



Universidade Federal de Campina Grande
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar
Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais - PGSA



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: MANEJO DE SOLO E ÁGUA

Ecofisiologia da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em híbridos de citros sob lâminas de irrigação

FRANCISCO ALVES DA SILVA

Pombal – PB
Agosto, 2017

FRANCISCO ALVES DA SILVA

Ecofisiologia da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em híbridos de citros sob lâminas de irrigação

Orientador: D.Sc. Marcos Eric Barbosa Brito

D.Sc. João Batista dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Área de Concentração Manejo de Solo e Água do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre (M.Sc.) *Stricto Sensu* em Sistema Agroindustriais – PPGSA

Pombal – PB
Agosto, 2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

DIS

S586e

Silva, Francisco Alves da.

Ecofisiologia da limeira ácida “Tahiti” enxertada em híbridos de citros sob lâminas de irrigação / Francisco Alves da Silva. – Pombal, 2017.

58f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito".

"Co-orientação: Prof. Dr. João Batista dos Santos".

1. *Citrus* spp. 2. Ecofisiologia vegetal. 3. Genótipos. 4. Estresse hídrico. 5. Citricultura. 6. Semiárido paraibano. I. Brito, Marcos Eric Barbosa. II. Santos, João Batista dos. III. Título.

UFCG/CCTA

CDU 634.31(043)



Parecer final do julgamento da Dissertação do Mestrado

FRANCISCO ALVES DA SILVA

Ecofisiologia da limeira ácida Tahiti enxertada em híbridos de citros sob lâminas de irrigação

BANCA EXAMINADORA:

PARECER

D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito (Orientador)

D. Sc. João Batista dos Santos (Orientador)

Dr^a. Sc. Jussara Silva Dantas (Examinadora)

Ph. D. Pedro Dantas Fernandes (Examinador)

D. Sc. Reginaldo Gomes Nobre (Examinador)

Ao meu inolvidável pai, **Bento Alves de Lima** (*In memoriam*) cujo legado e exemplo me trouxe até aqui e será modelo por toda a vida e a minha amada mãe, **Isabel Olivia de Lima**, que hoje contempla o resultado de anos de oração e ensinamento que dedicou à minha vida.

Amo vocês, incondicionalmente...!

Dedico

AGRADECIMENTOS

O Jesus Cristo, prostrado em adoração por causa da fé. Ao único Deus, sábio, seja dada toda a glória por Jesus Cristo todo o sempre. Amém. (Romanos 16:27).

A minha amada esposa, **Maria Erineide** Alves da Silva; meus filhos **Goldberg** Alves da Silva e **Glaudineide** Alves da Silva. Compartilhamos muitas horas durante a condução das pesquisas e o período em que a Dissertação foi escrita..., chuva, sol, ambientes experimentais..., às vezes doentes, mas vocês estavam lá. Não há equação que consiga descrever o meu amor por vocês!

A meu pai, **Bento** Alves de Lima (*in memoriam*). Não é apenas saudade; nem sei se existe uma palavra que comporte toda a falta que sinto, mas somente com a fidelidade de Deus, que me orientou em decisões importantes, foi possível obter tal êxito. Obrigado, **Espírito Santo**, pelo qual tenho todo o apoio e a orientação de que necessito.

A minha mãe, **Isabel** Olivia de Lima. Anos se passaram e chegamos a mais um momento importante da minha vida; em todos os instantes estive presente, me acompanhaste e semeaste, carinhosamente, a minha vida. Hoje estamos colhendo frutos juntos. A paz do Senhor, Glória a Deus! Como eu agradeço a Deus pela tua vida, mãe..., como é bom tê-la por perto: eu a amo incondicionalmente!

A minhas irmãs: **Francisca** Alves de Lima; **Gorette** Alves da Silva; **Maria José** Alves da Silva; **Irani** Alves da Silva; **Olivia** Alves da Silva; e irmãos, **José** Alves da Silva; **Arnaldo** Alves da Silva; **Pedro** Alves da Silva; incluso **Edineuza** de Alencar Alves (cunhada). A família cresceu e, fisicamente, residem uns em locais distintos, mas sempre é bom tê-los por perto em São Gonçalo, distrito de Sousa e me sentir em casa..., vocês são minhas alegrias! Amo vocês!

Ao meu orientador, Prof. D.Sc. **Marcos Eric** Barbosa Brito, foram cerca de 10 anos de convivência e orientação..., nunca o esquecerei: obrigado por apostar em mim!

Às prof.^{as} D. Sc. **Roberlucia** Araújo Candeia; D.Sc **Monica** Tejo Cavalcanti; Os prof.^{os} D. Sc **Reginaldo** Gomes Nobre; D. Sc **Camilo** Allyson Simões de Farias; D. Sc Antônio

Francisco **Mendonça** Junior, que, juntos em uma pequena jornada, durante este período de pós-graduação, a partir de suas palavras, me motivaram a fazer sempre o melhor!

Ao professor D. Sc. Manoel **Moisés** Ferreira de Queiroz – Ex-Coordenador do curso de Pós-Graduação em Sistema Agroindustriais, o meu muito obrigado.

Ao secretário **Normando** Miquéias de Araújo e Oliveira e aos demais professores e funcionários que participaram direta e indireta da construção desta conquista;

Aos meus colegas de sala de aula **Alcides** Almeida Ferreira, **Gilvan** Oliveira Pordeus e **Savana** Linhares, verdadeiros exemplos de superação!

A todos que fazem a Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA) na Universidade Federal de Campina Grande, PB, o meu muito obrigado!

Que o todo poderoso, o nosso Deus, abençoe as suas vidas..., levarei comigo as lições que aprendi com vocês!

Muito obrigado!

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO	Xi
ABSTRACT	Xiii
1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo Geral.....	9
2.2 Objetivos específicos.....	9
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
3.1 A citricultura.....	10
3.2 Características das plantas cítricas.....	11
3.3 Aspectos físicos do Semiárido Paraibano.....	11
3.4 Disponibilidade hídrica no Semiárido Paraibano.....	12
3.5 Estresse hídrico em citros.....	13
4. METODOLOGIA	14
4.1 Caracterização da área experimental.....	14
4.2 Tratamentos e delineamento estatístico.....	15
4.3 Instalação e condução do experimento.....	18
4.4 Variáveis analisadas.....	20
4.4.1 Aspectos Ambientais.....	20
4.4.2 Variáveis fisiológicas.....	21
4.4.3 Variáveis de crescimento.....	22
4.4.5 Análise estatística.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Aspectos ambientais.....	24
5.2 Trocas gasosas.....	28
5.3 Fluorescência da Clorofila α	31
5.4 Aspectos de Crescimento.....	34
6. CONCLUSÕES	53
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

RESUMO

Ecofisiologia da limeira ácida Tahiti enxertada em híbridos de citros sob lâminas de irrigação

SILVA, Francisco Alves da, M.Sc., Universidade Federal de Campina Grande, PB, 2017. Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais – PGSA. **Ecofisiologia da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em híbridos de citros sob lâminas de irrigação**. Orientador: D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito e D. Sc. João Batista dos Santos.

RESUMO - A região semiárida é caracterizada por irregularidade das chuvas e baixo índice pluviométrico, que limita o desenvolvimento da agricultura em condições de sequeiro, remetendo a necessidade do uso sustentável da irrigação, sendo necessário, o uso de espécies com potencial econômico, a exemplo dos citros, e que possam ser cultivadas com menor uso de recursos hídricos, tornando a agricultura mais eficiente. Neste sentido, a identificação de genótipos com maior tolerância ao estresse hídrico torna-se essencial para atender esta demanda. Assim, objetivou-se estudar o crescimento, fisiológicos e adaptabilidade ao estresse hídrico de combinações copa/porta-enxertos de citros durante a prefloração sob lâminas de irrigação no semiárido paraibano. O experimento foi realizado no período de agosto de 2016 a abril de 2017, correspondendo a 270 dias, na Fazenda experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em São Domingos -PB. No delineamento experimental de blocos casualizados, foram estudadas 11 combinações copa/porta-enxerto sob lâminas de irrigação, perfazendo um esquema fatorial (11x2), com 3 repetições, totalizando 66 parcelas experimentais compostas por uma planta útil, cada. As combinações copa/porta-enxerto foram relativas à combinação de genótipos de porta-enxertos: 1. LIMOEIRO CRAVO COMUM (LCR); 2. *Tangerineira Sunki Comum* (TSKC) x [LCR x *Poncirus trifoliata* TR] – 01; 3. TSKC x (LCR x TR) – 018; 4. TSKC x (LCR x TR) – 20; 5. TSKC x (LCR x TR) – 029; 6. TSKC x *Citrumelo Swingle* CTSW – 022; 7. *Tangerina Sunki da Flórida* TSKFL x (LCR x TR) – 038; 8. TSKFL x (LCR x TR) – 044; 9. TSKFL x (LCR x TR) – 049; 10. TSKFL x (TCR x TR) – 062 e 11. TSKFL x (LCR x TR) – 069, enxertados com a limeira ácida ‘Tahiti’. Tais combinações foram submetidas a duas lâminas de água, correspondentes a 50 e 100% da evapotranspiração de referência (ET_o). Avaliaram-se, bimestralmente, iniciando-se 15 dias após o transplante (DAT), variáveis fisiológicas e o crescimento das plantas durante a prefloração.

Os genótipos enxertados na limeira ácida ‘Tahiti’ podem ser cultivados no semiárido da Paraíba, mesmo sob baixa lâmina de irrigação de 50% da evapotranspiração de referência diária durante o crescimento da prefloração, em virtude da manutenção da atividade fisiológica das plantas e não ocorrência de dano ao aparato fotossintético; A avaliação de trocas gasosas permite diferenciar genótipos resistente e suscetível ao estresse hídrico; Os híbridos de tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL), quando enxertados com a limeira ácida ‘Tahiti’, mantêm menor status hídrico e proporcionam, à variedade copa, maior crescimento, mesmo sob menor lâmina de irrigação; as combinações menos sensíveis a déficit hídrico foram compostas pelo ‘Tahiti’ enxertado com o TSKFL x (LCR x TR) – 049, TSKFL x (LCR x TR) – 062, TSKFL x (LCR x TR) – 69.

Palavras-Chave: *Citrus* spp, Trocas Gasosas, Crescimento, Estresse hídrico.

ABSTRACT

Ecophysiology of ‘Tahiti’ acid lime grafted on citrus hybrids under different irrigation depths

SILVA, Francisco Alves da, M.Sc., Universidade Federal de Campina Grande, PB, 2017. Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais – PGSA. **Ecophysiology of ‘Tahiti’ acid lime grafted on citrus hybrids under different irrigation depths**. Advisor: D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito and D. Sc. João Batista dos Santos.

ABSTRACT – The low annual rainfall and irregularity of seasons in semi-arid regions hamper the development of rainfed agriculture, which leads to the need of sustainable irrigation systems. Plants with little demand for water, such as the citrus ones, enhances the efficiency of agriculture. The identification of genotypes with high tolerance to water stress becomes essential to meet this demand. In this study, we investigated the growth, physiology, and adaptability to water stress of pre-flowering citrus plants at different combinations of canopy/rootstocks under different irrigation depths in the semi-arid region of Paraíba. The experiment was carried out during 270 days, from August 2016 to April 2017, at the Experimental Farm of the Center for Agrifood Science and Technology of the Federal University of Campina Grande, São Domingos, Paraíba, Brazil. We applied a randomized block design, with eleven canopy/rootstock combinations and two irrigation depths, each treatment had three replicates, totaling 66 experimental units. The following genotypes of rootstock were grafted with the ‘Tahiti’ acid lime: 1. Rangpur (LCR); 2. Common Sunki Mandarin (TSKC) x [LCR x *Poncirus trifoliata* TR] – 01; 3. TSKC x (LCR x TR) – 018; 4. TSKC x (LCR x TR) – 020; 5. TSKC x (LCR x TR) – 029; 6. TSKC x *Citrumelo Swingle* CTSW – 022; 7. Florida Sunki Mandarin TSKFL x (LCR x TR) – 038; 8. TSKFL x (LCR x TR) – 044; 9. TSKFL x (LCR x TR) – 049; 10. TSKFL x (TCR x TR) – 062; and 11. TSKFL x (LCR x TR) – 069. These combinations were submitted to two irrigation depths, 50 and 100% of the reference evapotranspiration (ET_o). After 15 days from the transplanting (DAT), we started to measure, bimonthly, the physiological variables and plant growth during the pre-flowering period. The genotypes grafted on the ‘Tahiti’ acid lime tree can be grown in the Paraíba semi-arid, even under low under irrigation mounth of 50% from the daily reference evapotranspiration during prefloration stage, due to the maintenance of the physiological activity of the plants and non-occurrence damage to the photosynthetic apparatus; the evaluation of gas exchange allows to differentiate genotypes resistant and susceptible to

water stress; hybrids from Florida Sunki mandarin (TSKFL), when grafted with the 'Tahiti' acid lime tree, maintain lower water status and provide the canopy variety a greater growth, even under a lower irrigation mounth and the combinations less sensitive to water deficit were composed of Tahiti grafted with TSKFL x (LCR x TR) - 049, TSKFL x (LCR x TR) - 062, TSKFL x (LCR x TR) - 69.

Keywords: *Citrus* spp, Gas exchange, Plant growth, Water stress.

1. INTRODUÇÃO

Os citros constituem um grande grupo de plantas, que compreendem o gênero *Citrus* e outros gêneros afins, como o '*Fortunella e Poncirus*', todos da família Rutaceae, sendo as principais espécies cultivadas a laranja, tangerinas, limões, limas 'ácidas e doces', pomelos, cidras e as toranjas. Plantas originários, principalmente, de regiões subtropicais e tropicais da China ao Japão, do Sudeste da Ásia (CRISÓSTOMO, 2009).

Essas plantas perenes são caracterizadas como de porte médio arbóreo/arbustivo, flores brancas e aromáticas e frutos tipo baga. Atualmente, seu cultivo é disseminado por todo o planeta terra, sendo o Brasil o maior produtor e exportador de suco de laranja concentrado do mundo (OECD-FAO, 2015). Entre as regiões produtoras, destacam-se o Sudeste, que detém cerca de 79,3%, e o Nordeste, apesar de inquestionável potencial segunda maior produtora, respondendo por cerca de 9,89% da produção nacional (EMBRAPA, 2016). Com destaque a limeira ácida 'Tahiti', que vem registrando, nos últimos anos, incremento do volume produzido no país, destacando-se no cenário das exportações, que bateu em 2015 o segundo recorde consecutivo (SENAR, 2016).

Todavia, a produtividade no Nordeste é baixa, cerca de 13,8 t ha⁻¹, considerando o potencial da cultura, que pode chegar a 40 t ha⁻¹, o que pode estar relacionado ao déficit hídrico, proporcionado da escassez de água de boa qualidade, natural que ocorre na região, fazendo necessário o uso da irrigação para otimização da produção (BRAZ et al., 2009). Proporcionado, na agricultura irrigada, devido à importância do sistema de irrigação na produção agrícola.

Imprescindível, a necessidade de conhecimento de parâmetros edafoclimáticos locais, deste modo, em virtude da baixa disponibilidade dos recursos hídricos (TUNDISI, 2008). Onde a água é o fator limitante, a evapotranspiração é maior do que a precipitação, fazendo com que seja necessário o uso de estratégias que permitam a otimização do uso dos recursos hídricos.

Uma das estratégias para o desenvolvimento sustentável da agricultura, é o manejo eficiente da água, que auxiliam alternativas para melhorar as combinações copa/porta-enxertos que sejam tolerantes ao estresse hídrico (FAGGION; OLIVEIRA; CHISTOFIDIS, 2009).

Segundo Silva et al. (2011), a maior restrição, e o entendimento sobre o manejo da água, é quantificar a medição de umidade do solo, variáveis de clima, seja mantido em um nível que permita a planta realizar seus processos fisiológicos de forma a maximizar sua produção provida de potenciais ou grau de desenvolvimento exigido pela espécie, o genótipo e a fase de desenvolvimento da cultura.

Para a identificação de combinações copa/porta-enxertos de citros tolerantes ao déficit hídrico, faz-se necessário o conhecimento das necessidades hídricas das plantas, de modo a

otimizar o manejo da água de irrigação, considerando o estado da atmosfera, ou seja, radiação solar, precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, pressão, velocidade e direção do vento. Esse conjunto de variáveis descrevem as condições atmosféricas num dado instante e local (PEREIRA et al., 2007). Esse cenário indica que há uma tendência natural, ou seja, a água decorre inter-relações hídricas para os vegetais, com aspectos fisiológicos, como as trocas gasosas e a fluorescência da clorofila sob condições de déficit hídrico, permitem correlacionar as diferenças das plantas C₃, C₄ e CAM, em condições de semiárido, o crescimento e a produtividade das plantas, de modo a garantir a escolha de materiais com maior potencial produtivo (PIMENTEL, 1998).

