros sob estresse hídrico, aos 240 dias após transplante. Pombal, PB, 2011

Table 3. Test of mean comparison (Tukey) between rootstocks and scion variety for the total dry matter (FST) (kg) of citrus plants under water stress at 240 days after transplanting. Pombal, PB, 2011

Porta-enxerto		Copa	
Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’	HTR-069	Limeira ácida ‘Tahiti’	Pomeleiro ‘Star Ruby’
0,2126 b	0,2540 a	0,1840 B	0,2826 A

Letras iguais minúsculas entre porta-enxertos e maiúsculas entre copas, não têm diferença, conforme teste de Tukey ($p < 0,05$)

De acordo com Ayers & Westcot (1999) aceita-se, como critério para a escolha de uma cultura quanto à tolerância ao estresse hídrico, uma diminuição no rendimento potencial de até 10%, sendo o estresse máximo aceitável aquele que permite produzir rendimento relativo mínimo de 90%; sendo assim e se considerando a formação de fitomassa como variável de produção, pode-se dizer que se obtém, usando a lâmina estimada de 85% da ETr, crescimento satisfatório da cultura e maior eficiência no uso da água.

Em conformidade com os resultados de maior formação de fitomassa com melhores índices fisiológicos, tem-se

as correlações dos dados podendo-se verificar condições diferenciadas de acordo com a combinação copa/porta-enxerto (Tabelas 4 e 5). Neste sentido é interessante verificar que as diferenças estão relacionadas principalmente ao porta-enxerto, já que este pode conferir a variedade copa menor porte (Soares Filho, 2009). Característica desejada pelos agricultores quando

Tabela 4. Matriz de correlação entre as variáveis estudadas em cada combinação das copas com o limoeiro ‘Cravo’. Pombal, PB, 2011

Table 4. Correlation matrix between studied variables in each scion combination with the Rangpur lemon. Pombal, PB, 2011

Pomeleiro ‘StarRuby’ x Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’						
E	gs	A	EUA	EIC	FST	
50% da ETr						
CI	0,9822 ^{6,02}	0,9754 ^{7,07}	-0,9942**	-0,9968**	-0,9976**	-0,8555ns
E	-	0,9995**	-0,9563ns	-0,9941**	-0,9669 ^{8,42}	-0,9376ns
GS	-	-	-0,9461ns	-0,9899 ^{4,52}	-0,9579ns	-0,9486ns
A	-	-	-	0,9824 ^{5,98}	0,9992**	0,7948ns
EUA	-	-	-	-	0,9889 ^{4,75}	0,8942ns
EIC	-	-	-	-	-	0,8177ns
75% da ETr						
CI	0,9515ns	0,9992**	0,9977**	0,9863 ^{5,27}	0,9922**	0,8821ns
E	-	0,9634ns	0,9287ns	0,8877ns	0,9057ns	0,9842ns
GS	-	-	0,9941**	0,9787 ^{6,59}	0,9862 ^{5,30}	0,9008ns
A	-	-	-	0,9951**	0,9983**	0,8485ns
EUA	-	-	-	-	0,9992**	0,7923ns
EIC	-	-	-	-	-	0,8164ns
100% da ETr						
CI	0,9976**	0,9933**	0,9012ns	0,6701ns	0,2277ns	0,7381ns
E	-	0,9830 ^{5,87}	0,8691ns	0,6173ns	0,1599ns	0,6897ns
GS	-	-	0,9451ns	0,7511ns	0,3383ns	0,8109ns
A	-	-	-	0,9256ns	0,6272ns	0,9576 ^{6,30}
EUA	-	-	-	-	0,8753ns	0,9954**
EIC	-	-	-	-	-	0,8250ns
125% da ETr						
CI	0,9337 ns	-0,6363 ns	-0,8427 ns	-0,8560 ns	-0,8623 ns	-0,9341 ns
E	-	-0,8703 ns	-0,9796ns	-0,9843 ns	-0,9864ns	-1,0000 **
GS	-	-	0,9515 ns	0,9435 ns	0,8717 ns	0,8698 ns
A	-	-	-	0,9997 **	0,9993 **	0,9794ns
EUA	-	-	-	-	0,9999 **	0,9841ns
EIC	-	-	-	-	-	0,9863 ns
Limeira ácida ‘Tahiti’ x Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’						
50% da ETr						
CI	-0,9978 **	-0,9989 **	-0,9988 **	-0,9997 **	-0,9989 **	0,8789 ns
E	-	0,9998 **	0,9999 **	0,9991 **	0,9998 **	-0,9086 ns
GS	-	-	1,0000 **	0,9989 **	1,0000 **	-0,9003 ns
A	-	-	-	0,9997 **	1,0000 **	-0,9015 ns
EUA	-	-	-	-	0,9998 **	-0,8905 ns
EIC	-	-	-	-	-	-0,9001 ns
75% da ETr						
CI	-0,7503 ns	-0,7857 ns	-0,8513 ns	-0,9529 ns	-0,8672 ns	0,4537 ns
E	-	0,9985 **	0,9856 ns	0,9155 ns	0,9798 ns	0,2487 ns
GS	-	-	0,9934 **	0,9364 ns	0,9894 *	0,1948 ns
A	-	-	-	0,9704 ns	0,9995 **	0,0813 ns
EUA	-	-	-	-	0,9704 ns	-0,1619 ns
EIC	-	-	-	-	-	0,0502 ns
100% da ETr						
CI	-0,9547 ns	-0,3233 ns	-0,9992 **	-0,9808 ns	-1,0000 **	-0,7532 ns
E	-	0,5903 ns	0,9655 ns	0,8784 ns	0,9517 ns	0,9148 ns
GS	-	-	0,3598 ns	0,1327 ns	0,3140 ns	0,8660 ns
A	-	-	-	0,9725 ns	0,9988 **	0,7781 ns
EUA	-	-	-	-	0,9827 ns	0,6105 ns
EIC	-	-	-	-	-	0,7467 ns
125% da ETr						
CI	-0,9423 ns	-0,9543 ns	-0,9410 ns	-0,9448 ns	-0,9469 ns	-0,8838 ns
E	-	0,9993 **	1,0000 **	1,0000 **	0,9999 **	0,9894 *
GS	-	-	0,9991 **	0,9995 **	0,9997 **	0,9832 *
A	-	-	-	0,9999 **	0,9998 **	0,9900 *
EUA	-	-	-	-	1,0000 **	0,9883 *
EIC	-	-	-	-	-	0,9873 *

