



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS

**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE COMBINAÇÕES
COPA/PORTA-ENXERTOS DE CITROS SOB ESTRESSE
HÍDRICO**

**Pombal-PB
Fevereiro de 2012**

LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS

**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE COMBINAÇÕES
COPA/PORTA-ENXERTOS DE CITROS SOB ESTRESSE HÍDRICO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D.Sc. Marcos Eric Barbosa Brito

Co-Orientador: Prof. D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre

Pombal-PB

Fevereiro de 2012

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/UFMG**

A599r Anjos, Lauriane Almeida dos.

Respostas morfofisiológicas de combinações
capa/portaenxerto de citros ao estresse hídrico / Lauriane
Almeida dos Anjos. – Pombal: UFGG, 2012.

65f.

Orientador: Prof.º Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
Coorientador: Prof.º Dr. Reginaldo Gomes Nobre

Monografia (Graduação em Agronomia) – UFGG/CCTA
/UAGRA.

1. Genótipos. 2. Déficit Hídrico. 3. Mudanças Cítricas. I. Brito,
Marcos Eric Barbosa. II. Nobre, Reginaldo Gomes. III. Título.

UFGG/CCTA

CDU 631.523 (043)

LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS

**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE COMBINAÇÕES
COPA/PORTA-ENXERTOS DE CITROS SOB ESTRESSE HÍDRICO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 27 de Fevereiro de 2012

BANCA EXAMINADORA

Orientador: D.Sc. Marcos Eric Barbosa Brito

Professor DSc. UAGRA/CCTA/UFCG

Co-Orientador: D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre

Professor DSc. UAGRA/CCTA/UFCG

Francisco Hevilásio Freire Pereira

Professor DSc. UAGRA/CCTA/UFCG

Janivan Fernandes Suassuna

Doutorando em Eng. Agrícola/UEAg/CTRN/UFCG

Pombal-PB

Fevereiro de 2012

DEDICATÓRIA

De maneira muito especial, ao meu esposo Geovani Soares de Lima pelo seu amor, compreensão e incentivo, que nas horas mais difíceis foi minha maior fortaleza e inspiração para a realização deste trabalho.

DEDICO

Aos meus pais, Raimundo Antônio F. dos Anjos e Maria Dalva F. de Almeida (in memoriam) e meus avós, Izaú Pedro de Almeida e Ana F. de Almeida, que souberam me conduzir na vida à procura de um ideal, pelo exemplo de vida e apoio em momentos decisivos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida.

A meu esposo Geovani, pela presença incondicional, dedicação e auxílio durante a realização deste trabalho.

A meus avôs, Izaú Pedro de Almeida e Ana Freitas de Almeida, pelo apoio, incentivo, criação, fé e esforços para a formação moral de seus filhos.

Ao professor Marcos Eric Barbosa Brito, pela orientação e valiosos ensinamentos científicos, pelo exemplo, confiança e amizade.

Ao professor Reginaldo Gomes Nobre, que além da amizade e orientação, proporcionou momentos fundamentais para minha formação profissional.

A todos os funcionários e professores do CCTA, em especial à Joice Emanuele, Francisco e Roberta Chaiene, pelo convívio diário durante a realização do curso e precioso conhecimento transmitido.

Aos membros da banca examinadora, Francisco Hevilásio Freire Pereira e Janivan Fernandes Suassuna, pela disponibilidade para avaliação deste trabalho e pelas valiosas sugestões.

A todos aqueles que colaboraram de alguma forma para o cumprimento desta etapa da minha vida, meus sinceros agradecimentos.

"Na vida, não vale tanto o que temos, nem tanto importa o que somos. Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós!"

Chico Xavier

"Posso todas as coisas naquele que me fortalece".

Filipenses 4:13

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diâmetro de caule no porta-enxerto (Diam P.E.) (A) e diâmetro de caule da copa (Diam Copa) (B), das combinações copa/porta-enxerto de citros aos 240 dias após transplântio.	28
Figura 2. Efeito das lâminas de irrigação sobre a taxa de crescimento relativo do diâmetro do porta-enxerto (TCRP) das combinações copa/porta-enxertos de citros estudados aos 240 dias após transplântio.	32
Figura 3. Efeito das lâminas de irrigação sobre a taxa de crescimento relativo dos diâmetros no ponto de enxertia (TCRE) (A) e da copa (TCRC) (B), das combinações copa/porta-enxertos de citros aos 240 dias após transplântio.	33
Figura 4. Efeito das lâminas de irrigação sobre a fitomassa das raízes às profundidades de 0-20 cm (FSR 0-20) (A), e 20-40 cm (FSR 20-40) (B), da parte aérea (FSPA) (C) e total (FST) (D), aos 240 dias após transplântio das combinações copa/porta-enxertos de citros.	36
Figura 5. Efeito das lâminas de irrigação sobre a concentração interna de CO ₂ (C _i) (μmol mol ⁻¹) (A e B), transpiração (E) (mmol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) (C e D), condutância estomática (g _s) (mol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) (E e F) e fotossíntese líquida (A) (μmol m ⁻² s ⁻¹) (G e H), aos 240 dias após transplântio das combinações copa/porta-enxertos de citros.	42
Figura 6. Efeito das lâminas de irrigação sobre a eficiência do uso da água (EUA) [(μmol m ⁻² s ⁻¹) (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) ⁻¹] e eficiência Intrínseca da Carboxilação (EIC _i) das combinações copa/porta-enxertos de citros estudados aos 240 dias após transplântio.	43

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF), diâmetros de caule medidos no porta-enxerto (Diam P.E.), no ponto de enxertia (Diam Enx) e da copa (Diam Copa) e o conteúdo relativo de água (CRA) das plantas de citros aos 240 dias após transplântio (DAT).....	27
Tabela 2. Teste de médias para os diâmetros do caule do porta-enxerto (Diam P.E.), no ponto de enxertia (Diam Enx) e na copa (Diam Copa), e número de folhas (NF) em função das variedades de porta-enxertos e copas de citros aos 240 dias após transplântio (DAT).	30
Tabela 3. Resumo da análise de variância para taxa de crescimento relativo do diâmetro de caule medidos no porta-enxerto (TCRDP), no ponto de enxertia (TCRDE) e na copa (TCRDC) das plantas de citrus aos 240 dias após transplântio (DAT) sob as fontes de variação estudadas.	31
Tabela 4. Teste de médias para taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule do porta-enxerto (TCRDP), no ponto de enxertia (TCRDE) e da copa (TCRDC) estudadas em função das variedades de porta-enxertos e copas de citros aos 240 dias após transplântio (DAT).....	34
Tabela 5. Resumo da análise de variância para fitomassa seca das raízes nas profundidades de 0-20 cm e 20 a 40 cm, fitomassa da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca total (FST) das plantas de citrus aos 240 dias após transplântio (DAT) sob as fontes de variação estudadas.	35
Tabela 6. Fitomassa seca das raízes a 0 - 20 cm e de 20 - 40 cm, fitomassa da parte aérea (FSPA) e total (FST) em função dos níveis de água estudados com a média das combinações copa/porta-enxerto.	38
Tabela 7. 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) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a Transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a Fotossíntese líquida, (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a Eficiência no uso da água (EUA) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$], e a Eficiência instantânea da carboxilação (EICi) em função das	

	Pág.
fontes de variação: Lâmina (L), Porta-enxerto (PE) e Copa (C), e suas interações.....	40
Tabela 8. Matriz de correlação entre as variáveis estudadas em cada combinação das copas com o limoeiro 'Cravo'	45
Tabela 9. Matriz de correlação entre as variáveis estudadas em cada combinação das copas com o híbrido trifoliado	46

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1. Água no semiárido brasileiro	15
3.2. Citros.....	16
3.3. Panorama da citricultura brasileira	17
3.4. Relações hídricas em citros	18
3.4.1. Estresse hídrico e suas consequências para a citricultura	18
3.4.2. Resposta fisiológica dos citros às condições hídricas do solo.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1. Caracterização da área experimental	21
4.1.1. Localização.....	21
4.1.2. Clima da região.....	21
4.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	22
4.2.1. Lâminas de água	22
4.2.2. Combinações copa/porta-enxerto.....	22
4.3. Procedimento experimental	23
4.3.1. Recipientes	23
4.3.2. Irrigação	23
4.3.3. Condução do experimento.....	24
4.4. Características avaliadas	24
4.4.1. Variáveis de crescimento.....	24
4.4.1.1. Diâmetros.....	24
4.4.1.2. Número de folhas	25

	Pág.
4.4.1.3. Taxa de crescimento relativo	25
4.4.2. Variáveis fisiológicas	25
4.4.3. Conteúdo relativo de água.....	25
4.4.4. Avaliação destrutiva.....	26
4.5. Análises estatísticas.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÕES	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

ANJOS, L.A. dos. **Respostas morfofisiológicas de combinações de variedades copa/porta-enxertos de citros sob estresse hídrico**. Pombal: UFCG, 2012. 65 f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

RESUMO

O estresse hídrico afeta o crescimento, o desenvolvimento e a produção de espécies frutíferas, dentre as quais os citros. No entanto, o uso de combinações de copa/porta-enxertos tolerantes pode garantir a sustentabilidade do agronegócio citrícola em tais condições. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento morfofisiológico de quatro combinações copa/porta-enxerto de citros (*Citrus spp*), sob estresse hídrico em casa de vegetação. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições, constando de quatro lâminas de água aplicadas às plantas, sendo 50, 75, 100 (testemunha) e 125% da Evapotranspiração Real (ET_r) e quatro combinações copa/porta-enxerto de citros. Avaliaram-se variáveis de crescimento, as trocas gasosas e a formação de biomassa. A redução na lâmina de água aplicada comprometeu o crescimento em número de folhas, diâmetro de caule dos porta-enxertos, no ponto de enxertia e da copa; O estresse hídrico afetou a fitomassa seca total das plantas, sendo que o maior valor (266,02 g por planta) foi obtido com 115% de reposição da Evapotranspiração Real; A aplicação de lâminas menores que 75% da ET_r comprometem, em mais de 10%, as trocas gasosas e a fotossíntese das combinações copa/porta-enxerto de citros estudadas; A combinação entre o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e o pomeleiro 'Star Ruby' tem potencial de crescimento no semiárido, por ter melhor desenvolvimento fisiológico e maior eficiência no uso da água. A lâmina de irrigação de 100% da ET_r, proporciona maior crescimento da parte aérea, podendo ser usada como referência para estudos de lâminas adequadas de irrigação em citros no semiárido.

Palavras-chave: genótipos; déficit hídrico; mudas cítricas.

ANJOS, L.A. dos. **Aspects morphophysiological of combinations scion/rootstock of citrus under water stress**. Pombal: UFCG, 2012. 65f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande. Center of Sciences and Technology Agroalimentar. Pombal, PB.

ABSTRACT

The water stress affects the growth, the development and the production of fruitful species, among which citrus. The use of combinations scion/rootstock tolerant can guarantee the agribusiness of citrus under such conditions. With the intention of assisting that need, this work had as objective evaluates the growth of four combinations citrus scion/rootstock under water stress vegetation home, constituted of improved materials obtained by PMG of citrus of CNPMF, in a randomized blocks experimental, with three repetitions, consisting from four levels of water to the plants, being 50, 75, 100 (testifies) and 125% of Real Evapotranspiration (ETr) and four combinations citrus scion/rootstock. Growth variables, physiologic measures and biomass formation were evaluated, being the data submitted to the variance analysis by the test 'F' with studies of regression polynomial. The reduction in the applied sheet committed the growth in number of leaves, rootstocks diameter, grafting and cup; The use of the irrigation affected the fitomassa total drought of the plants, and the largest value (266,02 g for plant) it was obtained with 115% of replacement of Evapotranspiração Real; The application of smaller sheets than 75% of ETr commit, in more than 10%, the gaseous changes and the photosynthesis of the combinations scion/rootstock of studied citrus; The combination between he lemon tree 'I Cravo Santa Cruz' and the grapefruit 'Star Ruby' has growth potential in the semiarid, for there being better physiologic behavior and larger water use efficiency; The water level of 100% of ETr, better growth of shoots, which can be used as reference for studies of appropriate slides in citrus irrigation in the semiarid.

Keywords: genotypes; water deficit; citrus seedlings.

1. INTRODUÇÃO

Os citros compreendem um grupo de fruteiras dos mais importantes para o Brasil, devido ao valor nutritivo dos frutos e ao papel sócio-econômico que desempenha como produto de exportação (COELHO et al., 2006). Todavia, devido à diversidade climática brasileira, grande partes das áreas cultivadas com plantas cítricas estão sujeitas à variações agroclimáticas, verificando-se, em algumas regiões, uma quantidade média de chuvas aquém das necessidades das plantas, como no Semiárido do Brasil, onde a distribuição das precipitações pluviométricas é irregular, o que vem a causar períodos de déficit hídrico no solo e, conseqüentemente, ocasionar estresse hídrico às plantas (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

Deste modo o déficit hídrico torna-se uma situação comum na exploração de muitas culturas, podendo apresentar impactos negativos sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas (MARTINS et al., 2008), provoca alterações no comportamento vegetal, cujo grau de tolerância vai depender do genótipo, da duração, da intensidade e do estágio de desenvolvimento da planta (AYERS & WESTCOT, 1999).