Dessa forma, quando considerada a limeira ácida ‘Tahiti’, os estudos sobre a influência do manejo da irrigação na ecofisiologia de plantas, em condição de campo, são escassos. Sendo assim, os efeitos de estresse hídrico em resposta as lâminas de irrigação, obtidas pelo fornecimento de 50 e 100% da necessidade hídrica da cultura, determinada através da evapotranspiração.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estudar o crescimento, aspectos fisiológicos e a adaptabilidade ao estresse hídrico de combinações copa/porta-enxertos de citros durante a prefloração sob lâminas de irrigação durante o primeiro ano de cultivo em campo no semiárido paraibano.

2.2 Objetivos Especifico

Avaliar o crescimento, durante a fase de formação da planta, de combinações entre a limeira ácida 'Tahiti' enxertada em híbridos de citros sob lâminas de irrigação no primeiro ano de cultivo;

Analisar aspectos fisiológicos de combinações entre a limeira ácida 'Tahiti' enxertada em híbridos de citros sob lâminas de irrigação no primeiro ano de cultivo;

Avaliar a estresse hídrico das combinações entre a limeira ácida 'Tahiti' enxertada em híbridos de citros sob lâminas de irrigação no primeiro ano de cultivo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A citricultura

A planta cítrica é originária, principalmente, das Regiões Subtropicais e Tropicais da China ao Japão, do Sudeste da Ásia (CRISÓSTOMO, 2009), daí dispersando-se para outras partes do globo terrestres, chegando às Américas no final do século XV (CUNHA SOBRINHO et al., 2013). Os caminhos da citricultura no Brasil, seguindo tal preceito, consolidado em décadas de atuação no campo da pesquisa, referência na cadeia citrícola que detém a liderança mundial, destacando pela promoção do crescimento socioeconômico, contribuindo com a balança comercial nacional, principalmente, pela geração de mais de 210 mil empregos diretos e indiretos na área rural. Da produção mundial, o Brasil detém aproximadamente 30% de laranja e 59% da de suco de laranja; inovações em pesquisa, tecnologia e logística forma a base da eficiência e liderança do Brasil (LOPES et al., 2015).

A ecofisiologia dos citros, a influência do clima, as consequências ecofisiológica do manejo de irrigação em citros, período experimental, variação sazonal da fotossíntese e fixação dos frutos e crescimento vegetativo, permitem entender os efeitos e quais devem ser adotados, além de recomendações de cultivares para cada região (SILVA, 2013). Vale ressaltar, por outro lado, que o crescimento da citricultura vem sendo efetivado mediante o adensamento tecnológico do sistema de produção.

De acordo com alguns pesquisadores como Araújo e Arruda (2013) e Cunha Sobrinho et al. (2013), o Semiárido Brasileiro possui aptidão agroclimática para integrar e efetivar o êxito do cultivo dos citros. Salientando-se, a dimensão e a importância da citrícola Paraibana, centrada na região do 'Planalto da Borborema' denominação que foi consagrada a região por estar inserida na bacia hidrográfica do Agreste Paraibano e o Brejo Paraibano. Neste contexto, Matinhas considerável o polo citrícola detém hoje o título de maior produtora de laranja da Paraíba e de tangerina do Nordeste. O Semiárido Paraibano constitui o baixo aporte tecnológico por deficiência hídrica, consagrando como fator limitante à expansão da citricultura.

A agricultura familiar é bastante atuante nas áreas rurais do Brasil. Principal responsável no âmbito do Nordeste, nas condições semiáridas, é basicamente desenvolvida por meio de agricultores, em pequenas propriedades.

As condições agroclimáticas como, paradigma para compreender a formação de processos do clima de uma região, torna-se bastante importante, pois a citricultura nordestina atrela

estudos relacionados com a interação do ambiente, mais avaliação de fatores climáticos a áreas susceptíveis à desertificação.

3.2 Características das plantas cítricas

Pertencente ao reino Plantae, família Rutaceae, o gênero Citrus, subfamília Aurantioideae, tribo Citreae, subtribo Citrineae, ao qual pertence à maioria das variedades cultivadas (SANTOS FILHO; MAGALHÕES; COELHO, 2005). O conhecimento da fenologia da citricultura, visa compreender a resposta das plantas em termos de fases vegetativas, florescimento e maturação da limeira ácida Tahiti nas condições do Semiárido Brasileiro. Evidentemente, a grande importância para o manejo da cultura irrigada é assegurada por um conjunto de atividades para incremento da produtividade, fundamental em cada região produtora (JUNQUEIRA, 2009).

A lima ácida ‘Tahiti’ é uma planta de médio porte que pode atingir 3 a 4 m de altura com troco reto e com copa porta-enxerto densa e arredondada. A folhagem é verde escura e aromática e flores branca (ABREU, 2005). Em geral, todos os tipos de limão têm aspecto semelhante, embora mudem no tamanho e na textura da casca, que pode ser lisa ou enrugada (MATOS, 2007).

3.3 Aspectos físicos do Semiárido Paraibano

Segundo o Instituto Brasileiro Geográfico Estatístico (IBGE) para fins estatísticos e não constitui, portanto, uma administração ou uma entidade política oficialmente; geograficamente o Estado da Paraíba está dividido em quatro mesorregiões de desenvolvimento (MD): Mata Paraibana, Agreste Paraibano, Borborema e Sertão Paraibano, abriga a extraordinária paisagem de ecossistemas, constituídas por uma ampla diversidade climática e topográfica.

A mesorregião Sertão Paraibano, com uma área estimada de 22.697,50 km², altitude média de 300 m, temperatura média anual de 27 °C e precipitação média anual de 800 mm, sendo composta por sete microrregiões que, juntas, congrega oitenta e três municípios; dessas mesorregiões as mais importantes são: Patos, Sousa, Cajazeiras e Catolé do Rocha.

O Município de São Domingos está inserido na mesorregião de Sousa, localizado ao oeste do estado da Paraíba, na unidade agroambiental da depressão sertaneja, possui uma área de 169,2 km². O referido município se encontra inserido entre as coordenadas geográficas: 6° 49’ S

e 37° 57' W. a 394,7 km da capital do estado. Limita-se ao oeste com Aparecida, ao sudoeste com o município de São José da Lagoa Tapada, a leste, sudeste e norte com Pombal.

São Domingos representa a paisagem típica do semiárido nordestino. O clima é Tropical Semiárido, (segundo a classificação de Köppen), com altitude média de 190 m. A estação chuvosa se inicia em novembro com término em abril e/ou maio, se adiantando até junho. A temperatura oscila entre 25 °C à 33 °C, com precipitação média entre 431,8 e 645,4 mm/ano.

A área de estudo está inserida nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, região do Alto Piranhas que apresenta características temporárias, ou seja, diminui seu volume d'água ou seca durante o período de estiagem. O município apresenta, entre os seus reservatórios de água, inúmeras cisternas individuais, açudes, cacimbas, entre outros, mas o abastecimento urbano é feito pela prefeitura e pelo exército através do programa de abastecimento de água operação pipa.

Segundo a atualização da classificação climática para o Estado da Paraíba, de acordo com o levantamento exploratório de solo (Embrapa Solos-2015), a classificação do solo da fazenda experimental do CCTA – Campus de Pombal, localizado no município São Domingos, atualizado por (DANTAS et al., 2017); constituído de solo Neossolo Flúvico, solo reposições de camadas de textura diferentes.

Percebe-se que o município possui condições favoráveis para a prática da agricultura, condicionalmente para o plantio de limoeiro ácido Tahiti, devido às condições climáticas e pedológicas adequadas para esse tipo de citricultura predominante na região.

Quanto à vegetação nativa predominante, esta é formada por Caatinga hiperxerófila com trechos de floresta Caducifólia, próprias das regiões do semiárido nordestino, na qual o município se encontra. A cobertura vegetal da microrregião do sertão está bastante modificada, resultados de muitos anos de exploração de atividades agropecuárias e extração vegetal.

3.4 Disponibilidade hídrica no Semiárido Paraibano

Um recurso natural de fundamental importância, a água, presente na natureza, é usada para a maioria das atividades produtivas e, para a vida humana. Com ênfase nos processos atmosféricos e oceânicos, que condicionam a distribuição espacial e temporal, das precipitações pluviométricas sobre a região e as perspectivas de alterações futuras dos padrões de chuvas devido às mudanças climáticas; mas sua relativa abundância no Brasil faz com que a sociedade nem sempre lhe atribua valor em termos de externalidades ambientais e sociais.

A complexidade da gestão da água tem envolvido oportuna variável, qualidade e quantidade se constituem em requisitos básicos, exigem, de todos, mudanças de atitudes (FERREIRA et al., 2016).

As mudanças de estado físico da água, no ciclo hidrológico, influenciam os processos biogeoquímicos nos ecossistemas terrestres e aquáticos. Quanto à água potável; dos 3% restantes, que perfazem o total de água disponível como água doce existente, estão armazenados cerca de 77% congelados nas calotas polares, em estado sólido, 10% confinados nos aquíferos e, entretanto, a disponibilidade dos recursos hídricos no estado líquido corresponde a 15% do total de água doce disponível para o consumo humano.

A água, portanto, é um recurso extremamente finito, que em partes desiguais pela superfície terrestre, por outro, suas reservas são limitadas. Segundo Tundisi (2014), o suprimento de água doce de boa qualidade e quantidade é essencial para o desenvolvimento econômico, para a qualidade de vida das populações humanas e para a sustentabilidade. Os lagos e rios são as principais fontes de água potável.

As reservas de água provenientes superficiais e/ou de aquíferos profundos. As águas do Nordeste, são constituintes, sobretudo, de chuvas que caem em bacias hidrográficas na própria região. O regime de chuvas é concentrado em quatro meses durante o ano, com picos em novembro-dezembro na porção sul, março-abril na porção norte e junho-julho na parte leste do Nordeste (CGEE, 2012).

É importante, cuidar principalmente de fontes e da necessidade de uso eficiente, sobretudo de água precipitada que se encontram abaixo da média histórica, variam entre 340 e 1839 mm/ano.

A evapotranspiração varia em média 10,3 mm/dia, seja pela escassez de oferta hídrica no Semiárido Paraibano, no contexto da sustentabilidade ambiental, os recursos hídricos que se coloca como um dos principais desafios de paradigmas a serem enfrentados pela humanidade (IPEA, 2010).

3.5 Estresse hídrico em citros

A água é um dos principais insumos para a garantia do crescimento e desenvolvimento vegetal, interferindo na produtividade das plantas. O que ocorre também com as plantas cítricas, que possuem diferentes necessidades hídricas, variando com os estádios fenológicos da planta e com as combinações copa/porta-enxerto (BRAZ et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2012).

Ao analisar tecnicamente projetos de irrigação de lima ácida ‘Tahiti’, Alves e Melo (2008) destacam a necessidade de melhoria na determinação do tempo de irrigação e no turno de rega, o que está comprometendo a melhoria na produção e produtividade das plantas. O efeito do déficit hídrico em plantas de citros está relacionado a distúrbios nas relações hídricas nas plantas (PEIXOTO et al., 2006; NASCIMENTO et al., 2012), sendo constatados efeitos do estresse hídrico no crescimento e aspectos fisiológicos de genótipos de citros com potencialidade a porta-enxertos, sendo observados diferentes mecanismos de adaptação em suas diferentes fases de desenvolvimento, o que pode ser de fundamental importância, uma vez que as interações causadas pelo déficit hídrico nos processos fisiológicos das plantas podem comprometer ou não o processo de produção (SANTOS; CARLESSO, 1998).

Externamente, podem ser observados conteúdo de água no solo, temperatura do ar, oxigênio, gás carbônico, estresse ambiental, sais, entre outros. Num sentido geral, todo o nível funcional do organismo induz mudanças e respostas as quais são reversíveis a princípio, sendo significativo, mas podem se tornar permanente (LARCHER, 2000).

Contextualizando dentro dessa nova realidade o que torna indispensável à obtenção do material genético de alta qualidade, vigorosas e livres de patógenos. Os fatores fenológicos e a severidade e duração do estresse hídrico condicionante de influencia a variação dos mecanismos fisiológicos (SUASSANA et al., 2014).

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em campo, na Fazenda Experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, localizado no município de São Domingos, Paraíba – Brasil. Sob coordenadas geográficas de 6° 49’ S, 37° 57’ W e altitude de 190 m, a aproximadamente 32 km da sede do CCTA – Campus de Pombal (Figura 1).



Foto: Francisco Alves da Silva

Figura 1. Vista parcial da Fazenda Experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, 2017.

O solo local foi classificado como Neossolo Flúvico (DANTAS, et al., 2017), textura francoarenosa e o clima da região é do tipo BSh, conforme classificação de Köppen, ou seja, semiárido quente e seco, com temperatura média em torno de 30 °C, umidade relativa máxima em torno de 85% (mínima de 40%). A evapotranspiração é superior a 2000 mm/ano, enquanto que, a precipitação anual média é 538 mm, caracterizando duas estações bem definidas, uma seca que vai de junho a outubro e a outra chuvosa que vai de novembro a maio.

4.2 Tratamentos e delineamento estatístico

O experimento foi realizado usando-se um delineamento experimental de blocos casualizados, com tratamentos arranjados em esquema fatorial, 2x11, correspondentes a duas lâminas de irrigação e 11 combinações copa/porta-enxerto de citros, com três repetições, totalizando 66 unidades experimentais, uma composta por uma planta útil. As plantas foram cultivadas em espaçamento 5x3 m, sendo 5 m entre fileiras e 3 m entre plantas, possibilitando um estande de 666 plantas por hectare (Figura 2).



Foto: Francisco Alves da Silva

Figura 2. Vista parcial da área experimental e das plantas utilizadas no trabalho.

Os tratamentos referentes às parcelas constaram de duas lâminas de irrigação, correspondentes a 100% e 50% da Evapotranspiração de referência (ET_o), foram obtidas (Eq. 1) a partir de dados da estação agrometeorológica de São Gonçalo que fica 50,6 km de distância para o experimento na Fazenda Experimental do CCTA, localizada sob coordenadas geográficas de 6° 45' S, 38° 13' W, usando-se a equação de Peaman Monteith – FAO (ALLEN et al., 2006).

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} = \text{mm} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

ET_o=Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);

Rn = radiação líquida na superfície da cultura (MJ m⁻² dia⁻¹);

G = fluxo de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹);

Δ = inclinação da curva pressão de vapor versus temperatura do ar (KPa.° C⁻¹);

U₂ = Velocidade do vento medida a dois metros de altura (m s⁻¹);

T = temperatura (° C);

e_s = pressão de saturação do vapor de água (KPa);

e_a = pressão real do vapor d'água (KPa);

γ = fator psicrométrico (MJ kg⁻¹).

As 11 combinações copa/porta-enxerto são relativas à combinação da limeira ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) enxertada em 11 genótipos de citros, os quais estão descritos no Quadro 1, sendo todos provenientes do programa de melhoramento genético de citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (PMG-Citros), Cruz das Almas – BA.

Quadro 1. Relação de genótipos de citros usados como porta-enxerto da limeira ácida ‘Tahiti’ Pombal, PB, 2016.

Nº	Nome
1	LIMOEIRO CRAVO COMUM (LCR)
2	TSKC x (LCR x TR) – 01
3	TSKC x (LCR x TR) - 018
4	TSKC x (LCR x TR) – 20
5	TSKC x (LCR x TR) – 029
6	TSKC x CTSW- 022
7	TSKFL x (LCR x TR) – 038
8	TSKFL x (LCR x TR) – 044
9	TSKFL x (LCR x TR) – 049
10	TSKFL x (LCR x TR) – 062
11	TSKFL x (LCR x TR) – 069

TSKC = tangerineira Sunki (*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka) Comum; TSKFL = tangerineira Sunki da Flórida; LCR – Limoeiro Cravo (*C. limonia* Osbeck) Comum; TR = *Poncirus trifoliata* (L); CTSW = Citrumelo Swingle (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*).

Na Figura 3 pode-se observar o croqui da área experimental com disposição das parcelas (lâminas de irrigação) e subparcelas (combinações copa/porta-enxerto).