ns não significativo. * significativo a 5%. ** significativo a 1%

Tabela 5. Matriz de correlação entre as variáveis estudadas em cada combinação das copas com o híbrido trifoliado, Pombal, PB, 2011

Table 5. Correlation matrix between studied variables in each scion combination with the trifoliolate hybrid. Pombal, PB, 2011

Pomeleiro 'Star Ruby' x Híbrido trifoliado – 069						
E	GS	A	EUA	EIC	FST	
50% da ETr						
CI	0,9786 ns	0,9664 ns	-0,6021 ns	-0,9925 **	-0,8630 ns	0,3539 ns
E	-	0,9986 **	-0,4249 ns	-0,9460 ns	-0,7405 ns	0,5388 ns
GS	-	-	-0,3765 ns	-0,9276 ns	-0,7040 ns	0,5825 ns
A	-	-	-	0,6954 ns	0,9230 ns	0,5336 ns
EUA	-	-	-	-	0,9184 ns	-0,2366 ns
EIC	-	-	-	-	-	0,1695 ns
75% da ETr						
CI	0,9992 **	1,0000 **	0,9999 **	-0,9981 **	0,9997 **	-0,7563 ns
E	-	0,9992 **	0,9997 **	-0,9998 **	0,9999 **	-0,7288 ns
GS	-	-	0,9999 **	-0,9981 **	0,9997 **	-0,7563 ns
A	-	-	-	-0,9990 **	1,0000 **	-0,7456 ns
EUA	-	-	-	-	-0,9993 **	0,7145 ns
EIC	-	-	-	-	-	-0,7393 ns
100% da ETr						
CI	-0,5331 ns	-0,6025 ns	-0,6514 ns	-0,7805 ns	-0,6738 ns	-0,9209 ns
E	-	0,9964 **	0,9892 *	0,9450 ns	0,9844 ns	0,8208 ns
GS	-	-	0,9980 **	0,9692 ns	0,9957 **	0,8660 ns
A	-	-	-	0,9828 ns	0,9996 **	0,8957 ns
EUA	-	-	-	-	0,9878 **	0,9625 ns
EIC	-	-	-	-	-	0,9086 ns
125% da ETr						
CI	0,9194 ns	0,9933 **	0,9016 ns	0,8290 ns	-0,7646 ns	-0,4745 ns
E	-	0,9587 ns	0,9991 **	0,9822 ns	-0,4495 ns	-0,7825 ns
GS	-	-	0,9456 ns	0,8881 ns	-0,6850 ns	-0,5732 ns
A	-	-	-	0,9893 ns	-0,4107 ns	-0,8086 ns
EUA	-	-	-	-	-0,2735 ns	-0,8857 ns
EIC	-	-	-	-	-	-0,2044 ns
Limeira ácida 'Tahiti' x Híbrido trifoliado – 069						
50% da ETr						
CI	0,8133 ns	0,8294 ns	0,7279 ns	-0,0558 ns	0,6486 ns	0,0895 ns
E	-	0,9996 **	0,9910 **	0,5355 ns	0,9703 ns	0,6523 ns
GS	-	-	0,9868 ns	0,5115 ns	0,9632 ns	0,6307 ns
A	-	-	-	0,6440 ns	0,9940 **	0,7481 ns
EUA	-	-	-	-	0,7238 ns	0,9894 *
EIC	-	-	-	-	-	0,8161 ns
75% da ETr						
CI	0,7109 ns	0,6100 ns	0,4604 ns	-0,4398 ns	0,2528 ns	0,5939 ns
E	-	0,9909 **	0,9516 ns	0,3190 ns	0,8602 ns	0,9516 ns
GS	-	-	0,9843 ns	0,4434 ns	0,9209 ns	-0,9998 **
A	-	-	-	0,5948 ns	0,9753 ns	-0,9876 ns
EUA	-	-	-	-	0,7578 ns	-0,4614 ns
EIC	-	-	-	-	-	1,0000 **
100% da ETr						
CI	-0,8142 ns	-0,9099 ns	-0,9433 ns	-0,9394 ns	-0,9500 ns	0,5807 ns
E	-	0,5000 ns	0,5752 ns	0,5657 ns	0,5921 ns	0,0000 ns
GS	-	-	0,9960 **	0,9970 **	0,9940 **	-0,8660 ns
A	-	-	-	0,9999 **	0,9998 **	-0,8180 ns
EUA	-	-	-	-	0,9995 **	-0,8246 ns
EIC	-	-	-	-	-	-0,8059 ns
125% da ETr						
CI	0,8564 ns	-0,9954 **	-0,9975 **	-0,9982 **	-0,9977 **	-0,7036 ns
E	-	-0,8030 ns	-0,8177 ns	-0,8237 ns	-0,8190 ns	-0,9695 ns
GS	-	-	0,9997 **	0,9994 **	0,9996 **	0,6323 ns
A	-	-	-	0,9999 **	1,0000 **	0,6516 ns
EUA	-	-	-	-	1,0000 **	0,6595 ns
EIC	-	-	-	-	-	0,6533 ns

ns não significativo. ** significativo a 1%

possibilita o adensamento entre plantas e o desbaste de plantas infectadas na fase assintomática da doença HLB, conhecida como *Greening* (Stochi & Girardi, 2011).

Verificam-se, em limoeiro 'Cravo Santa Cruz' enxertado com pomeleiro 'Star Ruby' e limeira ácida 'Tahiti', seleção Embrapa 2001, correlações preditivas, positivas e

significativas, notadamente entre as variáveis fotossíntese (*A*) e fitomassa seca total (FST) (kg), fato observado nos resultados obtidos nos quais foram notadas maior fitomassa e maior fotossíntese em lâminas superiores a 75% da ETr (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por García-Tejero et al. (2010), em citros conduzidos sob déficit de irrigação, durante 11 anos, correlações preditivas, notadamente entre a produção e a condutância estomática e transpiração. Esses autores reportaram, ainda, que a redução na disponibilidade hídrica ocasiona queda na produção.