Estudos das relações hídricas e das interações causadas pelo déficit hídrico temporário nos processos fisiológicos são de fundamental importância, uma vez 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).

Assim a identificação de germoplasma contendo genótipos com diversidade de respostas à deficiência hídrica é de interesse em programas de melhoramento genético, sendo importante o conhecimento dos mecanismos relacionados a tais respostas diferenciais das plantas. Nesse sentido, características fisiológicas podem ser empregadas na seleção de genótipos tolerantes à seca (Peixoto et al., 2006). 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. 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 da formação de fitomassa, auxiliando, assim, na descrição de materiais mais promissores.

A exemplo do que se observa em outras frutíferas propagadas por enxertia, nos citros a tolerância ao estresse hídrico deve ser avaliada considerando-se a combinação copa/porta-enxerto. A seleção criteriosa de ambos é fundamental para o sucesso da citricultura. Sendo assim, o conhecimento do comportamento dos porta-enxertos, das copas e da combinação mais adequada a diferentes situações é crucial, pois os porta-enxertos afetam várias características da planta, particularmente a resistência a estresses ambientais (CERQUEIRA et al., 2004).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o comportamento morfofisiológico de quatro combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico cultivados em casa de vegetação.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o crescimento inicial das combinações copa/porta-enxerto sob diferentes lâminas de água até o período de floração;
- Estudar as alterações morfológicas e fisiológicas ocasionadas nas plantas, em função dos tratamentos testados;
- Estudar a tolerância das diferentes combinações de copa/porta-enxertos de citros ao estresse hídrico, para indicar combinações com potencial promissor à produção no semiárido.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Água no semiárido brasileiro

A água desempenha um papel vital e insubstituível em todo o equilíbrio ecológico, sendo um recurso natural imprescindível à manutenção da vida na Terra (RODRIGUES et al., 2001), e principal constituinte da matéria viva, a título de exemplo, em uma célula humana, em média, cerca de 75% é composta por água, no mundo, cerca de 75% da superfície também é coberta por água (VARGAS, 2000).

No Brasil, face às suas dimensões, a variabilidade climática anual e sazonal no território é significativa. Essa variabilidade é o maior condicionante da disponibilidade hídrica, constituindo-se em fator de sustentabilidade das atividades socioeconômicas (TUCCI et al., 2001). Dentre os fatores que podem agravar o problema da disponibilidade de água, relacionado à má distribuição, estão à degradação da vegetação contribuindo com o processo de erosão, além da redução na qualidade da água com a adição de esgotos de origem doméstica, industrial e agrícola.

Tal situação é mais grave no Nordeste brasileiro, notadamente no semiárido, pois, com uma disponibilidade hídrica anual de 700 bilhões de metros cúbicos, a qual pode ser considerada expressiva, somente 24 bilhões de metros cúbicos permanecem efetivamente disponíveis. O restante, 97%, é consumido pelo fenômeno da evaporação que, em média, atinge 2000 mm anuais, e pelo escoamento superficial (REBOUÇAS & MARINHO, 1972).

O Nordeste é uma região pobre em volume de escoamento de água dos rios devido à variabilidade temporal das precipitações pluviométricas e das características geológicas dominantes, onde há predominância de solos rasos sobre rochas cristalinas e, conseqüentemente, baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente (CIRILO et al., 2010). Outra consideração relacionada à distribuição está associada ao elevado potencial de perda de água por evapotranspiração; baixo nível de aproveitamento das águas de chuva e opção por tecnologia com grandes açudes, com grandes espelhos de água que facilitam a evaporação (CAVALCANTI et al., 2006).

Assim, o conhecimento do manejo adequado dos recursos hídricos na referida região exige conhecimentos sobre o seu efeito no crescimento e no rendimento das culturas. A fim de atender à demanda hídrica necessária ao ótimo desenvolvimento, sendo associadas à produção de culturas tolerantes à seca. Isto deve ser alcançado da maneira mais eficiente possível, adotando-se técnicas que determinam com maior exatidão o consumo de água pelas culturas (RODRIGUES, 2009).

3.2. Citros

Os citros têm origem nas zonas tropicais úmidas do sudeste da Ásia, em uma zona que compreende desde a vertente meridional do Himalaia até a China meridional, Indochina, Tailândia, Malásia e Indonésia (AGUSTÍ, 2000). Além de serem produzidos para o consumo como fruta fresca e suco, os citros são cultivados também para a produção de óleo e ácido cítrico (DOORENBOS & KASSAM, 1979).

As plantas cítricas cultivadas pertencem aos gêneros *Citrus*, *Poncirus* e *Fortunella*, os quais integram a família Rutaceae. Caracterizam-se por não serem caducifólias, pois há uma contínua reposição de folhas, as quais podem permanecer na planta por mais de dois anos. São consideradas tipicamente mesofíticas, mas as folhas têm muitas características xeromórficas; a exemplo, as folhas são rígidas, sem atividade estomática na parte adaxial, apresentando camada de cera, e o murchamento em folhas maduras só ocorre com potenciais de água considerados relativamente baixos (BARBOZA JÚNIOR, 2007). São plantas que regulam bem a perda de água, apresentando características morfofisiológicas que as tornam plantas eficientes no uso de água e com características de tolerância à seca, quando comparadas a outras culturas (PISSINATO et al., 2010; BRITO, 2010).

3.3. Panorama da citricultura brasileira

Os frutos cítricos representam 23% de toda a produção mundial de frutas e há décadas o Brasil ocupa posição de destaque na citricultura. Atualmente, o país lidera a produção mundial de laranja, com aproximadamente 18,3 milhões de toneladas de frutas produzidas (FAO, 2010).

Esse importante sistema é principalmente representado pelo estado de São Paulo, que representa 75% da produção brasileira de citros, com uma área de aproximadamente 600 mil hectares. Em segundo lugar encontra-se o estado da Bahia, responsável por 5% da produção, seguido pelos estados de Sergipe (4,2%), Minas Gerais (3,2%), Paraná (2,3%) e Rio Grande do Sul (1,2%) (IBGE, 2006). No Nordeste, o Estado da Bahia se destaca com a maior produção, tendo atingido 986,2 mil toneladas, e a Paraíba encontra-se na oitava posição no ranking do Nordeste, com 21 mil toneladas, estando à frente apenas do Rio Grande do Norte (IBGE, 2008). Predominando nos municípios de Matinhas, Alagoa Nova, São Sebastião de Lagoa de Roça, Lagoa Seca e Esperança (IBGE, 2008), onde predomina o plantio da tangerineira 'Dancy' (*Citrus tangerina* Hort. ex Tanaka) (LOPES et al., 2007).

3.4. Relações hídricas em citros

3.4.1. Estresse hídrico e suas consequências para a citricultura

Entre os vários fatores limitantes à produção vegetal, o déficit hídrico ocupa posição de destaque, pois além de afetar as relações hídricas nas plantas, alterando-lhes o metabolismo, é fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis (NOGUEIRA et al., 2001).

Ressalta-se que, para a produção de citros, o regime pluviométrico varia de 600 a 1300 mm ano⁻¹ para obtenção de altos níveis de rendimento (ORTOLANI et al., 1991). Para se ter uma idéia da importância do regime hídrico, a evapotranspiração de uma planta adulta de 'Tahiti' pode chegar a 150 L por dia no verão e a 70 L por dia no inverno, sob condições tropicais (MARIN, 2000).

Outrossim, a tolerância à falta de água pode ocorrer em maior ou menor intensidade, à depender da espécie, do genótipo, de sua duração e severidade, da idade e estágio de desenvolvimento da planta (SANT'ANNA et al., 2009). Dessa forma, as plantas podem apresentar tolerância ou suscetibilidade, quando sofrer redução em seu crescimento, podendo chegar à morte, dependendo da intensidade do estresse ao qual a planta é submetida (CAMBRAIA, 2005).

Em citros, a interação entre o porta-enxerto e a copa das plantas sob estresse hídrico pode se tornar mais significativa, o que pode influenciar o grau de tolerância à seca da cultivar copa (SOUZA et al., 2001). Assim, a magnitude da

afinidade entre a combinação copa e porta-enxerto é imperativa, para que essas características sejam maximizadas, principalmente quando consideramos a predominância da citricultura brasileira em condições de sequeiro (DONATO et al., 2007), em especial a nordestina. Sendo o cultivo dos citros no Brasil predominantemente sem irrigação, é desejável que se usem combinações copa/porta-enxerto que mostrem, entre outras características de interesse agrônomo, tolerância à seca, em vista da ocorrência de déficits hídricos temporários em várias regiões citrícolas (ORTOLANI et al., 1991).

Neste contexto, a irrigação apresenta-se como uma técnica importante e necessária para obter maiores rendimentos agrícolas, especialmente, nas condições da Região do Nordeste brasileiro (AZEVEDO et al., 2005), resultando em aumentos na produção dos pomares e qualidade dos frutos. Em um estudo realizado em Pratânia-SP, em uma área comercial de laranjeira Valência irrigada por microaspersão, a irrigação proporcionou um aumento de 11,3% na produtividade (DUENHAS et al., 2000). A disponibilidade hídrica adequada deve envolver características físico/hídricas do solo, a capacidade de demanda e absorção de água da combinação copa/porta-enxerto e características de intensidade e distribuição temporal da chuva.

3.4.2. Respostas fisiológicas dos citros às condições hídricas do solo

A presença de água é essencial, também, no processo de fotossíntese, uma vez que a planta sob déficit hídrico pode ter suas trocas gasosas comprometidas, havendo redução na perda de água e, conseqüentemente, na absorção de CO₂ limitando a fotossíntese e, por conseguinte, os processos de alongação celular (Taiz & ZEIGER, 2009).

Como em qualquer espécie, a água desempenha papel fundamental no crescimento, desenvolvimento e produção vegetal dos citros. O déficit hídrico pode afetar o desenvolvimento radicular (SHALHEVET & LEVY, 1990), promover o fechamento dos estômatos, diminuir a assimilação de CO₂ e conseqüentemente, reduzir as atividades fisiológicas das plantas, principalmente a divisão e o crescimento das células, prejudicando a formação da inflorescência (MEDINA, 2003). Por outro lado, o excesso hídrico causa a falta de oxigênio, prejudicando a respiração e a assimilação dos fotoassimilados (PEREIRA et al., 2003).

Castro Neto (2003) relata que a resistência estomática é refletida pela disponibilidade de água para as plantas, sendo o déficit hídrico um dos fatores que limitam a abertura dos estômatos, provocando, conseqüentemente, maior taxa de transpiração. Para esse autor, o processo transpiratório e a resistência estomática refletem as condições hídricas das plantas. Amaral et al. (2006) acrescentam que, como os estômatos constituem as principais vias de trocas gasosas entre as folhas e o meio externo, o aumento na resistência difusiva estomática pode ocasionar redução na fotossíntese líquida. Outros mecanismos também podem ser observados sob condição de estresse hídrico, a exemplo das alterações hormonais, que levam a regulações no funcionamento do aparato estomático, reduzindo as trocas de dióxido de carbono (CO₂), antecipação do processo reprodutivo e aceleração da senescência (LARCHER, 2004).

Com a diminuição da transpiração em casos de déficit hídrico severo, a planta perde a habilidade de manter o equilíbrio entre a captação e perda de água, já que os níveis de água tanto no solo quanto nas células são baixos. Como mecanismo de tolerância, as plantas devem evitar a dessecação celular, seja impedindo o efluxo ou promovendo o influxo de água (CAMPOS, 2009). As plantas promovem o influxo de água, através do acúmulo de solutos na célula, que reduz o potencial osmótico, em processo denominado ajustamento osmótico (ZHANG et al., 1999).

A capacidade das plantas cítricas de recuperação após a ocorrência de deficiência hídrica é uma característica importante, estando relacionada com a recuperação do potencial da água, da abertura estomática, da condutividade hidráulica das raízes e do funcionamento dos processos bioquímicos e fotoquímicos (SYVERTSEN & LLOYD, 1994).

Os aspectos fisiológicos, a exemplo da fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO₂, são também 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, com base no estudo das interações desses parâmetros com cada fator ambiental, em particular o estado hídrico da planta, pode-se conhecer a eficiência do crescimento e a habilidade de adaptação às condições ambientais de uma dada espécie ou variedade (PEIXOTO et al., 2006; QUIÑONES et al., 2005).

Contudo, é importante lembrar que o efeito das limitações hídricas, notadamente sob o comportamento fisiológico e de crescimento da cultura é variável entre espécies e, dentro de uma mesma espécie e entre variedades, sendo de grande importância a identificação do nível adequado de água a se usar, possibilitando-se conciliar o cultivo de plantas produtivas, rentáveis e com maior eficiência no uso da água, o que vem a trazer maior sustentabilidade ao sistema de cultivo de citros, tornando-se uma alternativa à região semiárida.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização do experimento

4.1.1. Localização

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG, localizado no município de Pombal, Estado da Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 6°48'16" de latitude S e 37°49'15" de longitude W, a uma altitude média de 144 m.