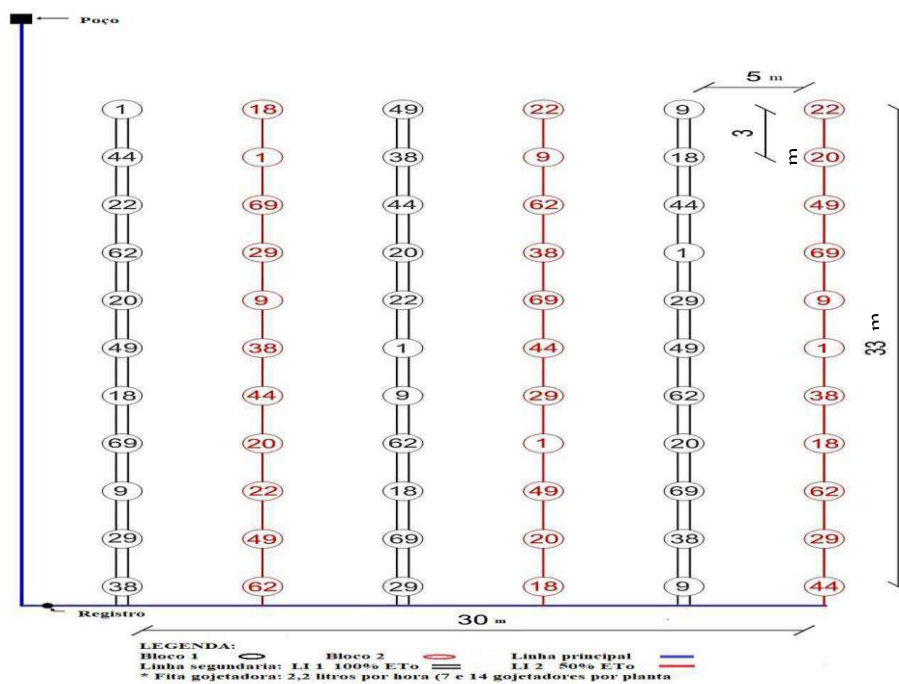


Figura 3. Croqui da área experimental, com disposição das parcelas (lâminas de irrigação) e subparcelas (combinações Copa/porta-enxerto) e respectivas repetições.

4.3 Instalação e condução do experimento

Antes do transplântio das mudas, o solo foi preparado com uma gradagem (grade aradora) na profundidade de 0-30 cm, seguindo por confecção de sulcos, utilizando-se de um sulcador mecanizado, com profundidade média de 40 cm na linha de plantio, no espaçamento de 5 m entre sulcos, realizando-se, ainda, a marcação dos locais de plantio com uso de piquetes espaçados em 3 m.

Em detrimento do preparo inicial e secundário do solo, realizou-se uma coleta de amostra de solo na profundidade de 0 - 30 cm, de modo a sua execução da análise física e química, usando-se a metodologia proposta pela Embrapa (2011), estudando os dados dispostos na Tabela 1, os quais viabilizaram o planejamento das fertilizações.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo, antes do transplântio. Pombal – PB, 2017.

Atributos químicos *	Valore	Atributos físicos **	Valore
pH em água (1:2,5)	6,5	Densidade do solo (g cm^{-3})	1,42
CE em água dS m^{-1} (1:5)	1,32	Densidade de partícula (g cm^{-3})	2,68
P (mg dm^{-3})	16	Porosidade total ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,47
K ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	1,39	Areia (g kg^{-1})	734
Ca ²⁺ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	2,70	Silte (g kg^{-1})	176
Mg ²⁺ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	2,50	Argila (g kg^{-1})	90
Na ⁺ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	0,61	*M.O – Matéria orgânica; SB - soma de bases	
SB ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	7,20	(Ca ²⁺ +Mg ²⁺ +Na ⁺ +K ⁺);	
Al ³⁺ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	0,00	CTC - capacidade de troca de cátions - [Ca ²⁺ + Mg ²⁺	
H ⁺ + Al ³⁺ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	0,32	Na ⁺ + K ⁺ + (H ⁺ + Al ³⁺)]; V – Saturação por bases	
CTC ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	7,52	(Ca ²⁺ +Mg ²⁺ +Na ⁺ + K ⁺ /CTC) x 100; o pH foi medido e:	
V (%)	95,74	extrato aquoso (1:2,5).	
MO (g dm^{-3})	16	** Granulométrica: pelo densímetro de Boyouco	
PST (%)	0,38	Densidade aparente: método da proveta de 100 ml	
		Densidade real: método do balão.	

Após a confecção dos sulcos e a marcação dos pontos de plantio, considerando-se, ainda, a análise do solo, procedeu-se a adubação de fundação, usando-se esterco bovino curtido na quantidade de 10 litros por planta; além da adubação com fósforo, na quantidade de 160g (de P₂O₅ ou supersimples) por planta; durante o ciclo vegetativo da cultura, foi realizado adubação de cobertura com nitrogênio, fósforo e potássio, nas dosagens de 160 g de N, 20g de K₂O e 40g de P₂O₅ por planta respectivamente, além de adubação com micronutrientes, usando-se a recomendação disposta em (MATTOS JÚNIOR et al., 2005).

Durante a condução foi feita amostragem do solo aos 60, 120 e 180 dias após início do transplântio para acompanhamento de pH (Potencial de hidrogeniônico) na solução de 1:2,5 de H₂O; e na CEes da pasta de saturação do solo.

As mudas de citros foram produzidas em ambiente protegido na condição de muda palito, foram transplântadas usando-se o espaçamento em estudo de 5 m entre fileiras e 3 m entre plantas, totalizando, uma área de 990 m² de lima ácida ‘Tahiti’ enxertada nos genótipos descritos no Quadro 1.

O transplântio foi efetuado no mês de agosto/2016 e a aplicação dos tratamentos deste primeiro ano de produção de prefloração até abril de 2017.



Foto: Marcos Eric e Francisco Alves

Figura 4. Ilustração da área em preparação para cultivo de citros (coveamento e transplântio), área pronta (A), coveamento (B e C) e transplante (D e E) mudas transplântadas (F). Pombal, PB, 2017.

A amostragem, a coleta de água para a determinação dos elementos solúveis, medindo os cátions e ânions, estando os dados dispostos na Tabela 2, objetivando conhecer as características da qualidade e sua representatividade para fins de irrigação. Obtendo assim uma série de parâmetros sobre suas características física e química da água e suas distintas aplicações na agricultura.

Tabela 2. Análise da qualidade da água de irrigação usada no experimento. Pombal – PB, 2017.

Parâmetro	Unidade	Valores
pH	-	6,33
Condutividade elétrica (CEa)	dS m ⁻¹	1,32
Ca ²⁺	mmol _c dm ⁻³	3,25
Mg ²⁺	mmol _c dm ⁻³	2,58
K ⁺	mmol _c dm ⁻³	0,48
Na ⁺	mmol _c dm ⁻³	4,05
HCO ₃ ⁻	mmol _c dm ⁻³	7,30
Cl ⁻	mmol _c dm ⁻³	7,30
CO ₃ ²⁻	mmol _c dm ⁻³	0,00
SO ₄ ²⁻	mmol _c dm ⁻³	0,00
RAS	mmol _c dm ⁻³	2,42
C ₃	Água de salinidade alta	

pH – potencial hidrogeniônico; RAS – Relação de absorção de sódio; C₃ – Classe de água.

A água usada na irrigação foi captada de uma fonte de poço tubular, perfurado próximo à área experimental, cuja análise foi apresentada na Tabela 2, podendo-se verificar que, embora se tenha uma água de salinidade alta, é possível o uso para irrigação, já em relação ao potencial de salinização do solo, não se verificando, a drenagem dos sais no solo, não repressiva, quanto a problemas de permeabilidade (AYERS; WESTCOT, 1999).

A irrigação foi realizada diariamente, (turno de rega de 24 horas) com uso de um sistema de irrigação por gotejamento, a partir de fitas gotejadoras, sete gotejadores por planta para lâmina de 50% e quatorze gotejadores por planta para lâmina de 100%, com emissores autocompensantes de vazão de 2,2 L h⁻¹, o expoente espaçado igual a 0,3 cm, permanecendo fixados em série em uma mangueira PED (polietileno de baixa densidade) de 16 mm. O declive da área amostrada é inferior a 3%.

Na condução do experimento, realizou-se roçagem das ervas daninhas nas entrelinhas de cultivo, no período de chuvas, e gradagem no seco, capina para eliminação de ervas daninhas nas linhas de plantio, com uso de enxadas e a capina manual. Fez-se, ainda, o monitoramento da incidência de pragas, de modo a manter as plantas sem nenhuma fonte de estresse biótico.

4.4 Variáveis analisadas

4.4.1 Aspectos Ambientais

Durante a condução do experimento, a partir da estação agrometeorológica de São Gonçalo, PB, obteve-se, diariamente a precipitação pluviométrica, as temperaturas média,

mínima e máxima, além da radiação solar. Para destaque destas variáveis, realizou-se médias com unidades dispostas na Tabela 3.

Tabela 3. Variáveis provenientes da estação agro meteorológica de São Gonçalo – PB, a serem usadas para compor os dados climáticos durante o período experimental. Pombal – PB, 2017.

Variável	Unidade	Forma de obtenção
Precipitação pluviométrica	mm.mês	Soma
Temperatura média	°C	Média
Temperatura mínima	°C	Média
Temperatura máxima	°C	Média
Radiação solar	KJ. m ²	Média
Déficit de água no solo	mm.mês ⁻¹	Média
Excedente de água no solo	mm.mês ⁻¹	Média

4.4.2 Variáveis fisiológicas

Aos 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação das lâminas de irrigação às plantas (DAIE), determinou-se, as trocas gasosas das plantas utilizando-se de um analisador de gás no infravermelho, modelo “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda, operando com controle de temperatura a 25°C, irradiação de 1200 μmol fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e CO_2 proveniente do ambiente à uma altura de 3m da superfície do solo, obtendo-se as seguintes variáveis a partir da mensuração da taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (Ci), fazendo-se leituras entre a terceira e quinta folha contada a partir do ápice. De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência instantânea de uso da água ($EiUA$) (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) de dados do equipamento medidor de trocas gasosas, que utiliza a equação geral de Van Caemmerer e Farquhar (1981).

Aos 180 DAIE foi avaliada, fluorescência da clorofila a , usando-se um equipamento Fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science; a priori, usou-se o protocolo Fv/Fm, afim de determinar as variáveis de indução de fluorescência: Fluorescência inicial (F_0), Fluorescência máxima (F_m), Fluorescência variável ($F_v = F_m - F_0$) e máxima eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) (GENTY *et al.*, 1989); tal protocolo foi realizado após adaptação das folhas ao escuro por um período 12 horas, fazendo-se leituras no amanhecer, usando-se de um clipe do equipamento, de modo a garantir que todos os aceptores primeiros estejam oxidados, ou seja, para que os centros de reação estivessem abertos.

Ainda com o uso do fluorômetro de pulso modulado, procedeu-se as avaliações em condições de claro, usando-se do protocolo Yield, e aplicando uma fonte de iluminação actínica

com pulso multi flash saturante, acoplado a um clipe de determinação da radiação fotossinteticamente ativa (PAR-Clip) a fim de determinar as variáveis: Fluorescência inicial antes do pulso de saturação (F'), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (F_m'), taxa de transporte de elétrons (ETR), eficiência quântica do fotossistema II (Y_{II}),). A partir destes resultados, determinou-se: Fluorescência mínima do tecido vegetal iluminado (F_o'), usando-se a equação 2; O coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo lake (qL), usando-se a equação 3; o rendimento quântico de extinção fotoquímica regulada (Y_{NPQ}), usando-se a equação 4; e o rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada (Y_{NO}) com uso da equação 5.

$$F_o' = \frac{F_o}{\left(\frac{F_m - F_o}{F_m} + \frac{F_o}{F_m'}\right)} \quad (\text{OXBOROUGH; BAKER, 1997}) \quad \text{Eq. 2}$$

$$qL = \frac{(F_m' - F')}{(F_m' - F_o')} * \left(\frac{F_o'}{F'}\right) \quad (\text{KRAMER } et al., 2004) \quad \text{Eq. 3}$$

$$Y_{NPQ} = \left(\frac{F'}{F_m'}\right) - \left(\frac{F'}{F_m}\right) \quad (\text{KRAMER } et al., 2004) \quad \text{Eq. 4}$$

$$Y_{NO} = \frac{F'}{F_m} \quad (\text{KRAMER } et al., 2004) \quad \text{Eq. 5}$$

4.4.3 Variáveis de crescimento

A cada 60 dias, contados a partir do início da aplicação das lâminas de irrigação, foram mensurados o diâmetro de caule do porta-enxerto, o diâmetro de caule no ponto de enxertia, e o diâmetro de caule da copa, além de ter sido contado o número de folhas.

O diâmetro de caule de porta-enxerto foi mensurado no colo da planta, o diâmetro de caule no ponto de enxertia foi mensurado na inserção do enxerto no porta-enxerto, já o diâmetro de caule da copa foi medido a 2 cm acima do ponto de enxertia, todos os diâmetros foram mensurados com uso de um paquímetro digital e os resultados expressos em 'mm'.

Determinou-se também, a taxa de cobertura de copa na linha de plantio (TCCL), a taxa de cobertura de copa na entre linha (TCCR) e o volume de copa (VC).

Na determinação da taxa de cobertura de copa na linha de plantio (TCCL), determinou-se o diâmetro de copa na direção da linha (DL) (m), o qual foi dividido pelo espaçamento entre plantas (Ep) (m), resultado que foi multiplicado por 100, assim como pode ser observado na Equação 6 (BORDIGNON et al., 2003).

$$TCCL = \left(\frac{DL}{E} \right) \times 100 \quad \text{Eq. 6}$$

Na determinação da taxa de cobertura da copa na entrelinha de plantio (TCCR), determinou-se o diâmetro de copa na direção da entrelinha (DL) (m), o qual foi dividido pelo espaçamento entre linhas (EI) (m), resultado que foi multiplicado por 100, assim como pode ser observado na Equação 7 (BORDIGNON et al., 2003).

$$TCCR = \left(\frac{DR}{E} \right) \times 100 \quad \text{Eq. 7}$$

O volume médio da copa (VC) foi determinado a partir do produto entre a altura da planta (H) (m), o diâmetro na linha de plantio e o diâmetro na entre linha de plantio, usando-se a Equação 8 (ZEKRI et al., 2003), sendo os resultados expressos em m³.

$$VC = \left(\frac{\pi}{6} \right) \times H \times DL \times DR \quad \text{Eq. 8}$$

4.4.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foi realizado o teste de agrupamento de médias (Scott e Knott, até 5% de probabilidade) para o fator combinação copa/porta-enxerto x lâminas de irrigação estudadas (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aspectos ambientais

A influência da temperatura na citricultura, quando superiores a 32 °C, são prejudiciais na taxa de crescimento vegetativo, e se estende até a produtividade e a qualidade final dos produtos são extensamente reconhecidos.

As mudanças climáticas, principalmente a precipitação, que apresentam um extremo paradigma nas condições de forma considerável nas perdas das atividades agrícolas, e especial na região Semiárida.

Na condução experimental, a variação da temperatura e suas possíveis implicações sobre a cultura de citros, observando-se que a temperatura máxima variou entre 29 e 39 °C durante os meses de agosto de 2016, época da implantação, até o mês de abril de 2017, quando foi finalizado o período vegetativo, já para a temperatura mínima, nota-se que os valores variaram entre 19 e 26 °C, sendo as médias de temperatura máxima e mínima, respectivamente, equivalentes a $38,1 \pm 1,3$ °C e $26,4 \pm 2,0$ °C na Figura 5.

Salienta-se que, a temperatura é um dos fatores que altera o crescimento e o desenvolvimento das plantas cítricas, conforme informações adjacentes em Ribeiro et al. (2004) e Mattos Junior et al. (2005). A temperatura ideal para a fotossíntese dos citros, o que vem a permitir a expressão do potencial genético com o máximo de crescimento na fase vegetativa, deve-se situar entre 25 e 31 °C, pois em temperaturas superiores ou inferiores a esta, ocorre aumento saliente da fotorrespiração e há déficit da eficiência fotossintética em temperaturas superiores a 36 °C.

Sendo assim, observa-se que temperaturas inferiores a 12 °C e superiores a 32 °C ocasionam redução nas taxas de crescimento, o que pode ter acontecido durante a condução do experimento, já que a média de temperatura máxima, foi de 34 °C, porém, essas informações são relativas a laranja doce, o que pode ser modificado conforme a combinação copa/porta-enxerto.