Quando avaliadas essas correlações em copas enxertadas sobre o Híbrido trifoliado – 069 (Tabela 5) observam-se correlações pouco preditivas e, em algumas situações, negativas, fato interessante pois o produto da fotossíntese não está sendo convertido com eficiência em fitomassa das plantas, o que pode ser relacionado à característica da planta em ser ananiciente, como reportado por Soares Filho (2009). Em vista de ser uma característica desejada pelos agricultores diante das condições impostas por problemas fitossanitários, é relevante verificar, em trabalhos futuros, a produção desses materiais sobre estresse, já que os fotoassimilados podem estar sendo reservados para a formação de flores e frutos, fato característico na fisiologia de produção das plantas cítricas.

Verifica-se que a fitomassa das plantas é uma variável que tem maiores índices de correlação para a cultura dos citros (Tabelas 4 e 5) embora muitos não sejam significativos sugerindo esta variável para avaliação da intensidade do estresse às plantas.

CONCLUSÕES

A aplicação de lâminas menores que 75% da ETr compromete 10% das trocas gasosas, a fotossíntese das combinações das copas (limeira ácida 'Tahiti' e pomeleiro 'Star Ruby') e os porta-enxertos (limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e o Híbrido Trifoliado -069) de citros;

A combinação do limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e o pomeleiro 'Star Ruby' têm potencial para o semiárido devido ao melhor comportamento fisiológico e à maior eficiência no uso da água;

O Pomeleiro 'Star Ruby' (*Citrus paradisi*) apresentou maior produção de fitomassa seca total em condição de estresse hídrico;

Lâminas de irrigação acima de 85% da ETr podem ser referência para estudos de lâminas adequadas de irrigação em citros no semiárido.

LITERATURA CITADA

- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).
- Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de Irrigação. 8ª ed. Viçosa: Editora 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 citrinos à salinidade na formação de porta-enxertos. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.3, n.4, p.343-353, 2008. <[http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path\[\]](http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path[])=364&path[]>. 02 Jul. 2012. doi:10.5039/agraria.v3i4a364.