4.1.2. Clima da região

Segundo Köopen (1948), o clima disposto na região é do tipo BSh, ou seja, semiárido quente e seco, com precipitação média de 750 mm ano⁻¹, e evaporação média anual de 2000 mm.

4.2. Tratamentos e delineamento estatístico

Foram testadas quatro lâminas de água (50, 75, 100 (testemunha) e 125% da Evapotranspiração Real), e quatro combinações copa/porta-enxerto. Combinados os fatores, em um delineamento em blocos casualizados, resultaram em 16 tratamentos (4 lâminas de água x 4 combinações copa/porta-enxerto), com 3 repetições e uma planta por parcela.

4.2.1. Lâminas de água

Constando de quatro lâminas de água às plantas, sendo 50, 75, 100 (testemunha) e 125% da Evapotranspiração Real (ETr), determinadas a partir de lisimetria de drenagem, conforme é descrito em Bernardes et al. (2006). Com aplicação do estresse hídrico a partir dos 30 dias após o transplante (DAT), até o período de floração das plantas.

4.2.2. Combinações copa/porta-enxerto

Foram utilizados duas variedades copa de citros: o pomeleiro ‘Star Ruby’ (*Citrus paradisi*) e a limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] seleção EMBRAPA 2001}. Tais variedades foram enxertadas em dois porta-enxertos, o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonia* L. Osbeck) e o Híbrido trifoliado – 069 (Quadro 1). De acordo com Brito (2007; 2010) essas variedades constituem materiais genéticos promissores para utilização variedades copa e porta-enxerto, apresentando respostas adaptativas sob condições de estresses abióticos. As sementes e borbulhas foram oriundas do programa de melhoramento genético de citros (PMG – Citros) da Embrapa Mandioca e fruticultura em Cruz das Almas – BA, sendo as mudas produzidas e enxertadas em casa de vegetação do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da UFCG, e doadas ao CCTA com 365 dias após o semeio.

Quadro 1. Combinações copa/porta-enxerto estudados sob estresse hídrico em casa de vegetação. Pombal-PB, 2012.

Combinações	Porta-enxerto	Copa
1	Limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’	Lima ácida ‘Tahiti’
2	Limoeiro Cravo ‘Santa Cruz’	Pomelo ‘Star-Ruby’
3	Híbrido Trifoliado - 069	Lima ácida ‘Tahiti’
4	Híbrido Trifoliado - 069	Pomelo ‘Star-Ruby’

Cravo: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonea* L. Osbeck); HRT – 069: Híbrido trifoliado – 069. ‘Star Ruby’ (*Citrus paradisi*) e ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka].

4.3. Procedimento experimental

4.3.1. Recipientes

Usou-se no experimento lisímetros de 40 L de capacidade; com as seguintes dimensões: altura de 50 cm, diâmetro da base inferior de 30 cm e abertura superior de 33 cm, perfurados na base e conectados a uma mangueira de 4 mm para coleta da água de drenagem. No preenchimento, os lisímetros receberam, na base, uma manta geotextil (Bidim OP 30) para evitar a obstrução pelo material de solo, em

seguida, preenchidos com uma camada de 4 kg de brita, 11kg de material de solo (devidamente destorroado) e 41kg do mesmo solo adicionando-se a adubação de fundação, que constou de 250 g super fosfato simples (20% de P₂O₅) e 10 L esterco bovino curtido, como parte da recomendação contida em Mattos Junior et al. (2005), considerando as análises físico-químicas do solo (Quadro 2) determinados no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas (LSNP) da UFCG, conforme metodologia descrita pela Embrapa (1997). O solo utilizado foi classificado como Neossolo Regolítico Eutrófico tipo franco-arenoso, coletado na profundidade de 0-30 cm e proveniente do município de Pombal – PB. As unidades experimentais foram dispostas em fileira simples espaçadas de 1 m entre fileiras e 0,6 m entre plantas dentro da fileira.

Quadro 2. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.

Densidade	Porosidade Total	Areia	Silte	Argila	Complexo Sortivo				pH _{ps}	CE _{es}	P
					Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺			
kg dm ⁻³	%g kg ⁻¹cmol _c	-	dS m ⁻¹	mg dm ⁻³
1,31	48,22	769	130	99	5,4	1,48	0,29	3,14	6,55	0,39	15

Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0.

4.3.2. Irrigação

Até o início dos tratamentos (30 dias após o transplante - DAT), as plantas foram mantidas sob solo próximo a capacidade de campo, por meio de irrigações diárias, mensuradas pelo consumo de água obtido pelo método da lisimetria de drenagem, sendo as lâminas aplicadas com o auxílio de um sistema de irrigação por gotejamento, utilizando emissores autocompensados de vazão igual a 0,00116 dm³ s⁻¹, recebendo uma lâmina equivalente a 100% da ETr, mensurada pelo consumo de água obtido pelo método dos lisímetros de drenagem.

Com o início dos tratamentos, as plantas passaram a ser irrigadas sob as lâminas de 50, 75, 100 e 125% da ETr, distintas por meio do número de gotejadores disponível em cada planta, sendo 1, 2, 3 e 4, respectivamente, e mensuradas através do consumo de água pelas plantas sob 100% da ETr, obtida por meio da diferença entre o volume aplicado e o volume drenado coletado dos lisímetros,

multiplicando-se o valor da ETr obtida pelo percentual de evapotranspiração de cada tratamento como segue no quadro 3.

Quadro 3. Distribuição dos níveis de água conforme lâmina de irrigação. Pombal-PB, 2012.

Nível.	ETr (%)	Lâmina
1	50%	0,6*ETr
2	75%	0,8*ETr
3	100% (testemunha)	1,0*ETr
4	125%	1,2*ETr

4.3.3. Condução do experimento

Durante a condução do experimento foram realizados os seguintes tratamentos culturais: tutoramento das plantas, eliminação manual das plantas daninhas e escarificação superficial do solo, antes de cada irrigação e duas pulverizações ao longo da condução, com produto indicado para controle preventivo de insetos para plantas cítricas (Agrobyte, 2011), visando diminuir possíveis fontes de variação que não são foco do estudo.

4.4. Características avaliadas

4.4.1. Variáveis de crescimento

Com o início da aplicação dos níveis de água e a cada 30 dias até os 240 dias após transplante (DAT), foram mensurados o diâmetro do caule no colo da planta, no ponto de enxertia, acima do ponto de enxertia, o número de folhas e a taxa de crescimento relativo para os diâmetros das plantas.

4.4.1.1. Diâmetros

- O diâmetro no colo da planta foi mensurado em três pontos, no porta-enxerto a 2 cm do solo, no ponto de na altura da enxertia, e acima do ponto de enxertia determinado na variedade copa a 3 cm do ponto de enxertia.

4.4.1.2. Número de folhas

Na contagem das folhas, consideraram-se folhas maduras com comprimento superior a 3 cm, e com coloração característica da variedade copa.

4.4.1.3. Taxa de crescimento relativo

Com os dados obtidos na análise de crescimento em cada época, determino-se a taxa de crescimento relativo para os diâmetros, que mede o crescimento em função da matéria pré-existente, obtida pela equação 1 (BENINCASA, 2003):

$$TCR = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{t_2 - t_1} \quad (\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \dots \text{eq.1}$$

Onde: A_2 = diâmetro obtido no final do período de estudo; A_1 = diâmetro obtido no início do período de estudo; $t_2 - t_1$ = diferença de tempo entre as amostragens.

4.4.2. Variáveis fisiológicas

Para avaliar possíveis estresses hídricos nas plantas foram medidas, a fotossíntese líquida (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e Fotossíntese líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) na terceira folha contada a partir do ápice, utilizando-se do equipamento portátil de análises de trocas gasosas por meio de infravermelho (IRGA), denominado "LCPro+" da ADC BioScientific Ltda; de posse desses dados, foram quantificadas a eficiência no 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).

4.4.3. Conteúdo relativo de água (CRA)

O conteúdo relativo de água no limbo foliar foi mensurado para indicar o status hídrico da planta, sendo retiradas 3 folhas totalmente expandidas localizadas no terço superior da planta com amostras de cada uma das plantas representativas das combinações copa/porta-enxerto, acima mencionadas, e determinando a massa fresca (MF) de cada uma. Imediatamente, as folhas foram pesadas, evitando perdas

de umidade, gerando os valores de massa fresca (MF). Em seguida, estas amostras foram colocadas em sacos plásticos, imersas em água destilada e acondicionadas por 24 horas. Após esse período, retirando-se o excesso de água com papel toalha, obteve-se a massa túrgida (MT) das amostras, as quais foram levadas a estufa (temperatura $\approx 65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, até peso constante) para obtenção da massa seca (MS) das amostras. Utilizou-se balança de precisão de 0,0001 g para determinação das massas fresca, túrgida e seca. A determinação do CRA foi feita de acordo com a metodologia de Weatherley (1950), utilizando-se a equação 2.

$$\text{CRA (\%)} = [(MF - MS)/(MT - MS)] \times 100 \dots \text{eq.2}$$

4.4.4. Avaliação destrutiva

Com o final do experimento, aos 240 dias após transplântio, procedeu-se a coleta das plantas para realização de análise destrutiva, obtendo-se a fitomassa seca das raízes (FSRaiz) (g) em duas profundidades 0-20cm e 20-40cm, fitomassa seca da parte aérea (FSPA) (g), fitomassa seca total (FST) (g). O procedimento de secagem foi feito utilizando-se estufa de circulação forçada de ar durante 48 horas à temperatura de 65°C; após a secagem, realizou-se a pesagem com balança analítica.

4.5 Análises estatísticas

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-UFLA (FERREIRA, 2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se, com base nos resultados do teste F dos dados (Tabela 1), não haver efeito na interação entre os fatores estudados para nenhuma variável analisada. Entretanto constata-se haver efeito significativo ($p < 0,01$) do fator 'Lâminas de água', para o diâmetro de caule do porta-enxerto e da copa. 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 no número de folhas e no diâmetro de caule da copa.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF), diâmetros de caule medidos no porta-enxerto (Diam P.E.), no ponto de enxertia (Diam Enx) e da copa (Diam Copa) e o conteúdo relativo de água (CRA) das plantas de citros aos 240 dias após transplântio (DAT). Pombal, PB, 2012.

Fontes de variação	GL	QM				
		NF	Diam P.E.	Diam Enx	Diam Copa	CRA
		-----mm-----			%	
Lâmina (L)	3	9446,1875 ^{ns}	86,3664 ^{**}	9,1470 ^{ns}	30,5852 [*]	16,1523 ^{ns}
Porta-enxerto (P.E.)	1	31059,1875 [*]	2,5438 ^{ns}	85,6536 ^{**}	0,5940 ^{ns}	0,0126 ^{ns}
Copa (C)	1	39502,6875 [*]	30,5123 ^{ns}	0,1026 ^{ns}	37,7365 [*]	37,2277 ^{ns}
L x P.E.	3	4050,8541 ^{ns}	2,1932 ^{ns}	2,6109 ^{ns}	0,2817 ^{ns}	5,8213 ^{ns}
L x C	3	5627,5763 ^{ns}	1,3726 ^{ns}	1,7743 ^{ns}	0,7554 ^{ns}	0,4382 ^{ns}
P.E. x C	1	2806,0208 ^{ns}	0,1530 ^{ns}	4,9152 ^{ns}	0,9296 ^{ns}	2,4224 ^{ns}
L x P.E. x C	3	7088,2430 ^{ns}	3,3718 ^{ns}	8,3003 ^{ns}	5,3361 ^{ns}	7,0621 ^{ns}
Bloco	2	201,3958 ^{ns}	1,8312 ^{ns}	1,2930 ^{ns}	2,8783 ^{ns}	1,3417 ^{ns}
Resíduo	30	6681,7736	9,6478	3,8581	7,4839	11,2328
CV		35,97	15,73	13,93	18,16	3,97
Média		227,23	19,74	14,09	15,06	84,33

^{**}, ^{*} e ^{ns}: significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo; GL graus de liberdade.

Conforme análise de variância (Tabela 1) constata-se não haver efeitos significativos dos fatores estudados sobre o conteúdo relativo de água (CRA). 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' enxertada sobre o limoeiro 'Cravo' e Trifoliata não observaram alterações no CRA, onde afirmam que a menor disponibilidade de água no solo, antes de afetar o estado hídrico das folhas, afeta os mecanismos de controle de perda de água através do fechamento parcial dos estômatos.

Verifica-se conforme equações de regressão, resposta linear crescente do diâmetro de caule do porta-enxerto (Diam P.E.) e diâmetro de caule da copa (Diam Copa) em função das lâminas de reposição da ETr (Figuras 1A e 1B, respectivamente), onde constata-se acréscimo de 8,26 e 6,81%, por aumento de 25% da Evapotranspiração real (ETr).