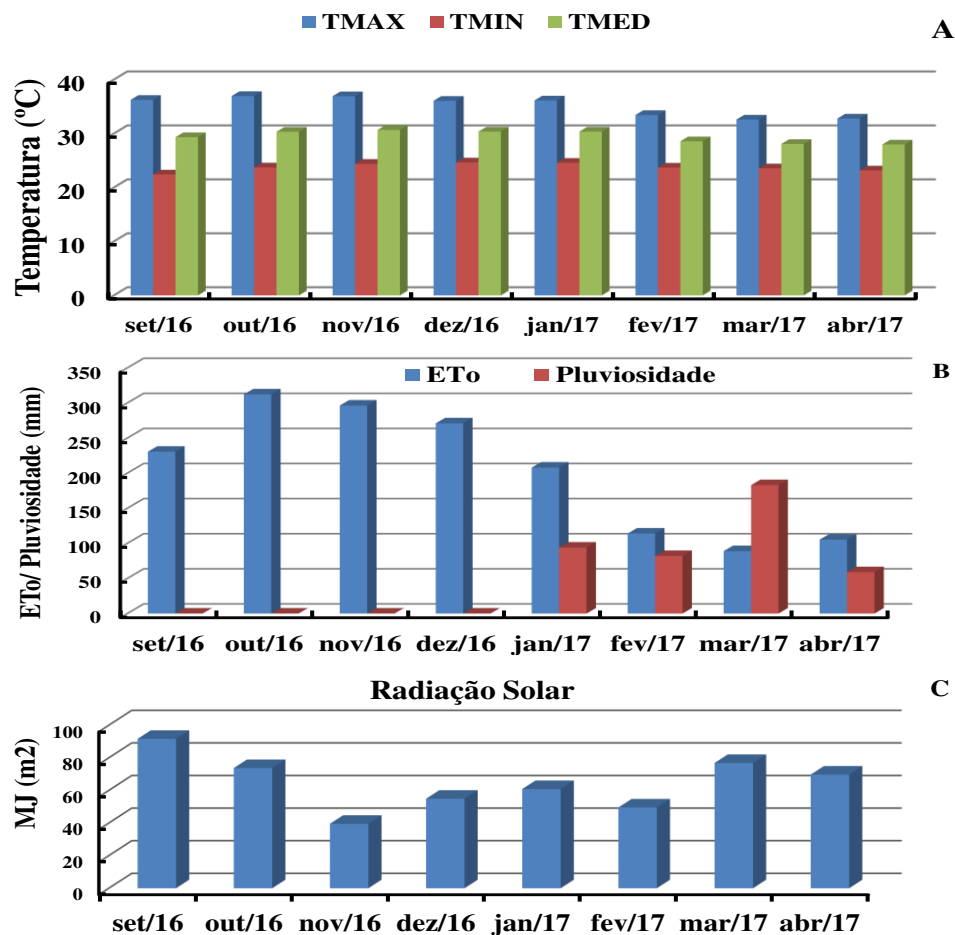


Figura 5. Variação da evapotranspiração (B), precipitação (B), temperatura (A) e radiação solar (C) durante os meses de agosto/2016 a abril/2017, equivalente ao período de desenvolvimento dos genótipos. Pombal-PB, 2017.

A precipitação e a evapotranspiração são componentes fundamentais para o manejo da irrigação, porém, a evapotranspiração é de difícil mensuração, constituinte em plantas de porte arbóreo como os citros (MONTEIRO, 2009). Em locais, em que ocorre limitações hídricas ou até mesmo um bom volume de chuvas, porém com uma má distribuição das mesmas, a irrigação torna-se uma prática imprescindível na busca por boas produtividades. No cultivo de citros, a literatura recomenda entre 700 a 1350 mm, com mínimo tolerante de 1190 mm ao longo do ano bem distribuído, todavia, o valor pode ter amplitude maior, dependendo do local onde se cultive.

Observar-se na Figura 5B, que a precipitação pluviométrica média mensal foi de 29,3 mm, correspondendo a 351,6 mm.ano⁻¹. No período sem chuva, é normal não ocorrer precipitação; entretanto, o mês mais chuvoso, ocorreu eventos de precipitação na ordem 183 mm. Em média, houve déficit de 130,4 mm mês⁻¹.

A análise da disponibilidade de radiação solar, durante a condução do experimento de citros, como também em distintas localidades do Semiárido paraibano, mostra que o valor mais alto é em torno de 3,620 MJ m².

Durante o período experimental analisado, setembro de 2016 a abril de 2017, a temperatura média mensal foi de 29,9 °C, com valores máximos e mínimos variando em, aproximadamente 2,0 °C.

Verifica-se que entre as variáveis ambientais (Figura 5A), a temperatura desempenha papel de destaque entre os fatores climáticos, pois, influencia o crescimento e desenvolvimento vegetativo; mesmo que de pequena proporção na taxa de crescimento (MATTOS JUNIOR et al., 2005), afetando diferentes processos fisiológicos da planta e seu desempenho. Nestes termos, estudando o efeito do déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas (SANTO; CARLESSO, 1998), destaca-se que o grau de relevância das variáveis climáticas, independentemente do nível de cada segmento ambiental, mostra-se variável com as características de cada localidade.

Na Figura 5C, foi observado os dados de radiação solar, verificando os maiores valores nos meses mais quentes do ano, o que é normal, com radiação solar média mensal de 2,485 MJ m², sendo a máxima de 3,620 MJ m² e uma mínima de 0,972 MJ m², ou seja, o que refletiu na variação e no potencial de evapotranspiração de referência observado no período experimental.

O ciclo fenológico do primeiro ano das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ e os híbridos vem sendo estudada, em função da adaptabilidade da ocorrência dos principais processos fisiológicos. O estudo está dirigido para as condições climáticas de São Domingos – PB, visando obter informações que possa confirmar se há viabilidade técnica referente a aplicação de lâminas de irrigação deficitária na cultura de citros, no referido município. Outrossim, o uso de porta-enxerto é essencial na citricultura, devido ao benefício da interação porta-enxerto com a variedade da copa. O advento, as condições climáticas responsáveis pelo maior ou menor grau de adaptação das diferentes variedades cítricas no Semiárido Paraibano. Apesar do grande potencial edafoclimático do semiárido para a produção de frutas, há necessidade de obter diretrizes focando principalmente novas soluções para as questões relacionadas à adaptabilidade da cultura, como também o aumento da produtividade.

A irregularidade das precipitações pluviométricas e a alta evapotranspiração exige uso dos sistemas de irrigação na Mesorregião do Sertão Paraibano; nos primeiros quatro meses favoreceu a aplicação do déficit hídrico, constituinte como o estudo dos indicadores fisiológicos. A adequada ocorrência das chuvas entre os meses de janeiro e fevereiro reestabeleceu o

armazenamento de água no solo em todo sistema radicular da planta, o que neste período o efeito dos tratamentos sob de lâminas de irrigação de 50% foi amenizada. Por esse motivo, locais com pouca água disponível necessitam de alternativa relacionada a manejo e/ou aplicação de irrigação para elevar a produtividade agrícola.

Durante o período de condução, avaliou-se a condutividade elétrica no extrato de saturação (CE_{es}) e o pH do solo em cada lâmina de irrigação. Em relação ao pH, foi observado, na (Figura 6), que os valores no solo sob maior disponibilidade de água foram inferiores, ficando mais próximos da neutralidade, todavia, em todas as situações o pH foi menor que 8,5, o que caracteriza o solo na faixa de alcalinidade.

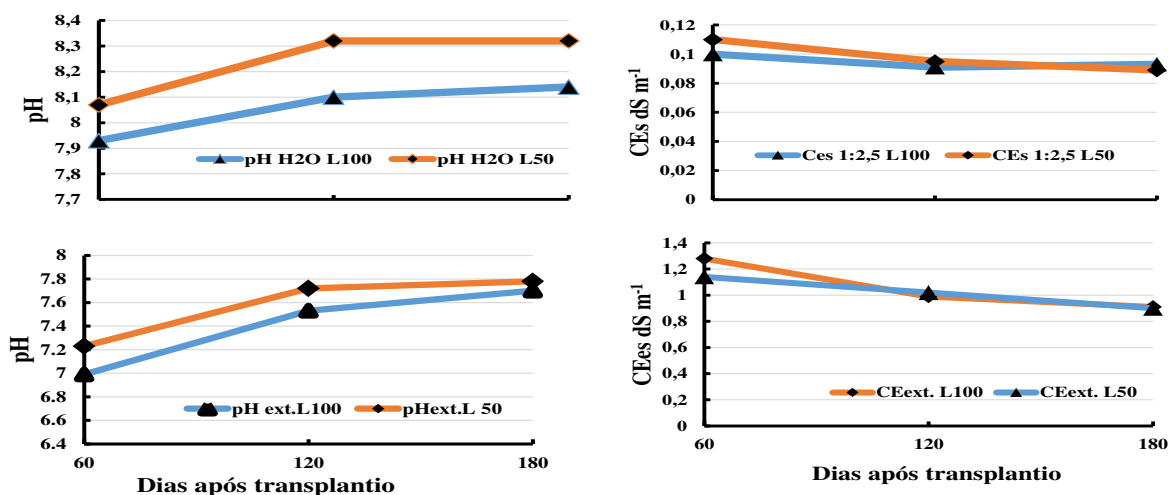


Figura 6. Relação da CE_{es} e $CE_{s1:2,5}$ e o pH em função do HCO_3^-/Cl^- sob lâmina de irrigação de 50 e 100% e teor da água no solo em função do tempo de exposição das plantas aos níveis de fluxo solúveis no solo. Pombal-PB, 2017.

Já para a condutividade elétrica, embora se tenha usado uma água pouco salobra, que possuía CE de $1,32 \text{ dS m}^{-1}$, notou-se ligeira redução nos valores de CE 1:2,5, assim como a CE do extrato de saturação (CE_{es}), fato que pode ser relativo a ocorrência de chuvas no período final de avaliação das plantas, como já mencionado.

Entende-se ainda, por fornecer subsídio necessário, considerando nestes processos, o inter-relacionamento entre a condutividade elétrica da água e a quantidade relativa de vários íons. Para compreender o mecanismo, deve-se considerar um dos termos da relação HCO_3^-/Cl^- .

No tocante, ainda se analisando esta relação, aumento com a salinidade e diminui com a redução desta ou com o aumento no teor de cloreto em relação ao cálcio e magnésio. Já que se nota aproximação dos dados nas amostras coletadas na estação experimental durante a condução.

5.2 Trocas gasosas

Estudando-se as trocas gasosas aos 60, 120 e 180 dias, após o início da aplicação do estresse hídrico (DAIE), observou-se efeito isolado das lâminas de água apenas aos 120 DAIE na concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese líquida (A) e eficiência instantânea da carboxilação (EICi) e EUA aos 60 DAIE. Não se observou diferenças entre os genótipos nem efeito da interação entre os fatores para nenhuma variável (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo do quadro médio de concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de assimilação de CO₂(A), eficiência no uso da água (EUA) e eficiência instantânea da carboxilação (EICi) após 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação das lâminas de irrigação. Pombal – PB, 2017.

Quadrado médio									
FV	DAT	BLOCO	LÂMINA	ERRO ¹	COMB.	L X C	ERRO ²	MÉDIA	CV %
<i>Ci</i>	60	155,34 ^{ns}	1150,0037 ^{ns}	179,4356	845,9007 ^{ns}	1255,1704 ^{ns}	687,1401	233,1439	8,495
	120	130,57 ^{ns}	9806,3674*	1022,912	1208,870 ^{ns}	691,3007 ^{ns}	2003,237	205,3409	18,69
	180	289,13 ^{ns}	2880,242 ^{ns}	310,0151	651,748 ^{ns}	445,342 ^{ns}	820,259	240,818	9,60
<i>E</i>	60	0,3880*	0,0125 ^{ns}	0,0405	0,0285 ^{ns}	0,0455 ^{ns}	0,0542	0,9846	20,05
	120	0,2094 ^{ns}	0,7724 ^{ns}	0,0837	0,0777 ^{ns}	0,0559 ^{ns}	0,0549	0,8803	29,75
	180	0,4049 ^{ns}	0,2018 ^{ns}	0,2454	0,1578 ^{ns}	0,0569 ^{ns}	0,1091	1,2043	34,28
<i>gs</i>	60	0,0011 ^{ns}	0,000024 ^{ns}	0,00017	0,000128 ^{ns}	0,000138 ^{ns}	0,00025	0,0557	24,37
	120	0,0000 ^{ns}	0,002019*	0,000125	0,00018 ^{ns}	0,00009 ^{ns}	0,00012	0,03401	33,01
	180	0,0001 ^{ns}	0,0030 ^{ns}	0,0030	0,0005 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0005	0,0694	35,79
<i>A</i>	60	2,3928 ^{ns}	2,3928 ^{ns}	0,9209	1,2609 ^{ns}	1,5058 ^{ns}	1,8109	4,8318	23,85
	120	4,7326*	5,1744*	0,27014	2,0280 ^{ns}	1,2516 ^{ns}	1,1516	3,3227	23,97
	180	3,8218*	3,8218 ^{ns}	3,8218	3,8218 ^{ns}	3,8218 ^{ns}	3,8218	5,3715	17,67
<i>EUA</i>	60	2,5019**	0,1746 ^{ns}	0,0137	0,8831 ^{ns}	1,7696 ^{ns}	0,8565	4,9759	10,47
	120	21,4602*	0,6243 ^{ns}	0,3845	1,3540 ^{ns}	1,3735 ^{ns}	2,4025	3,9772	27,28
	180	12,894 ^{ns}	0,6384 ^{ns}	3,2523	0,6695 ^{ns}	1,2886 ^{ns}	1,0730	4,6118	30,78
<i>EICi</i>	60	0,0001**	0,000002 ^{ns}	0,000008	0,00005 ^{ns}	0,00009 ^{ns}	0,00004	0,0220	21,79
	120	0,0002**	0,000027**	0,0000	0,0001 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,00012	0,0176	33,52
	180	0,00010*	0,000001 ^{ns}	0,000004	0,00004 ^{ns}	0,00006 ^{ns}	0,00005	0,0228	20,65
<i>GL</i>		2	1	2	10	10	40	-	-

*, **= significante ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

As situações de estresses ambientais, dentre eles, o estresse hídrico limita a planta, o que pode ser relativo a uma série de reações bioquímicas fato que pode ter ocorrido aos 120 DAIE, nas trocas gasosas, já para o fator lâmina de água, influenciou os valores, constatando-se diferenças significativas entre as lâminas de irrigação de 50% e 100% da ETo, notadamente nas variáveis Ci, gs, A e EICi (Tabela 5).

Ficando evidente que o estresse hídrico, ocasionado pela redução da lâmina de irrigação equivalente a 50% da ETo, não comprometeu as trocas gasosas até os 60 DAIE, podendo

relacionar ao fato de serem plantas jovens (Tabela 5), quanto a avaliação realizada aos 180 DAIE verificou-se que não houve efeito significativo neste período, provavelmente, devido a coincidência com o período chuvoso da região, provocando, dessa forma, redução do déficit hídrico e fazendo com que houvesse reestabelecimento do turgor de água às plantas. Segundo Cintra *et al.* (2000) quando a intensidade do fluxo da água entre solo-planta, para equilibrar a entrada e saída de água, observou-se nas trocas gasosas influenciados pelo déficit hídrico das plantas de citros na avaliação realizada aos 180 DAIE.

Como se pode observar aos 60 dias, o manejo de aplicação das lâminas de águas de 50 e 100%, não se verificou diferenças entre os genótipos na fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s) e transpiração (E), com maiores médias sendo observadas nos genótipos TSKFL x (LCR x TR) - 044 e TSKFL x (LCR x TR) - 062, na lâmina de 50% de água, com valores de A na ordem de 5,67 e 5,49 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), constata-se na mesma lâmina respectivos genótipos Limoeiro Cravo Comum, TSKFL x CTSW - 022 e TSKFL x (LCR x TR) - 062, valores de g_s iguais a 0,067; 0,063 e 0,063 ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), assim respectivos genótipos TSKFL x (LCR x TR) - 062, Limoeiro Cravo Comum e TSKFL x CTSW - 022, e de E correspondentes a 1,147; 1,113 e 1,120 ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), verifica-se ainda, aos 60 dias após transplântio de aplicação das lâminas de águas, não se verificou diferenças entre os genótipos na fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s) e transpiração (E), com maiores médias sendo observadas nos genótipos TSKFL x (LCR x TR) - 049 e TSKFL x (LCR x TR) - 038 e, na lâmina de 100% de água, com valores de A na ordem de 5,80 e 5,72 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), já na mesma lâmina respectivos genótipos TSKFL x (LCR x TR) - 049, TSKFL x CTSW - 022, TSKC x (LCR x TR) - 001 e Limoeiro Cravo Comum, valores de g_s iguais a 0,067; 0,060; 0,060 e 0,060 ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), assim respectivos genótipos TSKFL x (LCR x TR) - 049, Limoeiro Cravo Comum e TSKC x (LCR x TR) - 001, e de E correspondentes a 1,180; 1,080 e 1,060 ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), respectivamente. A busca de resultados leva a crer que o genótipo de limeira ácida 'Tahiti' pode ter adotado outras estratégias, visando aumentar sua adaptabilidade ao estresse hídrico diante das condições de restrições hídrica observando as mesmas condições de ser convertido em crescimento das plantas, o que pode ser usada em todas as circunstâncias nestes componentes. Tais condições, por consequência, são específicas da localidade, nas avaliações subsequentes, não foram observadas diferenças entre os materiais em nenhuma destas variáveis, denotando que houve uma compensação nas demais combinações, fator que pode ser relacionado à adaptabilidade ao estresse hídrico, em trabalho desenvolvido por Soares *et al.* (2015), estudando

o crescimento de combinações de copa/porta-enxerto de citros, suscitar que as plantas enxertadas com a limeira ácida ‘Tahiti’ têm maior potencial de crescimento sob estresse hídrico.

Tabela 6. Teste de médias referente à concentração interna de CO₂ (*Ci*) aos 120 e 180, transpiração (*E*) aos 60, condutância estomática (*gs*) 60, fotossíntese (*A*) aos 60 e eficiência no uso da água (*EUA*) aos 180 dias após transplântio a aplicação da lâmina águas. Pombal, PB, 2017.