- Cerqueira, E. C.; Peixoto, C. P.; Soares Filho, W. S.; Castro Neto, M. T.; Ledo, C. A. S.; Matos, F. S.; Oliveira, J. G. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. Revista Brasileira de Fruticultura, v.26, n.3, p.515-519, 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v26n3/23158.pdf>>. 02 Jul. 2012. doi: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, n.2, p.297-320, 2006. <http://revistalaranja.centrodecitricultura.br/index.php?pag=edicoes_revista&edicaon=15>. 02 Jul. 2012.
- Donato, S. L. R.; Pereira, C. S.; Barros, Z. 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, n.10, p.1507-1510, 2007. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007001000020&lng=pt&nrm=iso>. 02 Jul. 2012. doi:10.1590/S0100-204X2007001000020.
- Fernandes, P. D.; Brito, M. E. B.; Gheyi, H. R.; Soares Filho, W. S.; Melo, A. S. de; Carneiro, P. T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. Acta Scientiarum.Agronomy, v.33, n.2, p.259-267, 2011. <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/5582/5582>>. 03 Jul. 2012. doi:10.4025/actasciagron.v33i2.5582.
- Ferreira, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437p.
- García-Tejero, I.; Romero-Vicente, R.; Jiménez-Bocanegra, J. A.; Martínez-García, G.; Durán-Zuazo, V. H.; Muriel-Fernández, J. L. Response of citrus trees to deficit irrigation during different phenological periods in relation to yield, fruit quality, and water productivity. Agricultural Water Management, v.97 n.5, p.689-699, 2010. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377409003667>>. 02 Jul. 2012. . doi:10.1016/j.agwat.2009.12.012.
- Gomes, M. M. A.; Lagôa, A. M. M. A.; Medina, C. L.; Machado, E. C.; Machado, M. A. Interactions between leaf water potential, stomatal conductance and abscisic acid content of orange trees submitted to drought stress. Brazilian Journal Plant Physiology, v.16, n.3, p.155-161, 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/bjpp/v16n3/22852.pdf>>. 03 Jul. 2012. doi:10.1590/S1677-04202004000300005.
- Jaimez, R. E.; Rada, F.; Garcia-Núñez, C.; Azócar, A. Seasonal variations in leaf gas exchange of platin cv. Hartón (*Musa AAB*) under different soil water conditions in a humid tropical region. Scientia Horticulturae, v.104, n.1, p.79-89, 2005. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423804001098>>. 02 Jul. 2012. doi:10.1016/j.scienta.2004.07.002.
- Jifon, J. L.; Syvertsen, J. P. Moderate shade can increase net gas exchange and reduce photoinhibition in citrus leaves. Tree Physiology, v.23, n.2, p.119-127, 2003. <<http://treephys.oxfordjournals.org/content/23/2/119.full.pdf>>. 03 Jul. 2012. doi:10.1093/treephys/23.2.119.
- Konrad, M. L. F.; Silva, J. A. B.; Furlani, P. R.; Machado, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeiro sob estresse de alumínio. Bragantia, v.64, n.3, p.339-347, 2005. <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v64n3/26427.pdf>>. 03 Jul 2012. doi:10.1590/S0006-87052005000300004.
- 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 laranjeira ‘Valência’. Scientia Agricola, v.59, n.1, p.53-58, 2002. <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v59n1/8073.pdf>>. 03 Jul. 2012. doi:10.1590/S0103-90162002000100 007.