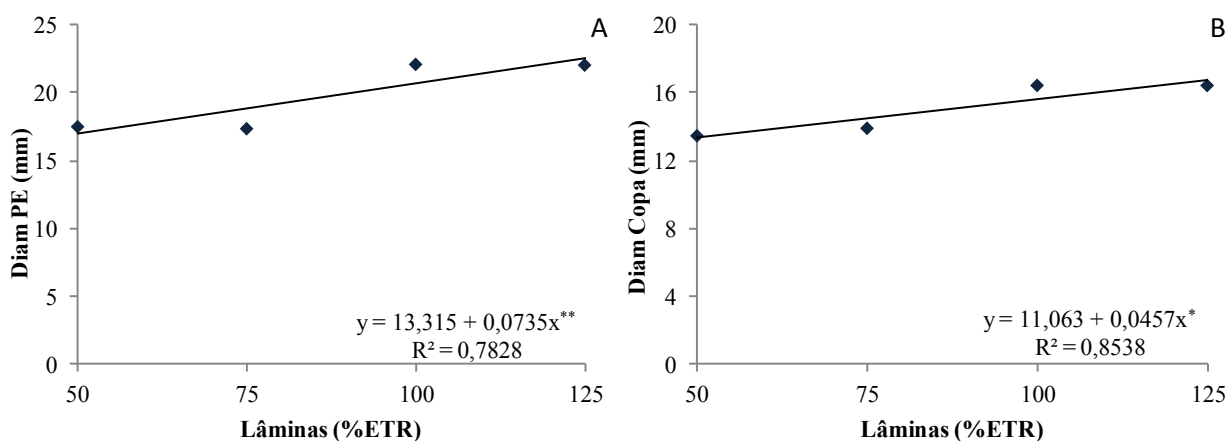


Figura 1. Diâmetro de caule no porta-enxerto (Diam P.E.) (A) e diâmetro de caule da copa (Diam Copa) (B), das combinações copa/porta-enxerto de citros aos 240 dias após transplantio. Pombal-PB, 2012.

Entre as lâminas de 50% e 125% da ETr, houve aumento do DiamP.E. de 24,79% (5,625 mm) e DiamCopa de 20,43% (3,427 mm), ou seja, quanto maior o desenvolvimento em diâmetro, dá-se a possibilidade da redução do período de produção do porta-enxerto e a realização da enxertia. Uma grande diferença de diâmetro entre o porta-enxerto e o enxerto pode esta associada a uma deformação conhecida como pata-de-elefante que consiste na formação de um calo pronunciado que separa fisicamente, em duas seções distintas, o enxerto do porta-enxerto. No entanto, não foi observado visualmente tal deformação durante a condução do experimento. Denota-se que o diâmetro de caule é fruto do crescimento do meristema secundário, formado notadamente por vasos condutores (TAIZ & ZEIGER, 2009). Assim, considerando que uma menor lâmina representa menor disponibilidade hídrica para a evapotranspiração da 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' foram irrigadas com apenas 40% da evaporação do Tanque Classe A. Em estudo semelhante, Castel (1994), aplicando seis níveis de irrigação entre 30 e 200% da evaporação em plantas jovens de 'Clementina de Nules', observou relação linear entre o aumento no diâmetro do tronco e o aumento na taxa de aplicação de água.

As plantas, quando submetida ao estresse hídrico, têm praticamente todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento afetados, o que pode modificar a anatomia e a morfologia, como também interferir em muitas reações metabólicas (NELSON & MOSER, 1994). A falta de água reduz a pressão de turgor e, conseqüentemente, 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.

Conforme médias (Tabela 2), para diâmetro do caule do porta-enxerto (Diam P.E.), diâmetro do caule no ponto de enxertia (Diam Enx), diâmetro do caule da copa (Diam Copa) e número de folhas (NF) em função dos porta-enxertos e copas de citros aos 240 dias após plantio (DAP). Verifica-se haver superioridade do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em relação ao HTR-069, para o Diam P.E. e NF, já nos demais parâmetros não houve diferença estatística (Tabela 2). O menor crescimento de plantas sobre HTR-069, também foi relatado por Teófilo Sobrinho et al. (1973), que verificaram ser esta uma característica do 'Trifoliata' e de alguns de seus híbridos. Esta superioridade do limoeiro 'Cravo' em relação ao HTR-069 possivelmente ocorre devido a fatores genéticos, uma vez que o referido híbrido possui características de porte reduzido, em comparação ao limoeiro 'Cravo', variedade utilizada tradicionalmente como porta-enxerto na citricultura brasileira por induzir compatibilidade com a maioria das 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). Em condições de campo, plantas enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' são consideradas mais tolerantes à seca (POMPEU JUNIOR, 1991; MACHADO et al., 2002).

Em estudos realizados por Brito et al. (2008), Brito (2010) e Soares Filho (2009) verificou-se que o HTR – 069 é um genótipo ananicante. Desta maneira, seu

crescimento é limitado por suas características genéticas, fato, contudo, que é interessante na citricultura atual pois, com a ocorrência de doenças, a exemplo do greening (HLB), há a tendência de plantios mais adensados, o qual só é possível com o uso de plantas com menor porte e alta produtividade, viabilizando uma produção precoce e satisfatória.

As plantas enxertadas com a variedade copa limeira ácida ‘Tahiti’ apresentaram maiores diâmetro de caule da copa e número de folhas do que as do pomeleiro ‘Star Ruby’ aos 240 DAT (Tabela 2). Essas afirmações corroboram com relatos de Mattos Junior et al. (2005), os quais destacaram que plantas enxertadas com limeira ácida ‘Tahiti’ apresentaram maior potencial de crescimento em relação a Diam Copa e NF.

Tabela 2. Teste de médias para os diâmetros do caule do porta-enxerto (Diam P.E.), no ponto de enxertia (Diam Enx) e na copa (Diam Copa), e número de folhas (NF) em função das variedades de porta-enxertos e copas de citros aos 240 dias após transplantio (DAT). Pombal-PB, 2012.

Variedades	Diam P.E.	Diam Enx	Diam Copa	NF
	-----mm-----			
Porta-enxerto				
CRAVO	19,5195a	19,4075a	15,1733a	252,6666a
HTR - 069	19,9800a	19,3437b	14,9508a	201,7916b
Copa				
‘STAR RUBY’	18,9525a	18,2441a	14,1754b	198,5417b
‘TAHITI’	20,5470a	20,5070a	15,9487a	255,9167a

Cravo: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (*Citrus limonea* L. Osback); HRT – 069: Híbrido trifoliado – 069: ‘Star Ruby’ (*Citrus paradisi*) e ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka]. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de F ao nível de 5 % de probabilidade.

A taxa de crescimento relativo do diâmetro do porta-enxerto foi afetada, significativamente ($p < 0,01$) pelas lâminas de irrigação e variedades de porta-enxertos e copas (Tabela 3). De acordo com os estudos de regressão, o efeito foi linear, havendo acréscimo da TCRP por aumento de 25% da ETr de 14,02%, ou seja, a taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule entre 50 e 125% da ETr teve aumento de 42,06% (Figura 2). Segundo Flowers (2004) as plantas sob

estresse tendem a fechar os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma menor taxa fotossintética, contribuindo para redução do crescimento das espécies sob tal estresse. Esses resultados corroboram com os encontrados por Castel (1994) que verificou maior crescimento vegetativo em plantas irrigadas, em comparação a plantas não irrigadas.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para taxa de crescimento relativo do diâmetro de caule medidos no porta-enxerto (TCRDP), no ponto de enxertia (TCRDE) e na copa (TCRDC) das plantas de citrus aos 240 dias após transplântio (DAT) sob as fontes de variação estudadas. Pombal-PB, 2012.

Fontes de variação	GL	QM		
		TCRDP	TCRDE	TCRDC
Lâmina (L)	3	0,000014**	0,000006**	0,000008*
Porta-enxerto (P.E.)	1	0,000002 ^{ns}	0,000013**	0,000007 ^{ns}
Copa (C)	1	0,000010**	0,000002 ^{ns}	0,000018**
L x P.E.	3	0,0000000088 ^{ns}	0,000000091 ^{ns}	0,000000057 ^{ns}
L x C	3	0,0000000037 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000000063 ^{ns}
P.E. x C	3	0,000000034 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	0,000000021 ^{ns}
L x P.E. x C		0,0000000465 ^{ns}	0,000001 ^{ns}	0,000000064 ^{ns}
Bloco	2	0,0000000667 ^{ns}	0,000000025 ^{ns}	0,000001 ^{ns}
Resíduo	31	0,0000000975	0,000000093	0,000002
CV		23,59	41,08	26,91
Média		0,0041863	0,0023496	0,0050183

**,* e ns: significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo; GL graus de liberdade.

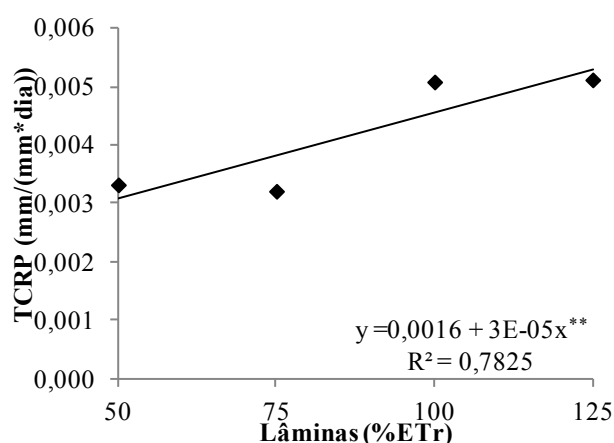


Figura 2. Efeito das lâminas de irrigação sobre a taxa de crescimento relativo do diâmetro do porta-enxerto (TCRP) das combinações copa/porta-enxerto de citros aos 240 dias após transplântio. Pombal-PB, 2012

De acordo com a equação de regressão (Figura 3A) o modelo ao qual os dados de TCRDE se ajustaram melhor foi o linear, indicando que o incremento das

lâminas de água promoveu acréscimos de 16,67% na (TCRDE) por aumento de 25% da evapotranspiração real, ou seja, aumento de 50% ($0,0015 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) na taxa de crescimento relativo do diâmetro no ponto de enxertia nas plantas submetidas a 125% da ETr em relação as irrigadas com 50% da ETr. Taiz & Zeiger (2009) afirmam que a diferença de diâmetro entre plantas irrigadas com a maior e a menor lâmina é decorrente da insuficiência hídrica que provoca decréscimo na turgescência celular diminuindo o crescimento.

Verificou-se, portanto, que o desenvolvimento vegetativo foi dependente do regime de irrigação imposto à cultura, fato também relatado por Castel (1994) que, estudando a reposta de plantas jovens de tangerina 'Clementina' irrigada por gotejamento a 50, 80, 110 e 140% da evapotranspiração da cultura (ETc) determinada via lisímetro de pesagem, verificou que a irrigação a 50% produziu alto estresse hídrico, reduziu o crescimento e já o número de frutos por planta, o crescimento ótimo foi obtido com irrigação de 110% da ETc.

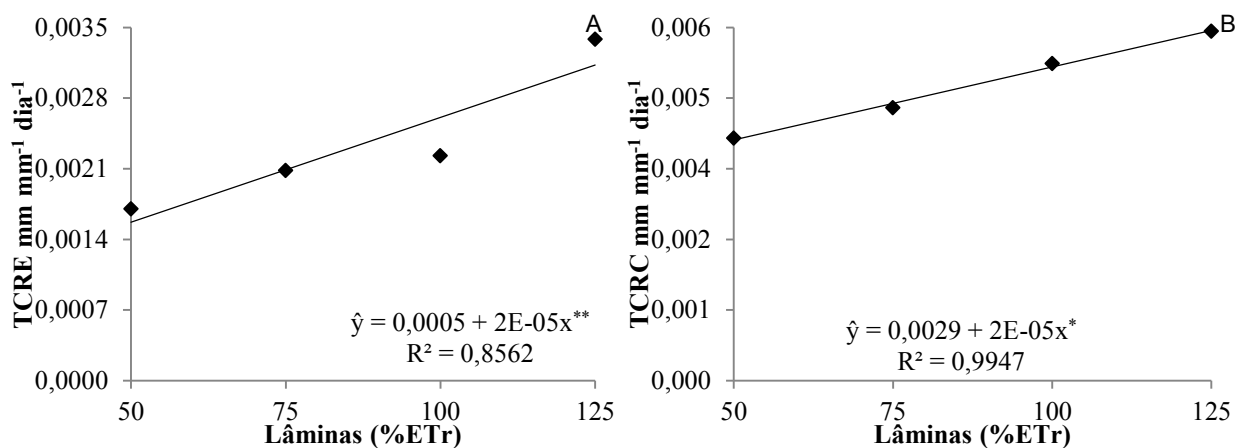


Figura 3. Efeito das lâminas de irrigação sobre a taxa de crescimento relativo dos diâmetros no ponto de enxertia (TCRE) (A) e da copa (TCRC) (B), das combinações copa/porta-enxertos de citros aos 240 dias após transplantio. Pombal-PB, 2012

Por meio da equação de regressão (Figura 3B) nota-se que o efeito foi linear e crescente ocorrendo incremento na TCRC das combinações copa/porta-enxerto de 9,43% por aumento de 25% da ETr, ou seja, aumento de $0,0015 \text{ mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (28,302%) nas plantas submetidas à lâmina de 125% da ETr em relação as submetidas a 50% da ETr. Estudos realizados por Siqueira & Silva (2000), verificando o efeito do estresse hídrico em plantas, revelam que ocorre menor

diâmetro de caule juntamente com uma redução no crescimento e na produtividade de indivíduos que receberam menor suprimento hídrico.