GEN	50	100	50	100	50	100
	A 60		E 60		Ci 180	
Limoeiro Cravo Comum	5,07	5,35	1,11	1,080	248,33	247,33
TSKC x (LCR x TR) – 01	4,66	3,86	0,80	1,060	214,67	245,67
TSKC x (LCR x TR) – 018	5,46	4,76	1,07	0,873	224,67	245,00
TSKC x (LCR x TR) – 020	4,22	4,07	0,87	0,963	225,33	261,00
TSKC x (LCR x TR) – 029	4,94	4,87	0,90	0,870	252,00	236,33
TSLC x CTSW – 022	5,01	5,59	1,12	1,040	229,00	251,00
TSKFL x (LCR x TR) – 038	4,41	5,72	0,99	0,890	231,33	223,67
TSKFL x (LCR x TR) – 044	5,67	4,34	1,07	0,963	221,33	233,00
TSKFL x (TCR x TR) – 049	4,49	5,80	0,89	1,180	243,00	275,33
TSKFL x (TCR x TR) – 062	5,49	4,48	1,14	0,883	232,67	251,33
TSKFL x (TCR x TR) – 69	4,85	3,20	1,00	0,877	254,00	252,00
	gs 60		Ci 120		EUA	
Limoeiro Cravo Comum	0,067	0,060	213,00	239,00	3,77	4,88
TSKC x (LCR x TR) – 01	0,043	0,060	196,33	221,00	5,47	4,24
TSKC x (LCR x TR) – 018	0,060	0,050	205,00	197,33	4,73	4,88
TSKC x (LCR x TR) – 020	0,050	0,053	153,00	197,67	4,80	3,69
TSKC x (LCR x TR) – 029	0,050	0,047	202,33	220,33	4,03	5,56
TSLC x CTSW – 022	0,063	0,060	218,67	211,50	4,68	4,46
TSKFL x (LCR x TR) – 038	0,057	0,050	194,00	205,33	4,66	5,78
TSKFL x (LCR x TR) – 044	0,060	0,057	178,33	215,00	4,83	4,87
TSKFL x (TCR x TR) – 049	0,050	0,067	179,00	205,33	4,28	3,81
TSKFL x (TCR x TR) – 062	0,063	0,053	184,67	251,33	4,42	4,58
TSKFL x (TCR x TR) – 69	0,057	0,050	200,33	229,00	3,99	5,05

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem na horizontal; letra maiúscula não difere na vertical pelo teste de Scott-Knott e (teste t) a 5% de probabilidade para as lâminas de irrigação.

Estudando-se as variáveis fisiológicas aos 120 DAIE, ressalta-se que não houve diferenças entre os genótipos dentro das lâminas de irrigação, o isolamento de estruturas como primórdio e segmentos foliares para a concentração intercelular de CO₂ (*Ci*), sendo verificada a ocorrência da maior média na combinação entre o ‘Tahiti’ e o TSKFL X (LCR x TR) – 062, mediante, deve-se ressaltar que, ainda que diferentes genótipos de citros, puderam os valores de *Ci* nessa época variaram de 197 a 251 mmol mol⁻¹, todavia, suprindo as necessidades de valores que não extrapolaram a fotossíntese líquida, pois sugerem, que ideais entre 200 e 250 mmol mol⁻¹, para plantas de metabolismo C₃ (PIMENTEL, 2011), não se observou diferenças entre os genótipos nesta variável. As lâminas de água de irrigação não influenciaram na condutância estomática (*gs*) dos genótipos de citros aos cento e vinte dias após o transplântio, sendo verificado diferença na ordem de 70% na *gs* quando se aumento a lâmina de irrigação de 50% para 100% (Figura 7B).

Aos 120 DAIE, não se notou diferenças entre os genótipos em relação à eficiência instantânea no uso da água (EUA) nos genótipos de citros, porém se observou nos genótipos os maiores valores médios entre a lâmina de 50 e 100% de 68 e 48% para a EUA respectivamente. Esta consideração, temperatura ambiente, por vez são fator que influem na relação entre o valor de carbono assimilado via fotossíntese em relação ao volume de água perdido via transpiração (SHIMAZAKI et al., 2007; BRITO et al., 2012), normalmente, plantas com maior eficiência do uso da água tem capacidade de produzir mais biomassa por unidade de água perdida, nos ecossistemas fato primordial para o cultivo em regiões áridas e semiáridas, atrelado à escassez quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos.

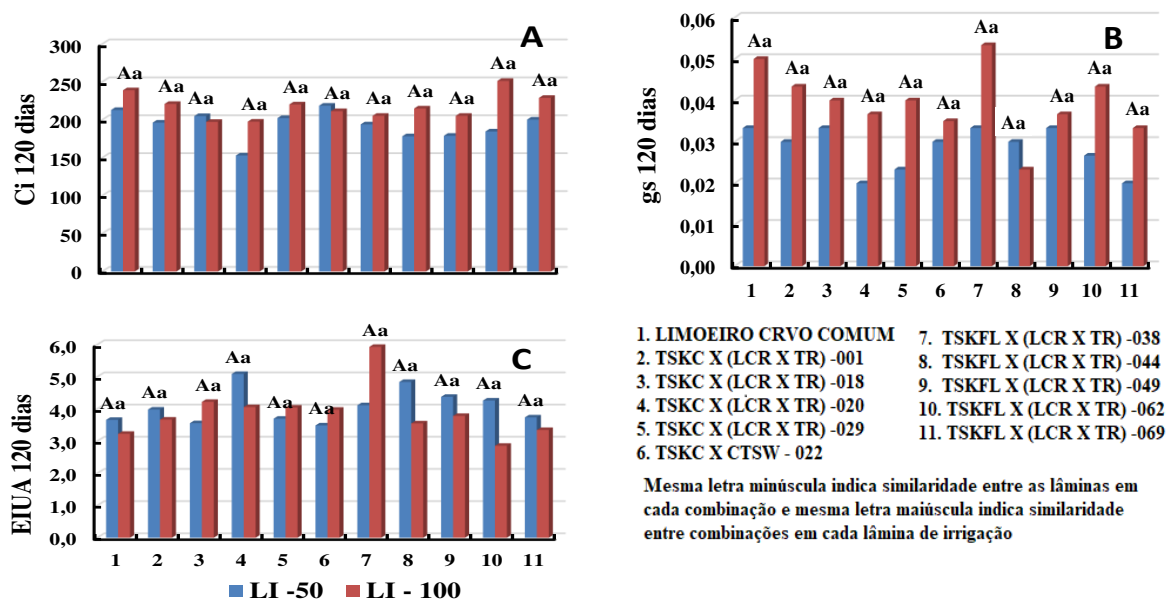


Figura 7. Concentração interna de CO₂-Ci (A) Condutância estomática-gs (B) e eficiência no uso da água-EIUA (C) de genótipos de citros sob lâminas de irrigação. Pombal – PB, 2017.

5.3 Fluorescência da Clorofila α

No estudo da fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e sobre a eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (Fv/Fm), avaliados aos 180 dias nos genótipos de citros sob às lâmina de irrigação, se observou diferenças significativas entre as combinações apenas na Fo ($p < 0,01$), não se verificando efeito das lâminas de água e da interação L x C (Tabela 7) em nenhuma variável.

No processo fotossintético das plantas, a fluorescência é relativa a absorção de luz pelos pigmentos cloroplastídeos, que transformam energia luminosa em calor e ATP, por meio dos centros de reações dos Fotossistemas I e II (TAIZ; ZEIGER, 2009), entretanto, cada planta tem

capacidade de transporte de elétrons e armazenamento da energia absorvida, o excedente eliminado na forma de fluorescência, dissipação de energia meio da luz e calor (MEDINA et al., 2005).

Considerando-se que as diferenças foram entre as combinações copa/porta-enxerto, pode-se dizer que as lâminas de irrigação em plantas de citros não vem a afetar, durante o período de avaliação, a atividade da clorofila, fato que pode ser relativo a adaptações da planta, já que a água é fundamental no processo fotossintético.

Tabela 7. Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica fotoquímica máxima do Fotossistema II (Fv/Fm), aos 180 dias após o início do estresse hídrico (DAIE) de genótipos de citros em função de lâmina de irrigação da ETo. Pombal-PB, 2017.

Quadro Médio					
FV	GL	Fo	Fm	Fv	Fv/Fm
Bloco	2	1,7714 ns	14667,4545ns	8813,7727 ns	0,000065 ns
Lâmina	1	1,1336 ns	25448,7272 ns	15272,9696 ns	0,000002 ns
Erro 1	2	1,1336	14667,4545	8813,7727	0,000065
Comb.	10	22,3322 **	6039,1090 ns	4992,7787 ns	0,000964 ns
L x C	10	3,1257 ns	11270,3272 ns	8348,4696 ns	0,000665 ns
Erro 2	40	1,6304	4694,5545	5317,1727	0,000792
Média	-	13,12	609,27	463,91	0,76
CV%	-	9,93	16,55	17,98	2,38

F.V. – Fontes de variação; C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Grau de liberdade; Ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação.

Na Tabela 8 pode-se identificar os dados de fluorescência da clorofila α no tecido vegetal iluminado das combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico, não sendo verificado diferenças entre genótipos ou efeito das lâminas de água em nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 8. Resumo da análise de variância do quadro médio para fluorescência inicial antes do pulso de saturação (FS), fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (FMS), rendimento quântico de extinção fotoquímica não regulada Y(NO), rendimento quântico de extinção fotoquímica regulada Y(NPQ), coeficiente de extinção fotoquímico pelo modelo lake (qL), aos 180 dias após o início da aplicação das lâminas de irrigação. Pombal, PB, 2017.

Quadro Médio						
FV	GL	FS	FMS	Y(NO)	Y(NPQ)	qL
Bloco	2	33985,7424 ns	19771,1969 ns	0,0823 ns	0,02525 ns	0,1997 ns
Lâmina	1	125,4696 ns	37824,2424 ns	0,0160 ns	0,08155 ns	0,0194 ns
Erro 1	2	33985,7424	19771,1969	0,0823	0,02525	0,1997
Comb.	10	7390,5939 ns	14773,7696 ns	0,0092 ns	0,01298 ns	0,0269 ns
L x C	10	3937,4363 ns	5448,9757 ns	0,0119 ns	0,01504 ns	0,0131 ns
Erro 2	40	5895,8424	17765,2636	0,0031	0,01613	0,0098
Média	-	328,5303	689,2121	0,5201	0,07272	0,3346
CV %	-	39,74	19,87	33,00	196,59	81,63

F.V. – Fontes de variação; C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Grau de liberdade; Ns = não significativo; * e ** significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação.

Embora não tenha sido observado efeito dos fatores estudados, optou-se por descrever os resultados, já que há pouca informação na literatura. Sendo assim, para a fluorescência inicial antes do pulso de saturação (Fs) (Tabela 9), o maior valor foi na ordem de 328,5 ftons. Já na fluorescência máxima após adaptação à luz saturante (Fms), os valores variaram de 550 a 800 ftons. Já em relação ao rendimento quântico de dissipação fotoquímica não regulada (Y_{NO}), os valores oscilaram entre 30 e 60%, a respeito dos valores de Y_{NPQ} a variabilidade foi maior, sendo constatado valores entre 0 e 22%, conforme o genótipo, embora tais diferenças não sejam relativas aos efeitos dos fatores. Segundo Klughammer e Schreiber (2008), quando o fotossistema dissipa o excesso de energia, há instabilidade dos tecidos fotossintéticos e dificuldade em evitar danos ao aparato, embora isso não tenha sido observado nos resultados, já que o rendimento quântico do fotossistema II não foi afetado e o valores variaram de 72 a 78%, que estão dentro do normal para plantas C₃.

Uma informação importante pode ser extraída ao comparar as lâminas de água de irrigação de 50 e 100% da ETo, os valores foram similares nas lâminas submetidas a diferentes de porta-enxerto de citros após 180 dias de aplicação, não demonstrando o início do comprometimento da atividade fisiológica dos híbridos pelo estresse hídrico.

Tabela 9. Efeito das lâminas de irrigação sobre a Fo, Fm, Fv, FVm, Fs, FMS, Y(NO), Y(NPQ) e qL aos 180 dias após início do estresse hídrico das combinações copa/porta-enxertos de citros estudados. Pombal, PB, 2017.

LÂMINA DE IRRIGAÇÃO DE 50% DA ETo									
GENÓTIPOS	Fo	Fm	Fv	FMm	FS	FMS	Y(NO)	Y(NPQ)	qL
LIMOEIRO C. COMUM	8,000C	697,000A	541,000	0,7767	293,000	725,667	0,5933	0,0133	0,4047
TSKCx (LCR x TR) – 01	14,256A	623,667A	481,333	0,7700	343,000	790,667	0,5600	0,1467	0,3243
TSKCx(LCR x TR) - 018	12,090B	607,333A	465,333	0,7633	336,333	784,333	0,5733	0,1267	0,3190
TSKCx(LCRxTR) – 020	12,920B	621,000A	480,000	0,7700	369,333	723,333	0,4967	0,0967	0,2633
TSKC x CTSW- 022	16,566A	620,000A	464,333	0,7500	325,667	637,000	0,4800	0,0267	0,3667
TSKCx(LCRxTR)– 029	14,750A	543,000A	403,667	0,7400	308,333	714,000	0,5700	0,1533	0,3373
TSKFLx(LCRxTR)– 038	11,573B	531,667A	404,000	0,7600	352,000	790,667	0,5533	0,2167	0,2493
TSKFLx(LCRxTR)– 044	14,136A	573,667A	445,333	0,7733	348,667	684,667	0,4933	0,1133	0,2403
TSKFx(LCRxTR)– 049	13,590B	593,333A	441,333	0,7400	334,333	691,667	0,5100	0,0700	0,3197
TSKFLx(LCRxTR)– 062	12,666B	525,333A	388,667	0,7400	282,000	631,667	0,5600	0,1033	0,3890
TSKFLx(LCRxTR)– 069	12,330B	550,000A	420,667	0,7667	336,333	671,000	0,5033	0,1200	0,2787
LÂMINA DE IRRIGAÇÃO DE 100% DA ETo									
LIMOEIRO C. COMUM	7,9800B	667,333	508,000	0,7633	287,333	666,667	0,5600	0,0033	0,4720
TSKC x (LCR x TR) – 01	12,823A	619,333	469,667	0,7567	405,000	758,667	0,4767	0,1367	0,3040
TSKC x (LCR x TR) - 018	13,893A	631,333	483,333	0,7633	447,333	645,000	0,306B	0,0167	0,1367
TSKC x (LCR x TR) – 020	14,136A	546,333	404,667	0,7233	314,333	676,000	0,5200	0,1367	0,2980
TSKC x CTSW- 022	15,420A	600,000	460,667	0,7667	276,000	597,667	0,5333	0,0000	0,3680
TSKC x (LCR x TR) – 029	12,743A	601,667	457,333	0,7600	297,000	738,667	0,5933	0,0967	0,3623
TSKFL x (LCR x TR) – 038	13,976A	741,333	574,333	0,7733	294,000	627,000	0,5233	0,0767	0,4457
TSKFL x (LCR x TR) – 044	14,676A	649,000	503,333	0,7767	365,667	698,667	0,4767	0,0367	0,2957
TSKFL x (LCR x TR) – 049	12,786A	550,667	399,333	0,7233	323,000	680,000	0,5300	0,1133	0,3307
TSKFL x (LCR x TR) – 062	13,970A	674,667	516,333	0,7667	279,667	553,667	0,4933	0,0867	0,5087
TSKFL x (LCR x TR) – 069	13,356A	636,333	493,333	0,7733	309,333	676,000	0,5367	0,0367	0,3487

* Os valores representam a média de três repetições, seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,01 e 0,05% de probabilidade.

5.4 Aspectos de Crescimento

Na Tabela 10, as cultivares enxertadas sobre avaliação apresentaram maior altura (m) de porta-enxerto dos genótipos como TSKFL – Tangerina Sunki (*Citrus Sunki*) seleção da Flórida, LCR - Limoeiro Cravo (*C. limea* L. Osback), TR – *Poncirus Trifoliata*, TSKC – Tangerina Sunki Comum e CTSW – Citrumelo Swingle em comparação sob lâminas de irrigação de 50 e 100% da ETo. Entretanto, para cada porta-enxerto as copas que se sobressaíram em altura foram diferentes. Entre as copas enxertadas sobre ‘TSKFL x (LCR x TR) – 049’ sobre a lâmina de irrigação de 50% da ETo, teve a maior altura, seguida pela TSKC x CTSW – 022. Quando o porta-enxerto na lâmina de irrigação de 100% da ETo foi TSKC x (LCR x TR) – 018 com a copa mais alta, também na sequência TSKC x (LCR x TR) – 029.

Tabela 10. Valores médios de genótipos aos 60, 120 e 180 dias após início de transplântio avaliadas da altura (m) sob lâmina de irrigação e submetidas a 50 e 100% de reposição da água evapotranspiração. Pombal-PB, 2017.