- Machado, F. L. C.; Oliveira, V. S. de; Costa, J. M. C. da. Postharvest quality of grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.) produced from initial plantings in Ceará state, Brazil. Revista Ciência Agronômica, v.42, n.4, p.965-970, 2011. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902011000400019&lng=en&nrm=iso&tlang=pt>. 03 Jul. 2012. doi:10.1590/S1806-66902011000400019.
- Martins, F. B.; Streck, N. A.; Silva, J. C. da; Morais, W. W.; Susin, F.; Navroski, M. C.; Vivian, M. A. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.1297-1306, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a37v32n3.pdf>>. 03 Jul. 2012. doi:10.1590/S0100-06832008000300037.
- Mattos Junior, D.; Negri, J. D. de; Pio, R. S.; Pompeu Junior, J. Citros. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. 929p.
- Melo, A. S. de; Silva Júnior, C. D. da; Fernandes, P. D.; Sobral, L. F.; Brito, M. E. B.; Dantas, J. D. M. Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. Ciência Rural, v.39, n.3, 2009. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000300016>. 04 Jul. 2012. doi:10.1590/S0103-84782009000300016.
- 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, n.1, p.75-87, 2001. <<http://www.scielo.br/pdf/rbfv/v13n1/9275.pdf>>. 04 Jul. 2012. doi:10.1590/S0103-31312001000 100009.
- Peixoto, C. P. Cerqueira, E. C.; Soares Filho, W. S.; Castro Neto, M. T. de; Ledo, C. A. S.; Matos, F. S. A.; Oliveira, J. G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. Revista Brasileira de Fruticultura, v.28, n.3, p.439-443, 2006. <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v28n3/22.pdf>>. 04 Jul. 2012. doi:10.1590/S0100-29452006000300022.
- Quiñones, A.; Bañuls, J.; Primo-Millo, E.; Legaz, F. Recovery of the ¹⁵N-labelled fertiliser in citrus trees in relation with timing of application and irrigation system. Plant and Soil, n.268, p.367-376, 2005. <<http://www.springerlink.com/content/j87555712136953t/fulltext.pdf>>. 04 Jul. 2012. doi:10.1007/s11104-004-0337-x.

- Shimazaki, K. I.; Doi, M.; Assmann, S. M.; Kinoshita, T. Light regulation of stomatal movement. Annual Review of Plant Biology, v.58, p.219-247, 2007. <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.aplant.57.032905.105434>>. 04 Jul. 2012. doi:10.1146/annurev.aplant.57.032905.105434.
- Soares Filho, W. dos S. (ed.). Reunião técnica: obtenção, seleção e manejo de variedades porta-enxerto de citros adaptadas a estresses abióticos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 420p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Documentos, 187).
- Stuchi, E. S.; Girardi, E. A. Adensamento de plantio deve ser o quarto elemento no manejo do HLB. Citricultura Atual, v.16, n.81, p.12-16, 2011. <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/888881/1/id27734.pdf>>. 03 Jul. 2012.
- Suassuna, J. F. Tolerância de genótipos de citros ao estresse hídrico na fase de formação de porta-enxerto. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2011. 118p. Dissertação Mestrado.
- Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia Vegetal. 4.ed. Porto Alegre: ArtMed, 2009. 819p.