Verifica-se com base nos resultados do teste de médias (Tabela 4) que as plantas enxertadas com o Híbrido trifoliado – 069 apresentaram a maior taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule no ponto de enxertia, fato relevante já que o diâmetro de caule representa um dos fatores de grande importância na avaliação de porta-enxertos em que, quanto maior o desenvolvimento em diâmetro dá-se a possibilidade da redução do período de produção do porta-enxerto e a realização da enxertia (NASCIMENTO et al., 2010). Cerqueira et al. (2004) observaram que o estresse hídrico não promoveu redução na massa seca da parte aérea dos híbridos trifoliatas, destacando potencial de tolerância aos genótipos trifoliatas. Esses resultados são condizentes com os obtidos por Nascimento et al. (2010), que analisando os efeitos do estresse hídrico sobre diferentes porta-enxertos também verificaram que o Limoeiro Cravo Santa Cruz, se mostrou mais sensível ao estresse hídrico apresentando uma diferença entre o tratamento sem e com estresse, de 32,09% para o diâmetro de caule.

Observa-se na Tabela 7, a ocorrência de efeitos significativos ($p < 0,01$) das variedades copa para as variáveis diâmetro do caule do porta-enxerto e copa aos 240 dias após transplântio. Conforme o teste de médias (Tabela 4) observa-se maior potencial na taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule do porta-enxerto e da copa sob estresse hídrico nas plantas, com copa limeira ácida ‘Tahiti’. De acordo com Nogueira et al. (2001), uma maior formação de fitomassa do sistema radicular, associada a uma maior profundidade das raízes, uma vez que estes resultam da associação de vários outros componentes, caracterizando mecanismo de tolerância à seca, resultando em maior eficiência no desenvolvimento de variedades cítricas eficientes no uso de água, resultando em maior adaptação às condições de déficit hídrico.

Tabela 4. Teste de médias para taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule do porta-enxerto (TCRDP), no ponto de enxertia (TCRDE) e da copa (TCRDC) estudadas em função das variedades de porta-enxertos e copas de citros aos 240 dias após transplântio (DAT). Pombal-PB, 2012.

Variedades	Diâmetro de caule		
	TCRDP	TCRDE	TCRDC
Porta-enxerto			
CRAVO	0,003968a	0,001838b	0,004627a
HTR - 069	0,004404a	0,002861a	0,005384a
Copa			
'STAR RUBY'	0,003721b	0,002160a	0,004410b
'TAHITI'	0,004651a	0,002540a	0,005628a

Cravo: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonea* L. Osback); HTR - 069: Híbrido trifoliado - 069. 'Star Ruby' (*Citrus paradisi*) e 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka]. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de F ao nível de 1% de probabilidade.

Conforme os resultados do teste de F (Tabela 5) vêem-se a ocorrência de efeito significativo dos fatores isolados (lâminas de água e variedades copa) sobre as variáveis fitomassa seca das raízes à profundidade de 0-20 cm, da parte aérea e total aos 240 dias após transplante. Consta-se diferença entre os porta-enxertos apenas para a fitomassa seca total. Com interação tripla entre os fatores (Lâminas de água x Porta-enxerto x Copa) para fitomassa seca das raízes à profundidade de 20-40 cm. Fato semelhante é relacionado 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. Desta forma, a redução no crescimento, em resposta ao decréscimo da disponibilidade de água no solo, pode ser atribuída à diminuição da atividade fotossintética, pelo fechamento estomático (KRAMER & BOYER, 1995).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para fitomassa seca das raízes nas profundidades de 0-20 cm e 20 a 40 cm, fitomassa da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca total (FST) das plantas de citrus aos 240 dias após transplântio (DAT) sob as fontes de variação estudadas. Pombal, PB, 2012.

Fontes de variação	GL	QM			
		Raízes 0 - 20	Raízes 20 – 40	FSPA	FST
		----- (g) -----			
Lâmina (L)	3	1750,6562**	298,9388*	4302,9925**	11578,000**
Porta-enxerto (P.E.)	1	1021,1152 ^{ns}	7,0035 ^{ns}	122,1770 ^{ns}	20538,000**
Copa (C)	1	1131,7976*	867,1275**	20653,3072**	116819,000**
L x P.E.	3	1131,7976 ^{ns}	27,4173 ^{ns}	118,0437 ^{ns}	3214,000 ^{ns}
L x C	3	64,6043 ^{ns}	117,0502 ^{ns}	361,3112 ^{ns}	2236,000 ^{ns}
L x P.E. x C	3	31,5722 ^{ns}	299,8191*	518,1475 ^{ns}	4882,000 ^{ns}
Bloco	2	485,5055 ^{ns}	178,6151 ^{ns}	528,7410 ^{ns}	4823,000 ^{ns}
Resíduo	31	286,4426	97,9007	443,8534	2500,000
CV		37,09	47,66	32,43	21,43
Média		45,62	20,76	64,96	233,30

** , * e ns: significativo a 1 e 5% de probabilidade e não significativo; GL graus de liberdade.

A fitomassa seca da raiz nos primeiros 20 cm (FSR 0-20) foi afetada significativamente ($p < 0,01$) pelas lâminas de água (Tabela 5). O modelo de regressão linear (Figura 4A) reflete o comportamento crescente, indicando progresso da FSR 0-20 de 13,36% por aumento de 25% da ETr. Comparando-se 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 24,15g (39,47%) na fitomassa seca da raiz na profundidade de 0-20 cm. Castro (2001) verificou que o estresse hídrico nos citros desencadeia processos fisiológicos adaptativos. Caso o estresse hídrico seja prolongado, ocorrerá redução na acumulação de fitomassa e a diminuição da taxa de crescimento da planta.

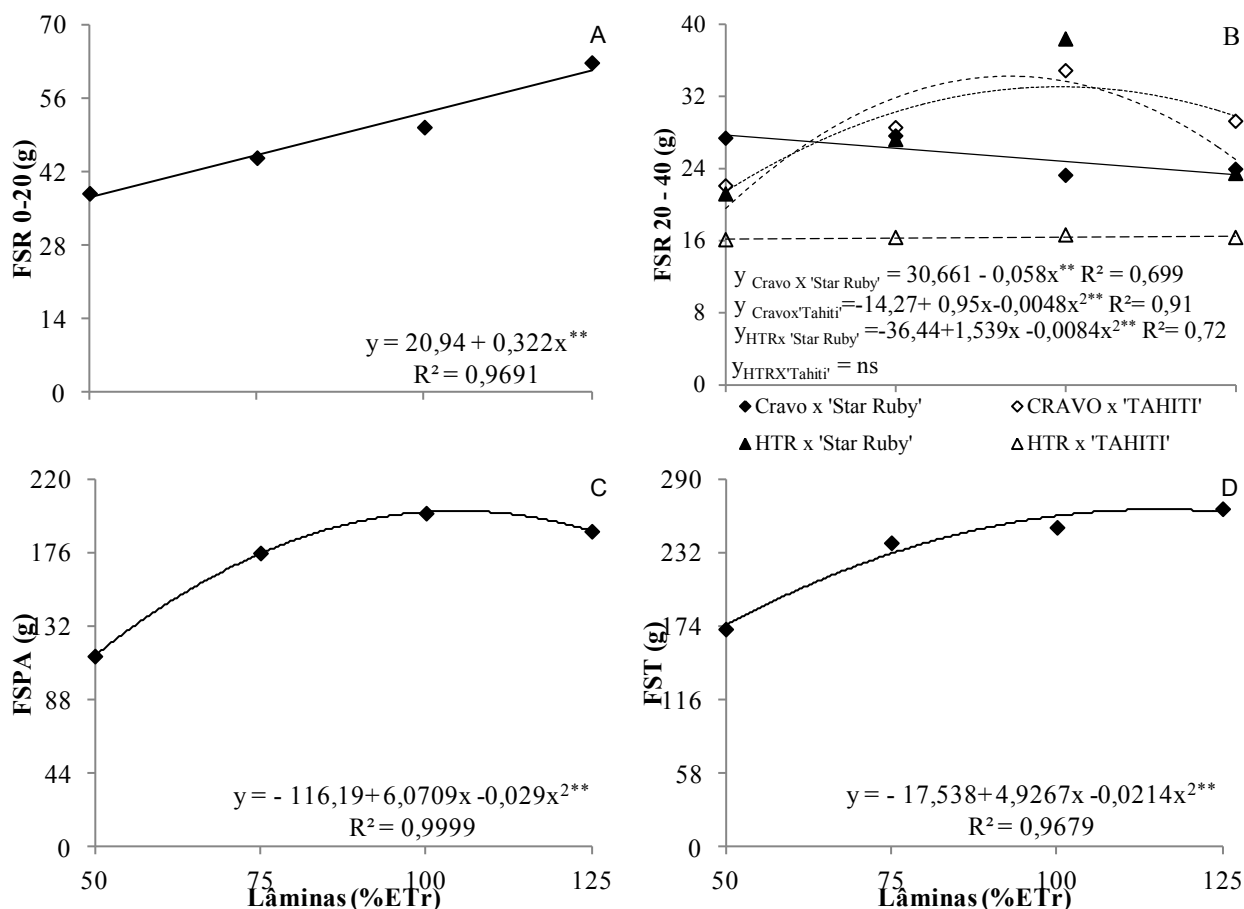


Figura 4. Efeito das lâminas de irrigação sobre a fitomassa das raízes às profundidades de 0-20 cm (FSR 0-20) (A), e 20-40 cm (FSR 20-40) (B), da parte aérea (FSPA) (C) e total (FST) (D), aos 240 dias após transplante das combinações copa/porta-enxertos de citros. Cravo: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonea* L. Osback); HRT – 069: Híbrido trifoliado – 069. 'Star Ruby' (*Citrus paradisi*) e 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka]. Pombal-PB, 2012.

Em relação à interação tripla entre os fatores (Lâminas de água x Porta-enxerto x Copa) quanto à fitomassa seca da raiz na profundidade de 20-40 cm. Em relação à combinação entre o 'Cravo' e o 'Star Ruby' verifica-se pelos ajustes de regressão (Figura 4B), que os dados se ajustaram melhor ao modelo linear ocorrendo decréscimos na FSR 20-40 de 5,22% por aumento de 25% da ETr, ou seja redução de 15,67% nas plantas irrigadas com a lâmina de 125% da ETr em relação ao menor nível 50% da ETr.

Observa-se conforme equação de regressão das lâminas de água sobre a fitomassa seca da raiz na profundidade de 20-40 cm na combinação entre o 'Cravo' e 'Tahiti' (Figura 4B), resposta quadrática e se nota que a maior FSR 20-40 (32,73 g) se referia à lâmina de 100% da ETr estudada. A combinação entre o HTR – 069 e a limeira ácida 'Tahiti' em função das lâminas de água (Figura 4B), estudadas por

meio do modelo de platô, observa-se que as plantas quando submetidas a lâminas de água variando de 90 a 94% da ETr produziram em média FSR 20-40 igual a 34 g, e lâminas de água inferiores ou superiores a este intervalo resultaram em fitomassa seca da raiz inferiores.

O aumento da aplicação de água além da necessidade resulta em acúmulo de água no solo, fato que pode ocasionar uma hipoxia, reduzindo o acúmulo de fitomassa, notadamente na parte inferior, já que pela ação da gravidade, o maior conteúdo de água se acumula nesta região. Peixoto et al. (2006) também notaram decréscimo da matéria seca em genótipos de citros sob efeito de estresse hídrico, corroborando com os resultados evidenciados neste trabalho.

De acordo com as equações de regressão para o efeito das lâminas de água sobre a fitomassa seca da parte aérea (Figura 4C) aos 240 DAT, observa-se resposta quadrática, onde nota-se a maior produção de FSPA com a lâmina de 105% da ETr, as plantas submetidas a essa lâminas 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 seca da parte aérea. De acordo com Malavolta et al. (1997) a produção de matéria seca está intimamente associada à lâmina de água colocada à disposição da planta.

Sendo obtido melhores índices na formação de fitomassa total, nas plantas submetidas a 115% da ETr (266,02 g) (Figura 4D). Em complementação, os maiores valores de fitomassa total das plantas foram obtidos nas combinações enxertadas com o pomeleiro 'Tahiti' e HTR – 069 (Tabela 6). Donato et al. (2007) corrobora com os resultados demonstrados, já que, ao estudar as respostas de combinações copa/porta-enxerto de citros sob deficiência hídrica, notaram diferenças entre os regimes irrigados e com a supressão da água, quanto ao crescimento das mudas.