GENÓTIPOS	ALTURA (m)						MÉDIA
	LÂMINA DE 50			LÂMINA DE 100			
	60	120	180	60	120	180	
LIMOEIRO CRAVO COMUM	0,5833A	0,8800	1,0267	0,6300A	0,8567	0,9867	0,8272
TSKC x (LCR x TR) – 01	0,7400A	0,9300	0,9900	0,7167A	0,9233	1,0267	0,8878
TSKC x (LCR x TR) – 018	0,7400A	0,9667	1,0633	0,7900A	1,0900	1,2667	0,9861
TSKC x (LCR x TR) – 20	0,7267A	0,9600	1,0633	0,7367A	0,9267	1,0333	0,9078
TSKC x CTSW – 022	0,7500A	0,9500	1,0700	0,7433A	1,0200	1,1100	0,9406
TSKC x (LCR x TR) – 029	0,7133A	0,9267	0,9767	0,8400A	0,9933	1,2300	0,9467
TSKFL x (LCR x TR) – 038	0,7033A	0,9333	0,9733	0,7867A	0,9933	1,0633	0,9089
TSKFL x (LCR x TR) – 044	0,7467A	0,8967	0,9033	0,7700A	0,9200	1,0200	0,8761
TSKFL x (LCR x TR) – 049	0,7567A	1,0000	1,0767	0,7300A	0,9267	0,9667	0,9094
TSKFL x (LCR x TR) – 062	0,7333A	0,9400	1,0567	0,6633A	0,9000	1,0333	0,8878
TSKFL x (LCR x TR) – 069	0,5933A	0,7333	0,8000	0,8000A	1,0367	1,1400	0,8506
MÉDIA	0,7079	0,9197	1,0000	0,7461	0,9624	1,0797	
CV%	12,14	13,81	12,24	12,79	14,57	11,65	

* Os valores representam a média de três repetições, seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,01 e 0,05% de probabilidade.

Aos 180 dias após o início do estresse – DAIE, as combinações de copa/porta-enxerto apresentou menor crescimento vegetativo (Tabela 11). O diâmetro do caule, projeção da copa e número de folhas apresentaram os maiores valores quando as plantas foram submetidas à lâmina de água correspondente a 100% da ETo ($P < 0,01$ e $0,05$). Observa-se nesta condução efeito significativo. Enquanto que para a variável número de folhas houve incremento de 10,97% quanto as plantas foram irrigadas com lâminas de 100% da ETo em relação a lâminas de 50%. Os genótipos de lima ácida ‘Tahiti’, com suprimento de lâminas de água de 100% da ETo apresentaram maiores valores (BRITO et al., 2012), sendo assim considerado o comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico, é bastante importante na maioria das regiões citrícolas brasileira, e possíveis mecanismos de adaptabilidade à semiárido.

Tabela 11. Valores médio de diâmetro do caule, enxerto e copa, volume da copa e número de folhas da Limeira Ácida ‘Tahiti’ 180 dias após o início do transplântio, irrigadas e submetidas a 50 e 100% de reposição da água evapotranspiração. Pombal-PB, 2017.

Características	Irrigação* (% de ETo)	
	50	100
Diâmetro do caule do porta-enxerto (mm)	17,316	18,2949
Volume da copa (m ³)	0,1181	0,2166
Diâmetro do enxerto (mm)	18,4024	19,5465
Número de folhas	347,7172	419,5656
Diâmetro do caule da copa (mm)	15,9379	16,9123
Taxa de cobertura da copa da linha	21,7172	23,5310
Taxa de cobertura da copa da rua	12,6566	13,5280

* Os valores representam a média de três repetições, pelo teste Scott-Knott, a 0,01 e 0,05% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 12 que seis meses após o início do transplântio, lâminas de 50 e 100%, exerceram diferença significativa para o tipo de combinação (TC) para o diâmetro do caule do porta enxerto (DCPE) (mm), diâmetro do caule do enxerto (DCENX) (mm), diâmetro do caule da copa (DCCOPA) (mm), taxa de cobertura da copa na linha (TCCL) (%), taxa de cobertura da copa na rua (TCCR) (%) e volume de copa (VC) (m³), quanto ao fator de variável número de folhas (NF) das plantas, não foram constatadas diferenças significância de 0,01 e 0,05%.

O resultado obtido para a variável diâmetro do caule do enxerto (DCENX) verifica-se significância para lâmina dias após estresse (DAIE), de 60 e 120 terem apresentando efeito significativo na interação de lâmina. Para as variáveis analisadas, indicando que diferentes genótipos comportaram de maneiras semelhantes ao de citros submetidas à lâminas de 50 e 100% de reposição da água evapotranspiração.

As plantas submetidas à lâmina de 100% da ETo com suprimento de água apresentaram maiores valores das variáveis medidas, considerada a evolução do crescimento em diâmetro do caule da planta. Quando submetidas à lâmina de reposição de 50% de evapotranspiração, os valores das variáveis medidas apresentaram a taxa de crescimento do caule mais acentuada, segundo Coelho et al. (2006) o que determina a aptidão agroclimática de uma região nas variações térmicas ao longo do ano e de balanços hídricos.

Neste contexto, comportamento de clima Semiárido Paraibano, a época de menor disponibilidade hídrica de se adaptabilidade em ambiente, varia de forma significativa.

Tabela 12. Resumo da análise de variância para os diâmetros do caule do porta enxerto (DCPE) (mm), diâmetro do caule do enxerto (DCENX) (mm), diâmetro do caule da copa (DCCOPA), número de folhas (NF), taxa de cobertura da copa na linha (TCCL) (%), taxa de cobertura da copa na rua (TCCR) (%) e volume de copa (VC) (m³), em porta-enxertos de citros (PE) sob lâminas de água de irrigação (LI). Pombal-PB, 2017.

FV	DAT	QUADROS MÉDIO								
		BLOCO	LÂMINA	ERRO ¹	COMB.	L X C	ERRO ²	MÉDIA	CV ¹	CV ²
DCPE1	60	1,4813 ^{ns}	1,2657 ^{ns}	0,1692	25,6866 ^{**}	2,084 ^{ns}	1,2262	13,127	3,13	8,44
	120	0,7148 ^{ns}	1,5075 ^{ns}	0,5882	4,0075 ^{**}	1,747 ^{ns}	0,8967	17,112	4,48	5,53
	180	11,9696 ^{ns}	94,3213 ^{ns}	37,1609	30,6734 [*]	15,116 ^{ns}	11,213	23,175	26,30	14,45
DCENX ¹	60	5,0315 ^{ns}	2,3146 ^{ns}	1,6255	20,2071 ^{**}	2,469 ^{ns}	1,9348	15,044	8,47	9,25
	120	2,1191 ^{ns}	5,8622 ^{ns}	0,1990	5,6121 ^{**}	2,227 ^{ns}	1,7923	17,680	2,52	7,57
	180	8,5689 ^{ns}	84,252 ^{ns}	36,4636	27,4856 ^{ns}	18,35 ^{ns}	14,492	24,198	24,95	15,73
DCOPA1	60	2,3728 ^{ns}	0,2007 ^{ns}	0,9151	12,3228 ^{**}	0,915 ^{ns}	1,3078	11,927	9,28	9,24
	120	3,7128 ^{ns}	11,230 ^{ns}	3,3984	10,7184 ^{**}	5,116 ^{ns}	2,2782	16,724	11,02	9,03
	180	8,1868 ^{ns}	65,212 ^{ns}	18,6899	20,767 ^{ns}	10,42 ^{ns}	9,4902	20,622	20,96	14,94
NF1	60	941,87 ^{ns}	50,969 ^{ns}	1309,15	4399,11 ^{ns}	1145,10 ^{ns}	772,78	107,48	33,66	25,86
	120	18996,29 ^{ns}	544,09 ^{ns}	92148,9	48082,97 ^{ns}	43451,6 ^{ns}	24830,5	370,96	81,83	42,48
	180	4192,17 ^{ns}	714168,0 ^{ns}	125234,5	34574,31 ^{ns}	60450,5 ^{ns}	32357,02	672,47	52,62	26,75
TCCLI	60	26,5471 ^{ns}	57,617 ^{ns}	33,8845	85,4387 ^{**}	33,8845 ^{ns}	26,089	14,116	48,53	36,81
	120	34,5605 ^{ns}	70,749 ^{ns}	39,0158	85,4522 ^{**}	39,0158 ^{ns}	27,411	22,348	33,13	24,07
	180	34,0710 ^{ns}	37,235 ^{ns}	78,9403	22,5097 ^{ns}	22,920 ^{ns}	14,328	31,407	28,29	12,05
TCCR1	60	11,9036 ^{ns}	7,3333 ^{ns}	11,9653	28,2370 ^{**}	11,9653 ^{ns}	6,6085	9,4727	14,19	30,21
	120	15,7460 ^{ns}	8,7272 ^{ns}	14,6392	32,4576 ^{**}	14,6392 ^{ns}	8,4827	14,321	13,90	22,35
	180	3,82865 ^{ns}	21,727 ^{ns}	8,62697	34,3581 ^{**}	20,7728 ^{ns}	11,041	15,482	18,97	21,46
VOLC1	60	0,0046 ^{ns}	0,0051 ^{ns}	0,0020	0,0039 ^{**}	0,0020 ^{ns}	0,0009	0,0578	59,10	60,52
	120	0,0189 ^{ns}	0,0252 ^{ns}	0,0105	0,0234 ^{**}	0,0105 ^{ns}	0,0049	0,1968	42,55	40,07
	180	0,0090 ^{ns}	0,0616 ^{ns}	0,0177	0,0727 ^{**}	0,03548 ^{ns}	0,0143	0,3362	39,59	35,64
GL		2	1	2	10	10	40	-	-	-

NS Não significativo. ** e *Significativo pelo teste t de (LSD), a 1 e 5% de probabilidade, GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

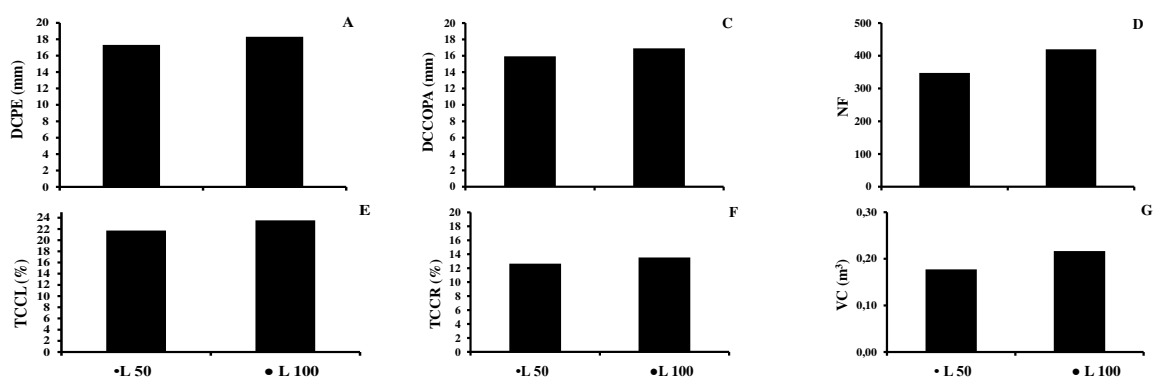
A avaliação da distribuição do diâmetro de caule de porta-enxerto dos genótipos como TSKFL – Tangerina Sunki (*Citrus Sunki*) seleção da Flórida, LCR - Limoeiro Cravo (*C. limea* L. Osback), TR – *Poncirus Trifoliata*, TSKC – Tangerina Sunki Comum e CTSW – Citrumelo Swingle em comparação sob lâminas de irrigação de 50 e 100% da ETo.

Aos seis meses após o transplantio, consta na Figura 8 (A, B, C, e D) que, a limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em híbridos de citros sob lâmina de irrigação denotou uma pequena variação do crescimento do diâmetro do caule de porta-enxerto (DCPE), diâmetro de caule do enxerto (DCENX) e, diâmetro do caule de copa (DCCOPA), em que ocorreu uma variação média nos genótipos de 5,3%, também se constatou variação no número de folhas (NF) dos genótipos na ordem de 12,7% em média.

O espaçamento utilizado nesse experimento foi de 3 m na linha de plantio, com resultado demonstrado na Figura 8 (E e F), entretanto com a taxa de cobertura da copa na linha (TCCL)

percebida parcialmente uma variação média de 6,3%. De forma semelhante, na entrelinha/rua, a taxa de cobertura da copa na rua (TCCR), a taxa de ocupação quanto à média de variação foi de 4,2% dentro dos genótipos. Com relação às taxas de cobertura da copa na linha (TCCL) e na entrelinha/rua (TCCR), todas as cultivares da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em híbridos de citros apresentaram redução destas características em relação as que utilizaram o limoeiro ‘Cravo’ como porta-enxerto, prenunciando o menor crescimento em porcentagem das copas.

Os genótipos para o volume de copa (VOLCOPA). Observado uma variação média de aproximadamente 10,7% do volume de copa em metro cubico.



TSKFL – Tangerineira Sunki (*Citrus sunki*) seleção da Flórida; LCR – Limoeiro Cravo (*C. limoea* L. Osback); TR – *Poncirus trifoliata*; TSKC – Tangerineira Sunki Comum; CTSW – Citrumelo Swingle;

- Lâmina de água de irrigação de 50%;
- Lâmina de água de irrigação de 100%.

Figura 8. Crescimento de diâmetro de caule do porta-enxerto (DCPE) (mm) (A), diâmetro de caule da copa do porta-enxerto DCCOPA (mm) (C), número de folhas da planta (NF) (D), taxa de cobertura da copa na linha do porta-enxerto TCCL (%) (E), taxa de cobertura da copa na rua do porta-enxerto TCCR (%) (F) e volume da copa (VC) (m³) (G) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função do tempo, com dados de avaliações aos 180 dias das lâminas de irrigação de 50 e 100% após o início da aplicação das lâminas de irrigação. Pombal, PB, 2017.

Na Figura 9, apresentando porte similar sob lâminas de irrigação de 50 e 100% da ETo, os genótipos, com as aferições dos parâmetros mostraram efeito significativo ($p < 0,05$), nas avaliações realizadas aos 120 e 180 DAIE quanto ao DCPE1, acrescenta-se, que nos primeiros meses de exposição das plantas sob as lâminas de água de irrigação, não foi observado precipitações, o que pode ter possibilitado condições de adaptabilidade das plantas ao estresse hídrico, reconstituído por Syvertsen e Garcia-Sanchez (2014), informando que as condições de temperatura e precipitação podem agroclimatizar ou amenizar o estresse salino em citros.

Ressalta-se, conforme os resultados de todas as variações ocorridas entre os genótipos, concernente as lâminas de irrigação, foram relativamente baixas, ou seja, pouca variação houve nos dados coletados. A partir das médias apresentadas pelos genótipos para a variável DCPE1,

considerando o efeito do estresse hídrico nos genótipos, os fatores isolados foram significativos nesta época, pois esta variável pode expressar o vigor do genótipo, devido a importância do grau de liberdade de tratamento, relativamente grande, podendo mascarar o efeito isolado da salinidade em determinado genótipo, não permitindo a distinção da combinação, ainda, a discussão será na comparação da distribuição do diâmetro do caule do porta-enxerto ao longo do perfil dos onze porta-enxertos, constatou-se a superioridade do TSKFL x (LCR x TR) – 069 e TSKFL x (LCR x TR) – 038 sobre os demais, em todas as lâminas de irrigação.

Formalmente, as menores médias observadas na maioria dos híbridos de Limoeiro Cravo Comum tanto para lâmina de água de 50 e 100% da ETo podem também estar relacionado com a idade do porta-enxerto, já que a planta foi adquirida depois desse genótipo.

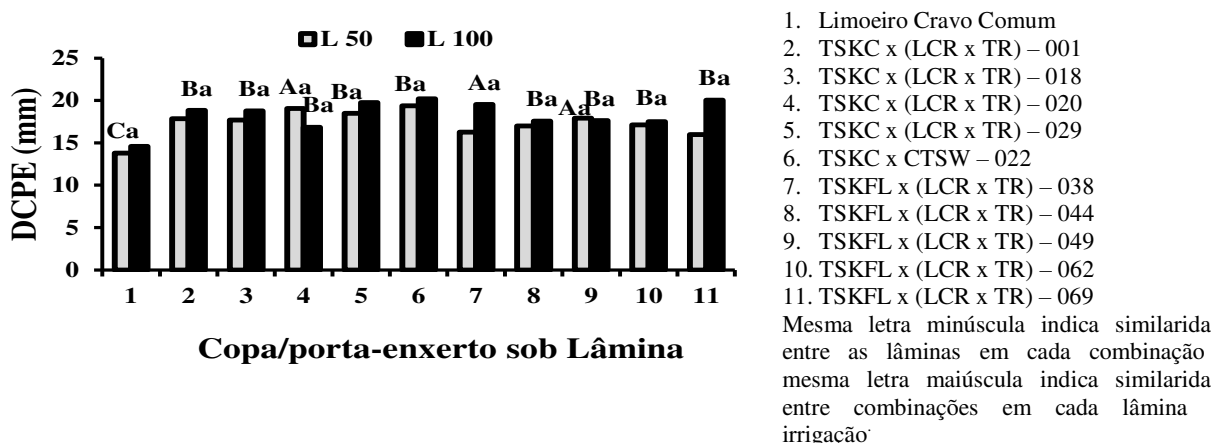


Figura 9. Diâmetro de caule do porta-enxerto (DC) (mm) das combinações entre a lima ácida ‘Tahiti’ e cada genótipo de citros aos 180 dias após início do estresse sob lâmina de água de irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

O potencial hídrico apresentou comportamento distinto entre o efeito das lâminas de 50 e 100% da ETo no diâmetro de caule do porta-enxerto em cada combinação aos 180 DAIE, verifica-se efeito significativo nas combinações entre o ‘Tahiti’ e o LCRSTC e TSKFL com redução na ordem de 6,7 a 16,0%; entretanto, ao se estudar o crescimento em diâmetro de caule em função de dias após o transplante (Figura 10), nota-se que outras combinações também tiveram seu crescimento em diâmetro de caule do porta-enxerto afetado, observando uma redução no crescimento diário de 0,11 mm para 0,09 mm no TSKC x CTSW – 022 comparando-se a lâminas de irrigação com águas de 50 e 100%, respectivamente, o que corresponde a uma redução em 5,16%, já no TSKFL x TRBK – 028 verificou-se redução na taxa de crescimento diária de 0,12 mm para 0,10 mm, relativo a uma redução em 10,7%. Nas demais combinações, as taxas de crescimento diário foram semelhantes, o que sucinta tolerância dos materiais.

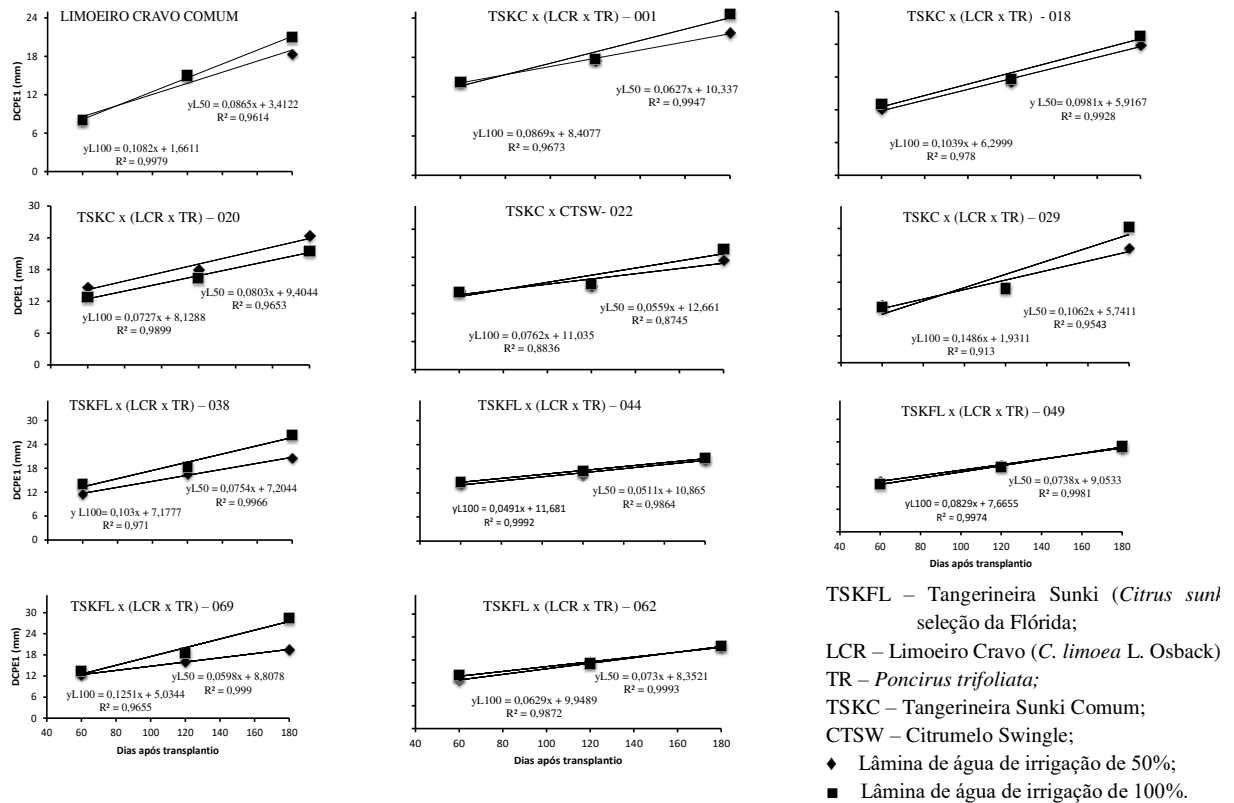


Figura 10. Medidas bimestral do diâmetro de caule do porta-enxerto (DCENX) (mm) em cada genótipo de citros em função do tempo, aos 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação das lâminas de águas irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Em condições de estresse hídrico em genótipos, é comum a ocorrência de alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, que refletem no estádios de desenvolvimento da planta, ressaltando-se que, em cada fase, o estresse hídrico é influenciado por fatores ambientais, o que pode justificar a diferenciação nos resultados de tolerância das combinações, relatado por Suassuna et al., (2012) evidenciando ter havido dependência entre fatores nos efeitos a essas variáveis e que os efeitos do estresse hídrico ocorreram de forma distinta.

Percebe-se, com base no estresse hídrico, quanto se retrata a lâmina de água a 50% e 100% de reposição das combinações, e condições dos índices de bicarbonato/cloreto na água de irrigação, o crescimento, o desenvolvimento durante a prefloração plantas cítricas ocasionam redução, o que pode ser atribuído ao efeito de íons bicarbonato no solo, principalmente qualitativamente negativa no atributo do solo (MAIA; RODRIGUES; LACERDA, 2012).

Plantas submetidas a lâminas de irrigação diária, no tocante ao diâmetro de caule medido no ponto de enxertia (DCENX) das combinações copa/porta-enxerto de citros, avaliadas aos 60, 120 e 180 DAIE, não se observou diferenças significativas entre as combinações quando irrigadas com lâminas de águas de 50 e 100% para os genótipos: Limoeiro Cravo Comum,

TSKC x (LCR x TR) – 001, TSKC x (LCR x TR) – 018, TSKC x (LCR x TR) – 020, TSKC x (LCR x TR) – 029, TSKC x CTSW – 022, TSKFL x (LCR x TR) – 044, TSKFL x (LCR x TR) – 049 e TSKFL x (LCR x TR) – 062. Já as plantas irrigadas se observaram diferenças significativas entre as combinações quando irrigadas com lâminas de águas de 50 e 100% para os genótipos: TSKFL x (LCR x TR) – 038 e TSKFL x (LCR x TR) – 069, constatou-se de dois grupos de genótipos, os de maior média foram formados pelos híbridos TSKC x (LCR x TR) – 029, TSKFL x (LCR x TR) – 069 e TSKC x CTSW – 022, além dos híbridos Limoeiro Cravo Comum, TSKC x (LCR x TR) – 020, TSKC x (LCR x TR) – 029, TSKFL x (LCR x TR) – 044, TSKFL x (LCR x TR) – 049 e TSKFL x (LCR x TR) – 062 (Figura 11).

Estes resultados podem estar relacionados com a capacidade de cada genótipo se adaptar às condições de estresse abiótico, seja advinda das altas temperaturas, umidade relativa do ar e incidência de luz, como também a adaptação ao estresse hídrico, já que foram mais evidentes aos 120 dias após aplicação das lâminas de irrigação nos tratamentos, ressaltando que o déficit hídrico dos citros varia entre genótipos e fases de desenvolvimento (SYVERTSEN; GARCIA-SANCHEZ, 2014; BRITO et al., 2014; BRITO et al., 2016; BARBOSA et al., 2017).

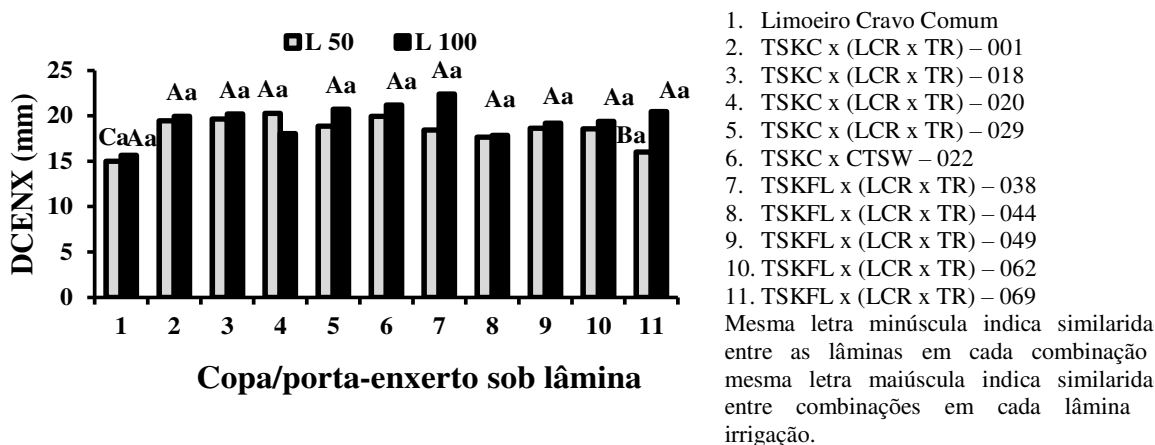


Figura 11. Diâmetro médio do caule no ponto de enxertia (DCENX) (mm) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ e cada genótipo de citros aos 180 dias após o início da aplicação das lâminas de águas de irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

A importância de se avaliar os genótipos com menores médias foram o TSKC x (LCR x TR) – 001, e o TSKC x (LCR x TR) – 029. Tais distinções podem estar relacionadas com os efeitos do déficit hídrico ocasionados pelas lâminas de irrigação representada na (Figura 12). Embora se verifique a distinção no crescimento em diâmetro das combinações, nota-se proporcionalidade entre DCPE e DCENX na maioria delas, indicativo de que há compatibilidade entre os porta-enxertos e a copa, seja o fluxo ascendente de soluto de água e nutriente para parte

aérea, constituída de a redistribuição de fotoassimilados para as demais partes da planta é facilitada (TAIZ; ZEIGER, 2009). Quando há um aumento no crescimento da copa ou do porta-enxerto, de forma desproporcional, há a formação de calose na região, fato devido a deposições de compostos orgânicos, o que ocasiona a “pata de elefante”, um processo de anomalia fisiológica, que se destaca a evidencia quando as plantas possuem mais de um ano de idade (MATTOS JUNIOR et al., 2005). Neste estudo, embora seja cedo para uma conclusão a respeito desta compatibilidade, nota-se, nos híbridos TSKFL x (LCR x TR) – 038, TSKC x CTSW- 022, TSKFL x (LCR x TR) – 069 e TSKC x (LCR x TR) – 029, um maior crescimento do diâmetro de caule mensurado no ponto de enxertia pelo menor valor na planta/diâmetro do caule do porta-enxerto, o que pode ser um parâmetro de indicativo do problema.

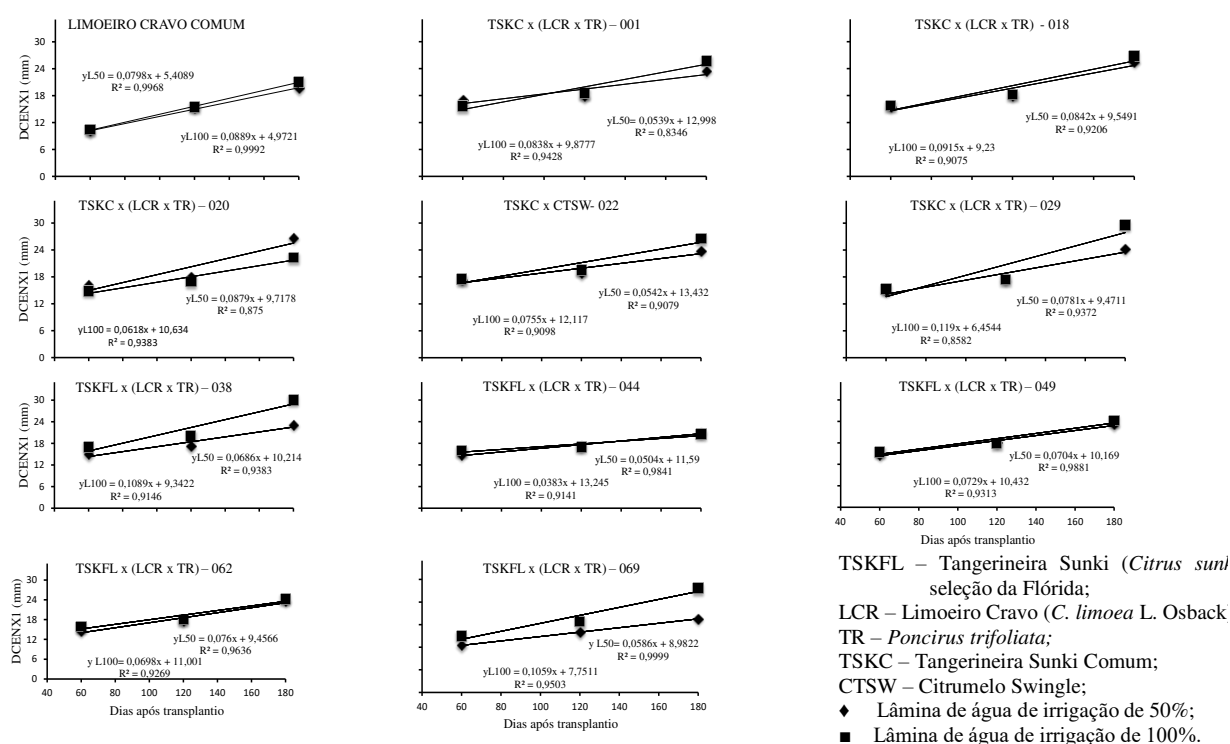


Figura 12. Diâmetro de caule medido no ponto de enxertia (DCENX) (mm) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ e os genótipos de citros em função do tempo 180 dias após a aplicação das lâminas de água de irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Determinando o coeficiente de incremento entre os genótipos, constatou-se uma tendência de influência positiva da variável diâmetro de caule mensurado no ponto de enxertia das combinações, verifica-se coerência com os dados obtidos na avaliação realizada aos 180 DAIE, verificando-se, nos genótipos TSKC x (LCR x TR) – 018, TSKC x (LCR x TR) – 062, TSKFL x (LCR x TR) – 038 e TSKFL x (LCR x TR) – 044, que a diferença entre as taxas de crescimento diário das plantas submetidas às lâminas de irrigação da água foi inferior a 0,01 mm

por dia, o que significa dizer que estes materiais mantiveram o crescimento, mesmo sob condições de déficit de 50% que, na água de irrigação, a presença de bicarbonato/cloreto com uma condutividade elétrica aproximadamente, 1,32 dS m⁻¹ diária, denotando a potencialidade destes materiais combinados a lima ácida ‘Tahiti’ como variedade progênies copa.

O fator água é de extrema importância, em todas as culturas, para o desenvolvimento vegetativo do citro pois, de acordo com a intensidade de estresse, observa-se uma enorme perda em condições de boa disponibilidade hídrica, no tocante aos genótipos nos quais se observou a maior redução de diâmetro do caule da copa, destaca-se o TSKC x (LCR x TR) – 020, onde se verificou, aos 180 DAIE, redução de 10,9%, respectivamente, quando comparado com o menor nível de disponibilidade hídrica, fato que pode estar relacionado com a menor capacidade de adaptabilidade as condições hídricas, notadamente com a intensificação do estresse as combinações, pois se verifica diferenças entre as taxas de crescimento superiores a 0,019 mm por dia, conforme a combinação (Figura 13), com destaque ao TSKFL x (LCR x TR) – 038 como o mais sensível entre genótipos.