Verificou-se que as plantas enxertadas com limeira ácida 'Tahiti' têm maior potencial de crescimento sob estresse hídrico para fitomassa das raízes nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm (Tabela 6). Para a parte aérea, nota-se comportamento semelhante ao observado na fitomassa das raízes de 0 a 40 cm, podendo-se inferir que a aplicação de água além de 100% da ETr pode ter ocasionado uma ligeira hipoxia, e ocasionado um estresse hídrico por excesso de H₂O. É importante informar, ainda, que o coeficiente de cultura (Kc) para os citros,

em condição de cultivo em casa de vegetação é 1,0, considerando a evapotranspiração potencial também dentro da casa de vegetação.

Tabela 6. Fitomassa seca das raízes a 0 - 20 cm e de 20 - 40 cm, fitomassa da parte aérea (FSPA) e total (FST) em função dos níveis de água estudados com a média das combinações copa/porta-enxerto. Pombal, PB, 2010.

Variedades	Raízes 0-20	Raízes 20-40	FSPA	FST
Porta-enxerto				
CRAVO	43,4741a	21,8910a	173,0127a	212,6 b
HTR - 069	54,7637a	21,9645a	167,3118a	254,0 a
Copa				
'TAHITI'	53,4796a	24,0690a	208,5865a	282,6a
'STAR RUBY'	42,0956b	16,5100b	130,2615b	184,0b

Cravo: limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*Citrus limonea* L. Osback); HRT - 069: Híbrido trifoliado - 069. 'Star Ruby' (*Citrus paradisi*) e 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka]. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade.

Em consonância, Peixoto et al. (2006), estudando respostas de porta-enxertos de citros sob estresse hídrico, também notaram diferenciação entre genótipos, destacando como potenciais aqueles que apresentaram maior formação de fitomassa, manutenção de trocas gasosas e maiores índices fisiológicos. Já para Cerqueira et al. (2004) estudando as respostas de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico não observaram diferenças significativas dos regimes hídricos sobre a formação de massa seca dos genótipos estudados (híbridos tangerineira 'Sunki' (*C. sunki* Hort. ex Tan.), citrange [*C. sinensis* ÷ *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] limoeiro Volkameriano (*C. volkameriana* Ten. et Pasq.), limoeiro Cravo (LCR) (*C. limonea* Osb.) e laranja Azeda (LAZ) (*C. aurantium* L.) nas avaliações consecutivas.

Quanto às variáveis fisiológicas estudadas, tem-se o resumo da análise de variância (Tabela 7) para as variáveis concentração interna de CO₂ (C_i) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (g_s) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹), fotossíntese líquida, (A) (μmol m⁻² s⁻¹), eficiência no uso da água (EUA) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e eficiência instantânea da carboxilação (EIC_i). Pode-se verificar efeito isolado das lâminas de água e diferenças entre copas em

todas as variáveis, contudo, entre os porta-enxertos só houve diferença significativa na transpiração e eficiência no uso da água.

Quanto às interações, ainda na Tabela 7, destaca-se o efeito da interação dupla entre Lâminas e Porta-enxerto e entre lâminas e copas quanto a C_i ; e da interação tripla para as variáveis ' g_s ', ' E ', ' A ', ' EUA ' e ' EIC_i '. Tais interações demonstram o comportamento diferenciado dos genótipos, e a importância da escolha de uma boa combinação copa/porta-enxerto. Neste sentido, Donato et al. (2007) verificaram efeito do estresse hídrico nas trocas gasosas de forma diferenciada entre as combinações, ao estudarem dez combinações copa/porta-enxerto de citros, em casa de vegetação, sob duas condições de regime hídrico, com e sem estresse.

Estudando-se as trocas gasosas nos porta-enxertos e nas variedades copa, em função das lâminas de irrigação, nota-se baixa variação da concentração interna de CO_2 (Figuras 5A e 5B). Houve significância, apenas, quando as plantas foram enxertadas com a limeira ácida 'Tahiti', verificando-se aumento no C_i na maior disponibilidade de água. De maneira geral, os valores de C_i ficaram em torno de $241 \mu\text{mol mol}^{-1}$. O aumento de C_i sob reduções na disponibilidade hídrica sugere queda de atividade nos mecanismos de assimilação de CO_2 , com decréscimo da eficiência de carboxilação (FARQUHAR & SHARKEY, 1982). A baixa disponibilidade hídrica pode afetar a fotossíntese das laranjeiras devido à limitação estomática e/ou pela redução na atividade e concentração da Rubisco (VU & YELENOSKY, 1988; MACHADO et al., 2002).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para a concentração interna de CO₂ (C_i) (μmol m⁻² s⁻¹), a condutância estomática (g_s) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹), a Transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), a Fotossíntese Líquida, (A) (μmol m⁻² s⁻¹), a Eficiência no uso da água (EUA) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a Eficiência instantânea da carboxilação (EIC_i) em função das fontes de variação: Lâmina (L), Porta-enxerto (P.E.) e Copa (C), e suas interações. Pombal, PB, 2012.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio					
		C _i	g _s	E	A	EUA	EIC _i
L	3	556,3888 *	0,00882 **	1,2799 **	21,1733 **	0,9607 **	0,00038 **
P.E.	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 P.E.	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
P.E. x C	1	21,3333 ns	0,00003 ns	0,0063 ns	0,4162 ns	0,0668 **	0,00002 ns
L x P.E. 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, GL= graus de liberdade.

O processo de difusão é à entrada de carbono para a câmara subestomática e depende da abertura dos estômatos, refletindo na transpiração (MACHADO et al., 2002; TAIZ & ZEIGER, 2009) e, embora os valores de C_i observados estejam na faixa normal para a cultura, a condutância estomática e a transpiração foram prejudicadas pela redução da disponibilidade hídrica, havendo maior 'g_s' e 'E' quando as plantas de citros foram submetidas às maiores lâminas de irrigação (Figura 5B, 5C, 5D e 5E), 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. Nesta situação, pode-se dizer que há uma maior adaptação desta combinação às condições de menor disponibilidade hídrica, sendo um indicativo de material

promissor à produção na região semiárida, já que a literatura reporta que 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 do pomeleiro 'Star Ruby' tem tido boa qualidade na região (MACHADO et al., 2011).

Deve-se salientar que um dos primeiros mecanismos para redução da perda de água pelas plantas é a redução da abertura estomática. Face ao fato, vários autores têm notado tal situação, a exemplo, têm-se os trabalhos de Gomes (2004) em planta de laranja doce, enxertada em limoeiro 'Cravo', de Brito et al. (2008) e Fernandes et al. (2011) em plantas de citros cultivadas sob água salina e de Suassuna (2011) trabalhando com porta-enxertos de citros sob redução progressiva da disponibilidade hídrica.

Em consonância com os resultados demonstrados na difusão de gases, verificando-se maiores valores de fotossíntese (A) (Figura 5F e 5G) nas plantas enxertadas com 'Star Ruby', ressaltando-se maiores valores a partir da lâmina de 75% da E_{Tr} . Confirmando que a combinação entre o limoeiro 'Cravo' e o pomeleiro 'Star Ruby' tem potencial a produção no semiárido. É interessante notar que os valores obtidos para a fotossíntese entre 4 e 9 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ são considerados baixos, pois, ao saber que os citros são plantas C_3 , ou seja, o primeiro composto orgânico estável formado, na fotossíntese, possui três átomos de carbono (gliceraldeído 3-fosfato), as taxas devem variar, segundo a literatura (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 na cultura do citros, o fato é dado como normal, já que vários autores reportam valores entre 4 e 10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (JIFON & SYVERTSEN, 2003; MACHADO et al., 2002; e MATTOS JUNIOR et al., 2005).

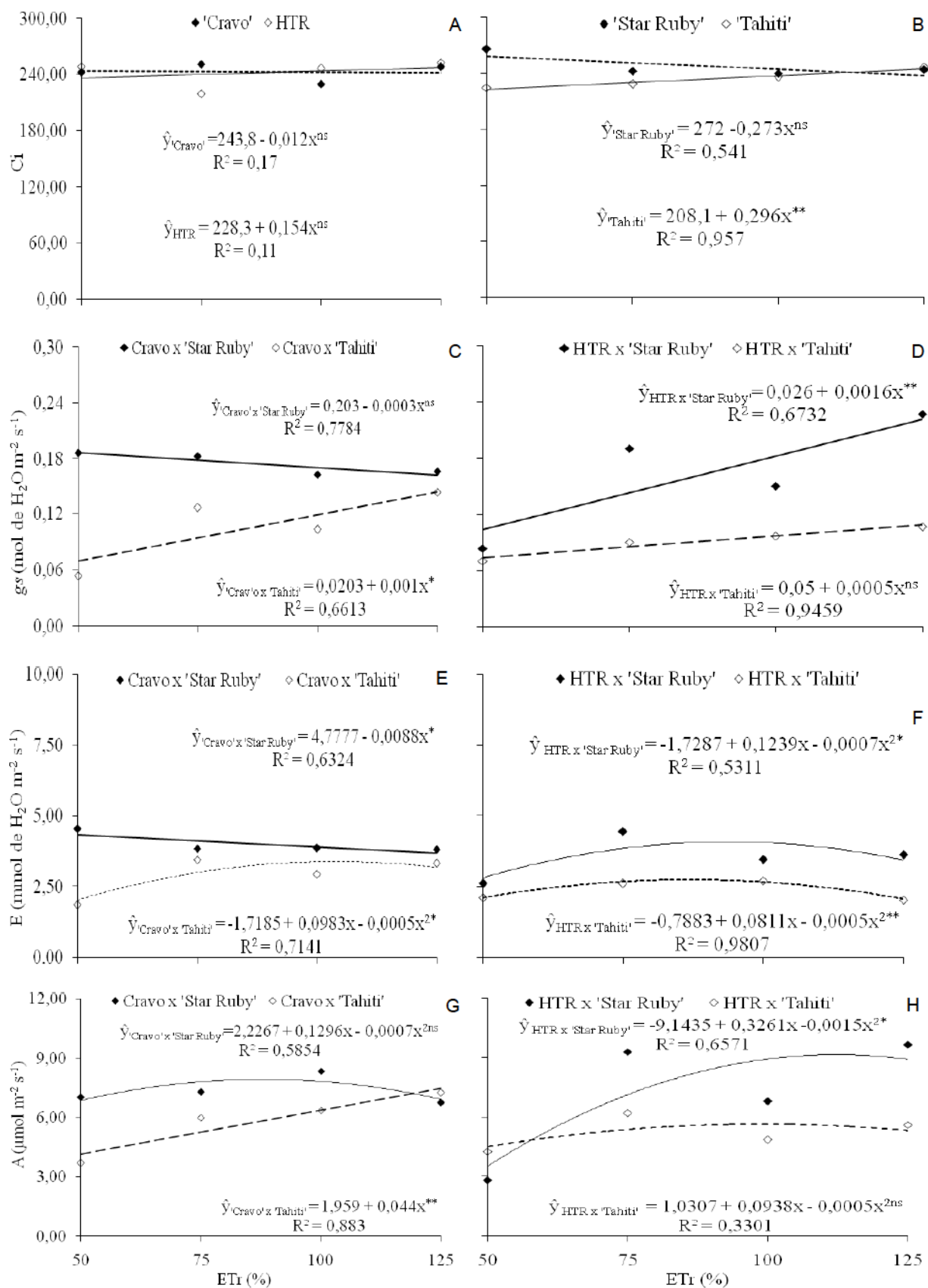


Figura 5. Efeito das lâminas de irrigação sobre a Concentração interna de CO₂ (Ci) (μmol mol⁻¹) (A e B), Transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻²s⁻¹) (C e D), Condutância estomática (gs) (mol de H₂O m⁻²s⁻¹) (E e F) e Fotossíntese líquida (A) (μmol m⁻² s⁻¹) (G e H), aos 240 dias após transplântio das combinações copa/porta-enxertos de citros estudados. Pombal, PB, 2012.

Quanto à eficiência intrínseca da carboxilação (EICi), sendo esta uma variável que permite estudar fatores não estomáticos que estão interferindo na taxa fotossintética (KONRAD et al., 2005), verifica-se maiores índices nas lâminas superiores principalmente em plantas enxertadas com o pomeleiro 'Star Ruby' (0,0294 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (Figura 6A e 6B); quando comparados com a literatura, notadamente com os valores obtidos em laranjeira 'Pera', nota-se limitação na carboxilação das plantas estudadas neste trabalho, já que a eficiência de carboxilação da Rubisco em laranjeira está ao redor de 0,0476 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (MATTOS JUNIOR et al., 2005), fato que pode ser relacionado as condições climáticas locais da casa de vegetação e das características das combinações.

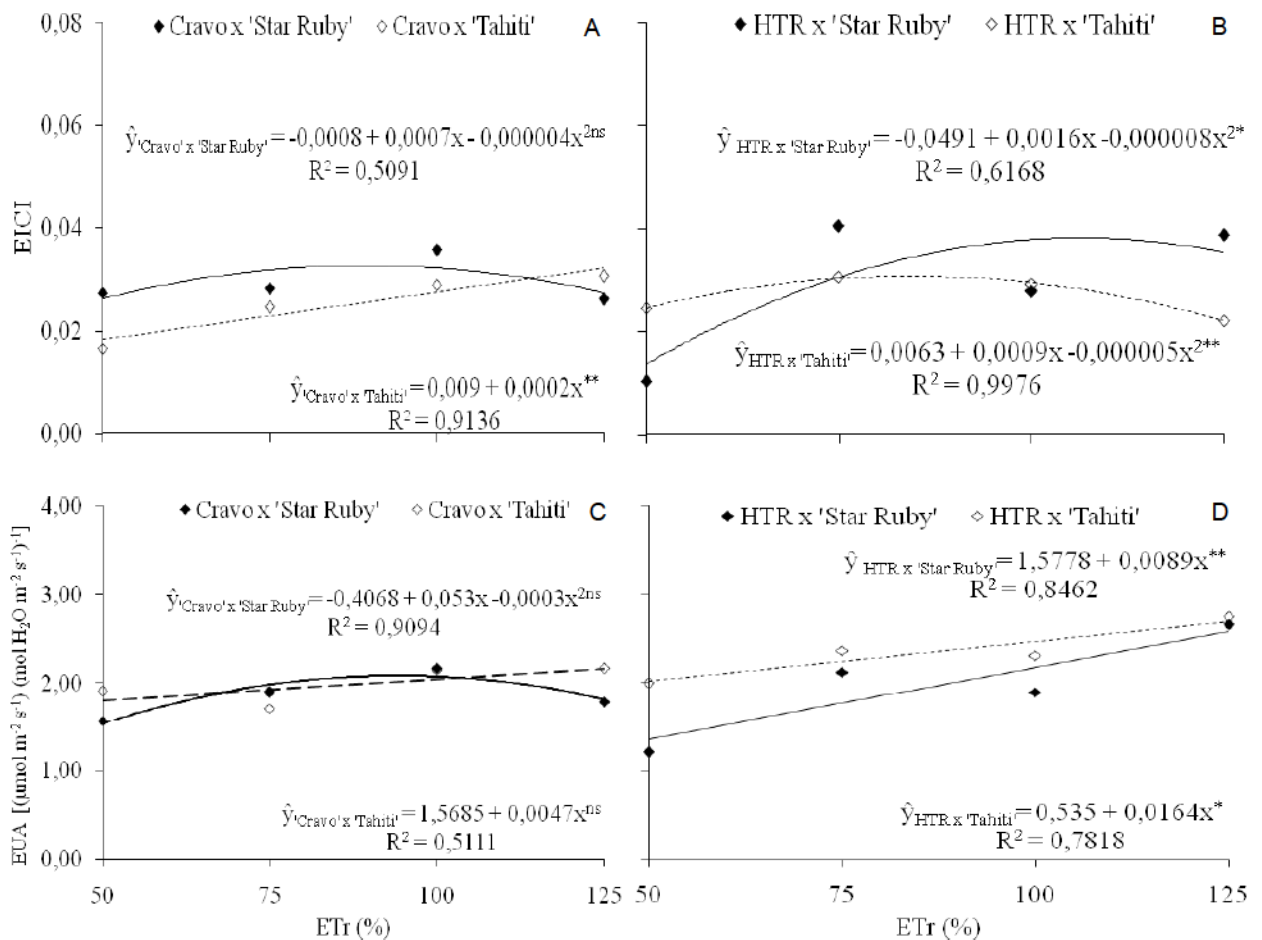


Figura 6. Efeito das lâminas de irrigação sobre a Eficiência do Uso da Água (EUA) [($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) $^{-1}$] e Eficiência Intrínseca da Carboxilação (EICi), das combinações copa/porta-enxertos de citros estudados aos 240 dias após transplantio. Pombal, PB, 2012

Por ocasião das trocas gasosas, reguladas pelos estômatos, a absorção de dióxido de carbono do meio externo promove perda de água, e 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, absorvam o máximo de CO₂ com o mínimo de perda de água (JAIMEZ et al., 2005; TAIZ & ZEIGER, 2009). Neste sentido, avaliando-se o efeito das lâminas de irrigação aplicadas, verifica-se que o decréscimo na disponibilidade hídrica reduziu a EUA (Figura 6C e 6D) principalmente nas combinações que envolveram o HTR-069 e entre a combinação do 'Cravo' com a limeira ácida 'Tahiti'; pois na combinação 'Cravo' x 'Star Ruby' o comportamento foi quadrático, com maior absorção de CO₂ por unidade de água perdida observado nas lâminas entre 75 e 100% da ETr.

Assim, analisando-se a Tabela 8, onde se tem plantas de limoeiro 'Cravo Santa Cruz' enxertado com o pomeleiro 'Star Ruby' e com a limeira ácida 'Tahiti' seleção Embrapa 2001, verifica-se correlações preditivas, positivas e significativas, notadamente para a fotossíntese (A). Assim como mencionado nos resultados, verifica-se maior fotossíntese em lâminas superiores a 75% da ETr. García-Tejero et al. (2010), estudando a resposta de plantas de citros sob déficit de irrigação, verificaram, durante onze anos, correlações preditivas, notadamente entre a produção e a condutância estomática e transpiração, estes autores informam que a redução na disponibilidade hídrica ocasiona queda na produção.

Ao se estudar esta mesma correlação nas copas enxertadas sobre o Híbrido trifoliado – 069 (Tabela 9), verifica-se que há 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 ananicante, assim como descreve Soares Filho et al. (2009). Todavia, como esta é uma característica desejada pelos agricultores diante das condições impostas por problemas fitossanitários, é interessante se verificar, em posteriores trabalhos, a produção destes materiais sob estresse, já que os fotoassimilados podem estar sendo reservados para formação de flores e frutos, fato característico na fisiologia da produção das plantas cítricas.

Tabela 8. Matriz de correlação entre as variáveis estudadas em cada combinação das copas com o limoeiro 'Cravo'. Pombal-PB, 2012.

'Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' x Pomeleiro'Star Ruby'					
50% da ETr					
	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>A</i>	EUA	EIC
Ci	0,9822 ^{6,02}	0,9754 ^{7,07}	-0,9942 ^{**}	-0,9968 ^{**}	-0,9976 ^{**}
E	-	0,9995 ^{**}	-0,9563 ^{ns}	-0,9941 ^{**}	-0,9669 ^{8,42}
<i>gs</i>	-	-	-0,9461 ^{ns}	-0,9899 ^{4,52}	-0,9579 ^{ns}
A	-	-	-	0,9824 ^{5,98}	0,9992 ^{**}
EUA	-	-	-	-	0,9889 ^{4,75}
75% da ETr					
Ci	0,9515 ^{ns}	0,9992 ^{**}	0,9977 ^{**}	0,9863 ^{5,27}	0,9922 ^{**}
E	-	0,9634 ^{ns}	0,9287 ^{ns}	0,8877 ^{ns}	0,9057 ^{ns}
<i>gs</i>	-	-	0,9941 ^{**}	0,9787 ^{6,59}	0,9862 ^{5,30}
A	-	-	-	0,9951 ^{**}	0,9983 ^{**}
EUA	-	-	-	-	0,9992 ^{**}
100% da ETr					
Ci	0,9976 ^{**}	0,9933 ^{**}	0,9012 ^{ns}	0,6701 ^{ns}	0,2277 ^{ns}
E	-	0,9830 ^{5,87}	0,8691 ^{ns}	0,6173 ^{ns}	0,1599 ^{ns}
<i>gs</i>	-	-	0,9451 ^{ns}	0,7511 ^{ns}	0,3383 ^{ns}
A	-	-	-	0,9256 ^{ns}	0,6272 ^{ns}
EUA	-	-	-	-	0,8753 ^{ns}
125% da ETr					
Ci	0,9337 ^{ns}	-0,6363 ^{ns}	-0,8427 ^{ns}	-0,8560 ^{ns}	-0,8623 ^{ns}
E	-	-0,8703 ^{ns}	-0,9796 ^{ns}	-0,9843 ^{ns}	-0,9864 ^{ns}
<i>gs</i>	-	-	0,9515 ^{ns}	0,9435 ^{ns}	0,8717 ^{ns}
A	-	-	-	0,9997 ^{**}	0,9993 ^{**}
EUA	-	-	-	-	0,9999 ^{**}
'Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' x Limeira ácida 'Tahiti'					
50% da ETr					
Ci	-0,9978 ^{**}	-0,9989 ^{**}	-0,9988 ^{**}	-0,9997 ^{**}	-0,9989 ^{**}
E	-	0,9998 ^{**}	0,9999 ^{**}	0,9991 ^{**}	0,9998 ^{**}
<i>gs</i>	-	-	1,0000 ^{**}	0,9989 ^{**}	1,0000 ^{**}
A	-	-	-	0,9997 ^{**}	1,0000 ^{**}
EUA	-	-	-	-	0,9998 ^{**}
75% da ETr					
Ci	-0,7503 ^{ns}	-0,7857 ^{ns}	-0,8513 ^{ns}	-0,9529 ^{ns}	-0,8672 ^{ns}
E	-	0,9985 ^{**}	0,9856 ^{ns}	0,9155 ^{ns}	0,9798 ^{ns}
<i>gs</i>	-	-	0,9934 ^{**}	0,9364 ^{ns}	0,9894 [*]
A	-	-	-	0,9704 ^{ns}	0,9995 ^{**}
EUA	-	-	-	-	0,9704 ^{ns}
100% da ETr					
Ci	-0,9547 ^{ns}	-0,3233 ^{ns}	-0,9992 ^{**}	-0,9808 ^{ns}	-1,0000 ^{**}
E	-	0,5903 ^{ns}	0,9655 ^{ns}	0,8784 ^{ns}	0,9517 ^{ns}
<i>gs</i>	-	-	0,3598 ^{ns}	0,1327 ^{ns}	0,3140 ^{ns}
A	-	-	-	0,9725 ^{ns}	0,9988 ^{**}
EUA	-	-	-	-	0,9827 ^{ns}
125% da ETr					
Ci	-0,9423 ^{ns}	-0,9543 ^{ns}	-0,9410 ^{ns}	-0,9448 ^{ns}	-0,9469 ^{ns}
E	-	0,9993 ^{**}	1,0000 ^{**}	1,0000 ^{**}	0,9999 ^{**}
<i>gs</i>	-	-	0,9991 ^{**}	0,9995 ^{**}	0,9997 ^{**}
A	-	-	-	0,9999 ^{**}	0,9998 ^{**}
EUA	-	-	-	-	1,0000 ^{**}

Tabela 9. Matriz de correlação entre as variáveis estudadas em cada combinação das copas com o híbrido trifoliado. Pombal-PB, PB, 2012.

Híbrido trifoliado – 069 x Pomeleiro ‘Star Ruby’					
50% da ETr					
	E	gs	A	EUA	EIC
Ci	0,9786 ^{ns}	0,9664 ^{ns}	-0,6021 ^{ns}	-0,9925 ^{**}	-0,8630 ^{ns}
E	-	0,9986 ^{**}	-0,4249 ^{ns}	-0,9460 ^{ns}	-0,7405 ^{ns}
gs	-	-	-0,3765 ^{ns}	-0,9276 ^{ns}	-0,7040 ^{ns}
A	-	-	-	0,6954 ^{ns}	0,9230 ^{ns}
EUA	-	-	-	-	0,9184 ^{ns}
75% da ETr					
Ci	0,9992 ^{**}	1,0000 ^{**}	0,9999 ^{**}	-0,9981 ^{**}	0,9997 ^{**}
E	-	0,9992 ^{**}	0,9997 ^{**}	-0,9998 ^{**}	0,9999 ^{**}
gs	-	-	0,9999 ^{**}	-0,9981 ^{**}	0,9997 ^{**}
A	-	-	-	-0,9990 ^{**}	1,0000 ^{**}
EUA	-	-	-	-	-0,9993 ^{**}
100% da ETr					
Ci	-0,5331 ^{ns}	-0,6025 ^{ns}	-0,6514 ^{ns}	-0,7805 ^{ns}	-0,6738 ^{ns}
E	-	0,9964 ^{**}	0,9892 [*]	0,9450 ^{ns}	0,9844 ^{ns}
gs	-	-	0,9980 ^{**}	0,9692 ^{ns}	0,9957 ^{**}
A	-	-	-	0,9828 ^{ns}	0,9996 ^{**}
EUA	-	-	-	-	0,9878 ^{4*}
125% da ETr					
Ci	0,9194 ^{ns}	0,9933 ^{**}	0,9016 ^{ns}	0,8290 ^{ns}	-0,7646 ^{ns}
E	-	0,9587 ^{ns}	0,9991 ^{**}	0,9822 ^{ns}	-0,4495 ^{ns}
gs	-	-	0,9456 ^{ns}	0,8881 ^{ns}	-0,6850 ^{ns}
A	-	-	-	0,9893 ^{ns}	-0,4107 ^{ns}
EUA	-	-	-	-	-0,2735 ^{ns}
Híbrido trifoliado – 069 x Limeira ácida ‘Tahiti’					
50% da ETr					
Ci	0,8133 ^{ns}	0,8294 ^{ns}	0,7279 ^{ns}	-0,0558 ^{ns}	0,6486 ^{ns}
E	-	0,9996 ^{**}	0,9910 ^{**}	0,5355 ^{ns}	0,9703 ^{ns}
gs	-	-	0,9868 ^{ns}	0,5115 ^{ns}	0,9632 ^{ns}
A	-	-	-	0,6440 ^{ns}	0,9940 ^{**}
EUA	-	-	-	-	0,7238 ^{ns}
75% da ETr					
Ci	0,7109 ^{ns}	0,6100 ^{ns}	0,4604 ^{ns}	-0,4398 ^{ns}	0,2528 ^{ns}
E	-	0,9909 ^{**}	0,9516 ^{ns}	0,3190 ^{ns}	0,8602 ^{ns}
gs	-	-	0,9843 ^{ns}	0,4434 ^{ns}	0,9209 ^{ns}
A	-	-	-	0,5948 ^{ns}	0,9753 ^{ns}
EUA	-	-	-	-	0,7578 ^{ns}
100% da ETr					
Ci	-0,8142 ^{ns}	-0,9099 ^{ns}	-0,9433 ^{ns}	-0,9394 ^{ns}	-0,9500 ^{ns}
E	-	0,5000 ^{ns}	0,5752 ^{ns}	0,5657 ^{ns}	0,5921 ^{ns}
gs	-	-	0,9960 ^{**}	0,9970 ^{**}	0,9940 ^{**}
A	-	-	-	0,9999 ^{**}	0,9998 ^{**}
EUA	-	-	-	-	0,9995 ^{**}
125% da ETr					
Ci	0,8564 ^{ns}	-0,9954 ^{**}	-0,9975 ^{**}	-0,9982 ^{**}	-0,9977 ^{**}
E	-	-0,8030 ^{ns}	-0,8177 ^{ns}	-0,8237 ^{ns}	-0,8190 ^{ns}
gs	-	-	0,9997 ^{**}	0,9994 ^{**}	0,9996 ^{**}
A	-	-	-	0,9999 ^{**}	1,0000 ^{**}
EUA	-	-	-	-	1,0000 ^{**}

6. CONCLUSÕES

- A redução na lâmina de água aplicada comprometeu o crescimento em número de folhas, diâmetro de porta-enxertos, no ponto de enxertia e da copa;
- A fitomassa total das combinações copa/porta-enxerto de citros foi afetada pelas lâminas de água aplicadas;
- A aplicação de lâminas menores que 75% da ETr comprometem as trocas gasosas e a fotossíntese das combinações copa/porta-enxerto de citros;
- A combinação entre o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e o pomeleiro 'Star Ruby' tem potencial de crescimento no semiárido, por ter melhor comportamento fisiológico e maior eficiência no uso da água;
- A lâmina de irrigação de 100% da ETr, proporcionou maior crescimento da parte aérea, podendo ser usada como referência para estudos de lâminas adequadas de irrigação em citros no semiárido.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROBYTE. **Formação de mudas de citros**, 2006. disponível em: <<http://www.agrobyte.com.br/laranja.htm>>.

AGUSTÍ, M. **Citricultura**. Madri: Mundi-Prensa 2000.

AMARAL, J.A.T.; RENA, A.B.; AMARAL, J.F.T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e suas relações com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.

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.

AZEVEDO, B.M.; BASTOS, F.G.C.; VIANA, T.V.A.; RÊGO, J.L.; D'ÁVILA, J. H. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 1, p. 9-15, 2005.

BARBOZA JÚNIOR, C.R.A. **Evapotranspiração da lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tan.) determinada por lisimetria de pesagem**. Piracicaba - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Dissertação (Mestrado). 63p. 2007.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2003. 42 p.

BERNADO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8ªed. Viçosa, 2006, 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, n.4, p.343-353, 2008.

CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E. de L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T. (eds.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005. cap. 2 , p. 95-104.

CAMPOS, M.K.F. de. **Relações hídricas, trocas gasosas e atividade de enzimas antioxidantes em plantas transgênicas de Citrumelo 'swingle' com alto acúmulo de prolina Submetidas ao déficit hídrico.** Curitiba. Universidade Federal do Paraná. Dissertação (Mestrado) – 114f. 2009.

CASTEL, J.R. Response of young Clementine citrus trees to drip irrigation. I. Irrigation amount and number of drippers. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v.69, n.3, p.481-9, 1994.

CASTEL, J.R.; BUJ, A. **Growth and evapotranspiration of young, drip-irrigated Clementine trees.** Proceedings of the International Society of Citriculture, Acireale, v.2, n.1, p.651-6, 1992.

CASTRO NETO, M.T. Efeito do déficit hídrico na transpiração e resistência estomática da mangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 23-95, 2003.

CASTRO, P.R.C.; MARINHO, C.S.; PAIVA, R. **Fisiologia de produção dos citros.** Informe Agropecuário, v.22, n.209, p.26-38, 2001.

CAVALCANTE, E.R.; COUTINHO, S.F.S.; SELVA, V.S.F. **Desertificação e desastres naturais na região do semiárido brasileiro.** Cadernos de Estudos Sociais, v. 22, p. 19-33, 2006.

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.

CIRILO, J.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; CAMPOS, J.N.B. A QUESTÃO DA ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. In: Bicudo, C.E. de M; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B. (Org.). **ÁGUAS DO BRASIL ANÁLISES ESTRATÉGICAS.** 1 ed. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010, v. 1, p. 81-91.

COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M.A.; SIMÕES, W.L.; COELHO, Y.S. Irrigação em citros nas condições do nordeste do Brasil. **Laranja**, Cordeirópolis, v.27, n.2, p297-320, 2006.

CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M.T.; COELHO, E.F.; DIAS, A.T.; PAES, R.A. Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro 'Cravo' submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.528-531, 2003.

DAVIES, F.S.; ALBRIGO, L.G. **Citros**. Wallingford: CABI, 1994. 272p.

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.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 179 p.

DUENHAS, L.H.; VILLAS BOAS, R.L.; SOUZA, C.M.P.; RAGOZO, C.R.A. **Efeitos da Irrigação e do modo de Aplicação de Fertilizantes na produção e qualidade de frutos de laranja (Citrus sinensis) variedade 'Valência'**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. Anais ... Fortaleza:UFC; SBEA, 2000. 1 CD-ROM.

FARQUHAR, G.D. & SHARKEY, T.D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology**, Boca Raton, 33:317-345, 1982.

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.

FERREIRA, D.F. SISVAR 4.6 **Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2003.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.396, p. 307-319, 2004.

GARCÍA-TEJERO, I.; ROMERO-VICENTE, J.A.; JIMÉNEZ-BOCANEGRA, G.; MARTÍNEZ-GARCÍA, V.H.; DURÁN-ZUAZO, J.L.; MURIEL-FERNÁNDEZ. Response of citrus trees to deficit irrigation during different phenological periods in relation to

yield, fruit quality, and water productivity. **Agricultural Water Management**, n. 97, p. 689–699, 2010.

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.

IBGE - **Instituto brasileiro de geografia e estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2010.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia Estatística**, 2008. disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

JAIMEZ, R.E.; RADA, F.; GARCIA-NÚÑEZ, C.; AZÓCAR, A. Seasonal variations in leaf gas exchange of plaitain cv. Hartón (Musa AAB) under different soil water conditions in a humid tropical region. **Scientia Horticulturae**, v.104, n.1, p.79-89, 2005.

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.

KONRAD, M.L.F.; SILVA, J.A.B.; FURLANI, P.R.; MACHADO, E.C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.

KOOLLER, O.C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Rigel, 446p. 1994.

KOOPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Econômica. México. 479p. 1948.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**, São Carlos: Rima artes, 2004. 531p.

LOPES, E.B.; ALBUQUERQUE, I.C. de; MOURA, F.T. de. Perfil da citricultura de Matinhas, PB, visando ao mercado nacional. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.1, n.1, p.1-17, 2007.

KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic, 1995. 495p.

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.

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 Ceara state, Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 965-970, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI G. C.; OLIVEIRA S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional**. 2.ed. Piracicaba: Potafos. 1997. 319p.

MARIN, F.R. **Evapotranspiração, transpiração e balanço de energia em pomar de lima ácida Tahiti**. Piracicaba, ESALQ, 110f. Tese (Doutorado). 2000.

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.

MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros: principais informações e recomendações de cultivo**. Boletim técnico 200 (IAC), Instituto Agronômico de Campinas, 2005.

MEDINA, C.L. Lima ácida Tahiti: fisiologia da produção. In: MATOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. (Ed.). **Lima ácida Tahiti**. Campinas: Instituto Agronômico, 2003.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C. & PINTOP, J.M. Fotossíntese de laranjeira 'Valência' enxertada sobre quatro porta-enxertos e submetida à deficiência hídrica. **Bragantina**, 57: 1-14, 1998.

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.

NASCIMENTO, A.K. S. do; FERNANDES, P. D.; SUASSUNA, J. F.; SOUSA M. S. da S.; OLIVEIRA, A. C. M. de. Porta enxerto de citros sob estresse hídrico. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* v.4, n.2, p.99–103, 2010.

NELSON, C.J.; MOSER, L.E. **Plant factors affecting forage quality**. In: FAHEY JUNIOR, G.R. (Ed.). *Forage quality, evaluation, and utilization*. Madison, c.3, p.115-154. 1994.

NEVES, M.F.; LOPES, F.F.; ROSSI, R.M.; NEVES, E.M.; MARINO, R.K.; FERNANDES, W.B.; SCARE, R.F.; CAMPOS, E.M.; TEIXEIRA, L. **Mapeamento e qualificação do sistema agroindustrial citrícola em 2004**: Projeto do Programa de estudos dos negócios do sistema agroindustrial. Ribeirão Preto: USP, 2004.

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*, Londrina, v.13, n.1, p.75-87, 2001.

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. **Citricultura brasileira**, 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, v.1, 1991.

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.

PEREIRA, J. R. D. et al. Efeito da época de suspensão da fertirrigação e níveis de reposição de água na cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*). **Ciência Agrotécnica**, Lavras. v. 27, n. 3, p. 658 – 664, maio/jun., 2003.

PISSINATO, A.G.V.; DUTRA, A.D.; COELHO FILHO, M.A.; SOARES FILHO, W. dos S. **Resposta de genótipos de citros ao déficit hídrico**. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 4., 2010, Cruz das Almas. [Anais...] Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 190).

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A.A. **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 265-280.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Performance de citrumelos F80 no Estado de São Paulo. **Laranja**, v.26, p.77-85, 2005.

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.

REBOUÇAS, A. da C.; MARINHO, M.E. **Hidrologia das secas do Nordeste do Brasil**. Recife: SUDENE-DRN, Divisão de Hidrologia, 1972. 126p.

RODRIGUES, D.N.B. **Lâminas de irrigação e doses de adubação potássica, via fertirrigação, na cultura da figueira no semiárido cearense**. Dissertação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 76f. 2009.

RODRIGUES, E.; JUSTINO, A.; SANTANA, V. **Gestão e Ambiente - a Água e a Indústria**. Editora Pergaminho, Lda, Cascais, 2001.

SANT' ANNA, H.L.S. de. **Aspectos fisiológicos de variedades de citros submetidas à deficiência hídrica progressiva**. Cruz das Almas. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Dissertação (Mestrado) – 84f. 2009.

SHALHEVET, J.; LEVY, Y. Citrus trees. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. **Irrigation of agricultural crops**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 1990. p. 951-986.

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.

SILVA, C.L.S.P. **Apomixia em citros: expressão diferencial de mRNA e proteínas em plântulas e embriões zigóticos e apomíticos**. Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista. Tese (doutorado) – 110f. 2002.

SIQUEIRA, M.C.N. e SILVA, D.M. Efeitos do estresse hídrico em plantas de Jacarandá (*Dalbergia nigra* Fr. Allem). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1. p. 41-45, 2000.

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. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Documentos, 187).

SOUZA, C.R.; SOARES, A.M.; REGINA, M.A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n.10, p. 1221-1230, 2001.

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.

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. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) 118f, 2011.

SYVERTSEN, J.P.; LLOYD, J.J. Citrus. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. (Ed.) **Handbook of environmental physiology of fruit crops: subtropical and tropical crops**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 65-100.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto alegre: ArtMed, 2009.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; SIMÃO, S.; BARBIN, D.; POMPEU JUNIOR, J. **Produtividade por metro cúbico e vigor na laranjeira Valência sobre diferentes porta-enxertos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2., 1972, Viçosa, MG. Anais. Viçosa: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973. v.1, p.331-341.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. de M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

VARGAS, M.C. **Capivari e Jundiá: em busca da gestão sustentável da água em três sub-bacias do médio Tietê**, In Caderno 3 NEPAM, Piracicaba, FAPESP: 2000.

VU, J.C.V.; YELENOSKY, G. Water deficit and associated changes in some photosynthetic parameters in leaves of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis* Osbeck). **Plant Physiology**, Lancaster, 88:375-378, 1988.

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.

ZHANG, J.; NGUYEN, H.T.; BLUM, A. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. **Journal of Experimental Botany**, n. 50, p. 291–302, 1999.