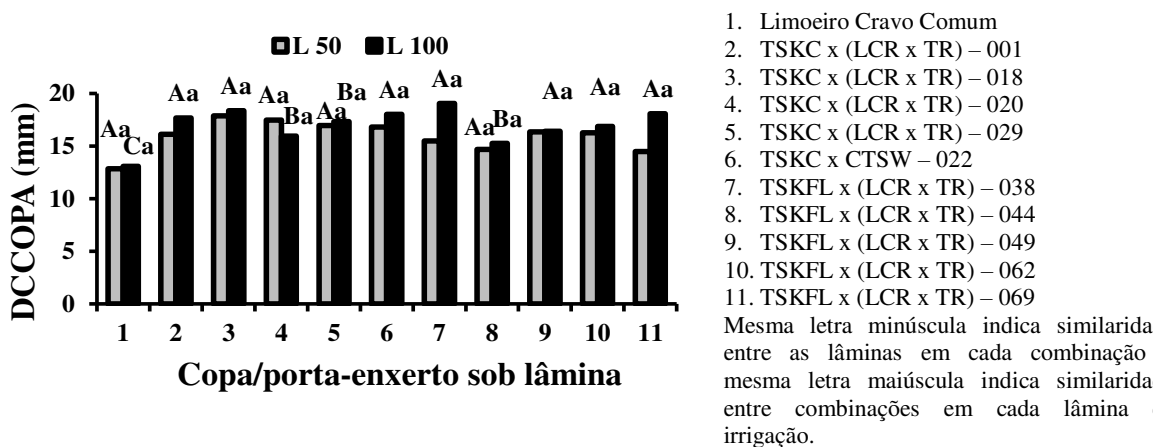


Figura 13. Diâmetro de caule da copa (DCCOPA) (mm) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ aos 180 dias após o início da aplicação de lâminas de irrigação de 50 e 100% (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Justifica-se pelo melhor desempenho ecofisiológico, em ambiente de campos, se comparadas às plantas enxertadas em ‘Cravo’. Embora plantas enxertadas em (TSKFL) – Tangerineira Sunki (*Citrus sunki*) seleção da Flórida, (TSKC) – Tangerineira Sunki Comum e (CTSW) – Citrumelo Swingle, entre observado sejam mais suscetíveis à restrição hídrica a Citrumelo Swingle (POMPEU Jr., 2005). Para o diâmetro do caule da copa mensurado na copa aos 180 DAIE (Figura 10), verifica-se coerência com os outros diâmetros, não sendo observado diferenças entre as combinações quando irrigados com águas de menor lâmina de irrigação (50%). No entanto, ao serem irrigados com lâmina de água de 100%, notou-se a formação de

grupos de combinações, sendo as maiores médias obtidas com a lima ácida ‘Tahiti’ enxertada no TSKC x (LCR x TR) – 001, TSKFL x (LCR x TR) – 018, TSKC x CTSW – 022, TSKC x (LCR x TR) – 038, TSKC x (LCR x TR) – 069, nos quais se observou médias superiores a 17 mm.

Os demais genótipos compuseram o grupo de menores médias, sendo o Limoeiro Cravo Comum, TSKC x (LCR x TR) – 020, TSKC x (LCR x TR) – 029, TSKFL x (LCR x TR) – 044, TSKFL x (LCR x TR) – 049, TSKFL x (LCR x TR) – 062, que tiveram médias inferiores a 15 mm, entretanto, mesmo com menor crescimento, os híbridos estudados são promissores, haja vista que as médias foram superiores as do CTSW. Na citricultura Brasileira, por muitos anos, o porta-enxerto mais utilizado pelos produtores foi o limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonea* L. Osback), o que pode estar relacionado à sua capacidade de adaptabilidade deste material as diferentes condições edáficas da região (SILVA; SOUSA, 2002; BRITO *et al.*, 2014), capazes de influenciar a diversificação, ao se obter materiais que conduzam a variedade copa a expressar o seu potencial de crescimento e produtividade.

Entre os diâmetros, o do caule da copa (DCCOPA) foi o mais afetado pela lâmina de água a 50% aos 180 DAIE, pois, além de um maior número de genótipo ter sido classificado com menor média, as diferenças entre as taxas de crescimento das plantas sob as duas lâminas foram maiores. Assim, a maior redução observada no TSKFL x (LCR x TR) – 020 e no TSKFL, correspondente a 8,7%, respectivamente, quando comparado ao menor nível com o maior nível de lâmina de água estudado (Figura 14).

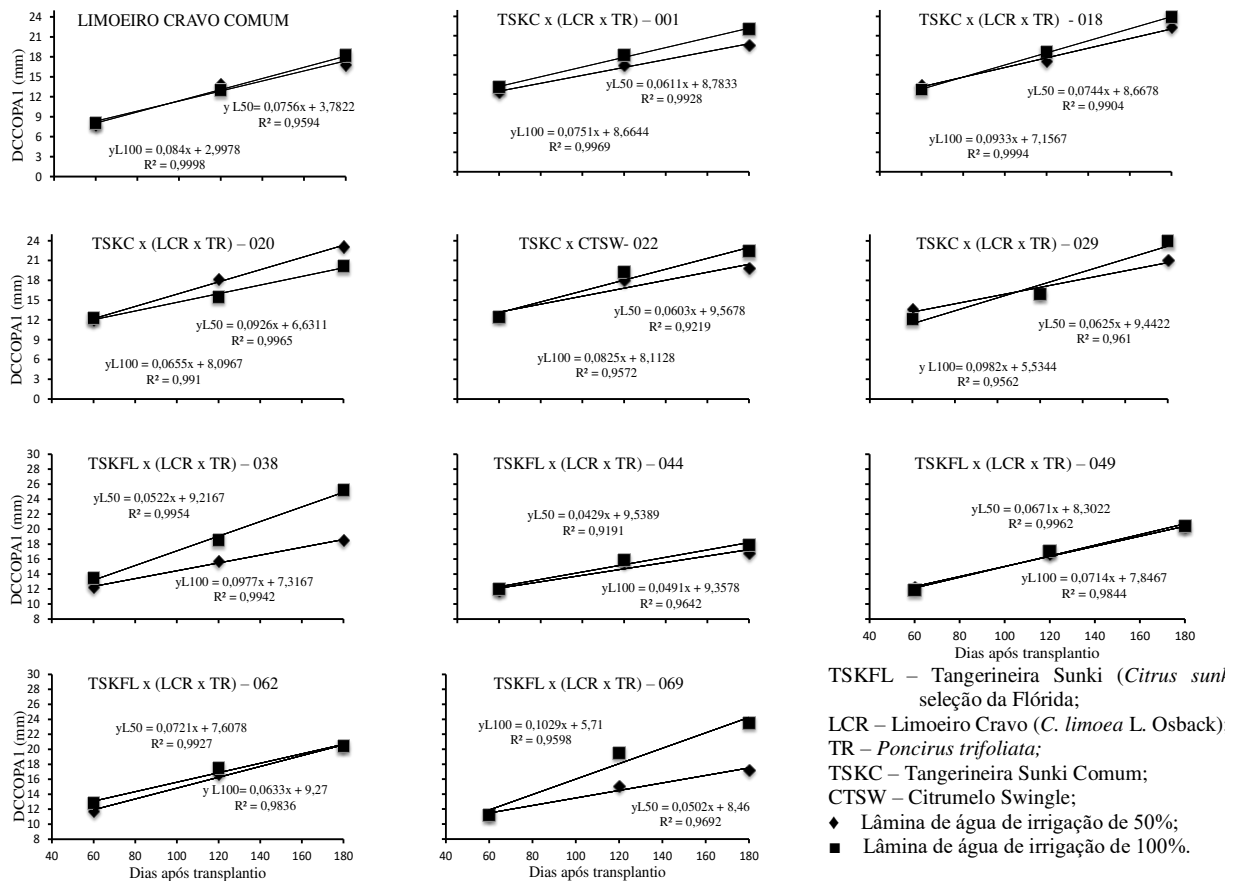


Figura 14. Desenvolvimento de cada genótipo de citros no diâmetro de caule medido da copa (DCCOPA) (mm) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ em função do tempo, com dados aos 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação das lâminas de água irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Na (Figura 15), dias após do início do transplantio, verifica-se que o desenvolvimento da copa está relacionado com a compatibilidade com o porta-enxerto e o vigor do mesmo, quando se utilizou lâminas de irrigação de 100% da ETo, vale salientar que a compatibilidade é determinante para que a planta propriamente dita tenha um bom desenvolvimento sob condições de estresse hídrico, ficando evidente na combinação com o genótipo TSKFL x (LCR x TR) – 069, pois, quando se estudou o diâmetro de caule do porta-enxerto obteve-se uma superioridade de 9,0% nas plantas irrigadas com lâmina de água de 100% em relação àquelas sob irrigação com lâmina de água de 50% de ETo, no entanto, quando estudou o diâmetro de caule no ponto de enxertia e de caule da copa foi observado uma variação na ordem de 40%.

Aos 180 DAIE ao se estudar o número de folhas, verificou-se que houve efeito da interação, sendo assim, sob condições de menor lâminas de irrigação de 50% ETo, observou-se a distinção de quatro grupos de genótipos combinados sendo as maiores médias observadas na combinação entre a lima ácida ‘Tahiti’ com o TSKC x (LCR x TR) – 018, TSKFL x (LCR x TR)

– 069, já o grupo de menor média foi formado pela combinação da copa de lima ácida ‘Tahiti’ com os genótipos TSKC x (LCR x TR) – 020, TSKFL x (LCR x TR) – 049 e TSKFL x (LCR x TR) – 062.

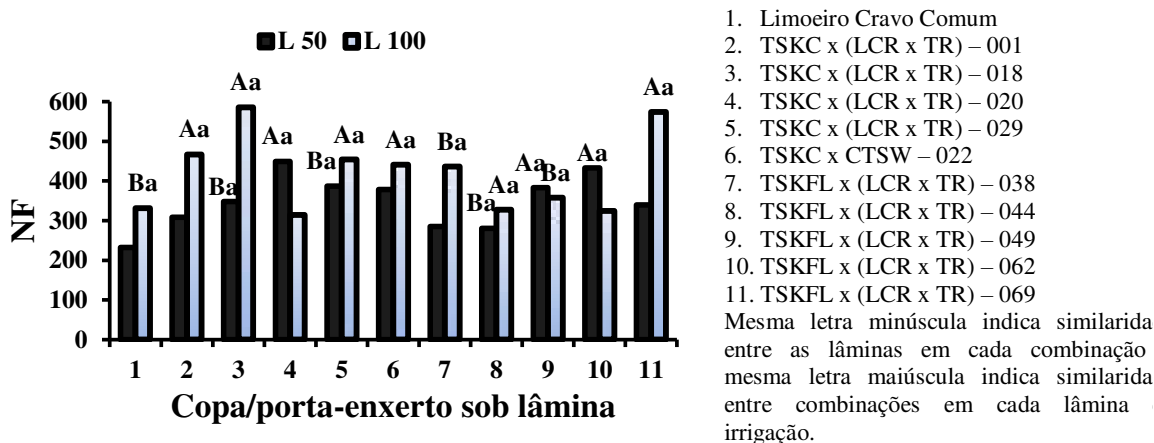


Figura 15. Número de folhas (NF) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ e cada genótipo de citros aos 180 dias após o início da aplicação de lâminas de águas de irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017

Condizente ao quando irrigados com a lâmina de água a 100% da ETo, constatou-se que existe afinidade proveniente de formação de grupos de combinações, sendo os de maior média formado pela combinação da limeira ácida ‘Tahiti’ com os genótipos TSKC x (LCR x TR) – 001, TSKFL x (LCR x TR) – 069. Nos demais porta-enxertos, as menores médias foram formadas pela combinação dessa copa com os demais, com destaque para o Limoeiro Cravo Comum, TSKC x (LCR x TR) – 020, TSKFL x (LCR x TR) – 062, TSKFL x (LCR x TR) – 044 e TSKFL x (LCR x TR) – 049, outrossim, no qual se observou as menores médias, denotando o vigor dos híbridos estudados (Figura 16).

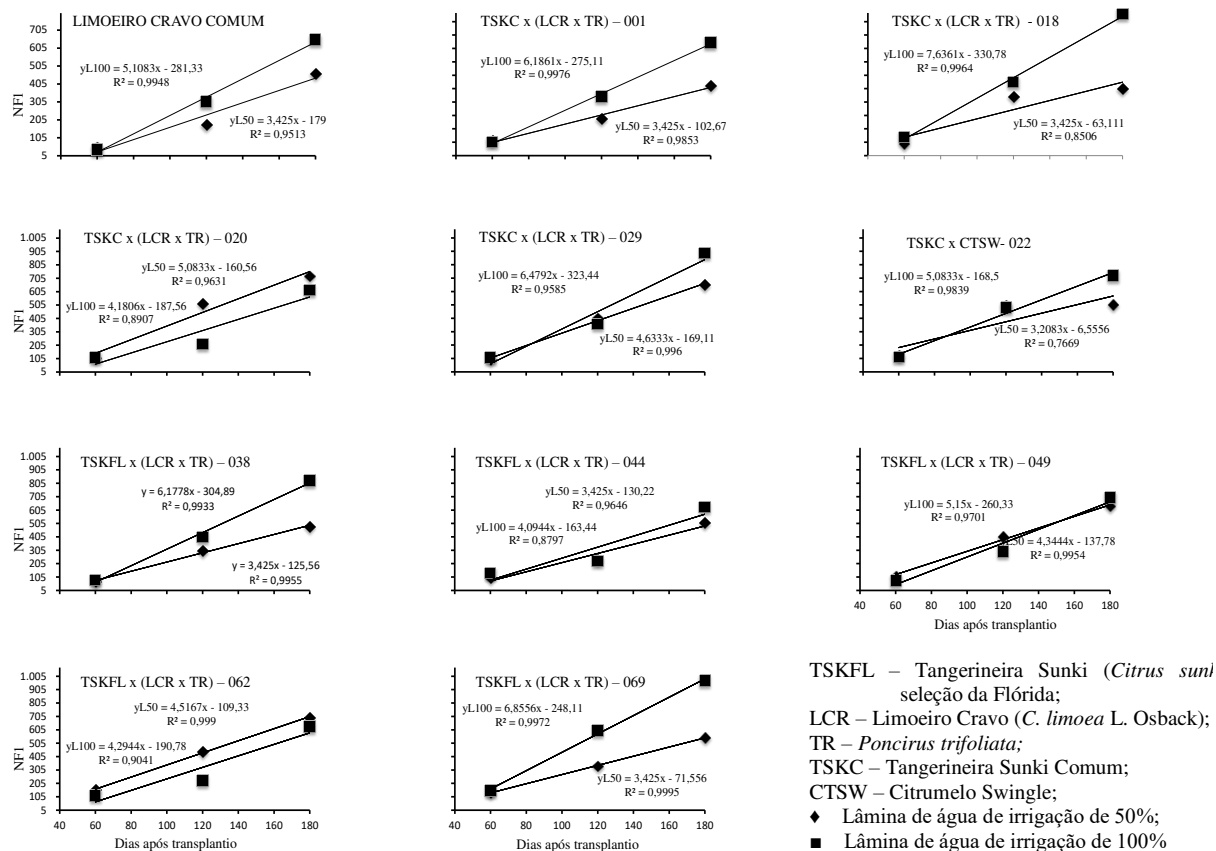


Figura 16. Valores de cada genótipo citros para número de folhas (NF) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ após transplântio, com dados de avaliações aos 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação da lâmina de irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Ao se estudar o efeito das lâminas de irrigação aos 180 DAIE, verifica-se que a maioria das combinações tiveram redução significativa com o estresse hídrico da lâmina de irrigação de água de 50% de ETo, porém, nas combinações da lima ácida ‘Tahiti’ com o TSKFL x (LCR x TR) – 018, TSKC x (LCR x TR) – 020, TSKC x CTSW – 022 e TSKC x (LCR x TR) – 044 não se notou diferença significativa, com destaque ao TSKFL x (LCR x TR) – 069, no qual o número de folhas sob irrigação com lâmina de água 100% da ETo foi semelhante ao obtido nas plantas irrigadas com lâmina de água de 50% da ETo, reafirmando o potencial dessa combinação.

Os maiores efeitos sob as lâminas de irrigação foram observados nas combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ com os híbridos TSKC x (LCR x TR) – 020, TSKFL x (LCR x TR) – 062 e TSKFL x (LCR x TR) – 049, verificando-se redução na ordem de 30%, 25% e 7%, respectivamente, quando se compara a maior com a menor lâmina de água estudada aos 180 DAIE. Entre estes genótipos, destaca-se o crescimento do TSKFL x (LCR x TR) – 069, que teve crescimento exponencial, verificando-se a maior diferença aos 120 e 180 DAIE. Outros genótipos também tiveram decréscimo significativo do número de folhas com o estresse hídrico,

sendo a combinação da limeira ácida ‘Tahiti’ com os híbridos TSKFL x (LCR x TR) – 069, TSKC x (LCR x TR) – 018 e TSKFL x (LCR x TR) – 038, observando-se, aos 180 DAIE um decréscimo na ordem de 69,2%, 68,3% e 52,8% respectivamente, quando se compara a menor com a maior lâmina de água aplicada.

Com base nos resultados dos coeficientes de variação de cada genótipo, as variações ocorridas entre os genótipos, ao que concerne a todas as características, assim relativamente baixas, igualmente, houve pouca variação nos dados coletados. Exceto para o genótipo TSKFL x (LCR x TR) – 069.

O médio coeficiente de variação para taxa de cobertura da copa na linha pode ter ocorrido por serem plantas jovens, todas as cultivares enxertadas sobre o TSKFL – Tangerineira Sunki (*Citrus sunki*) seleção da Flórida, LCR – Limoeiro Cravo (*C. limoea* L. Osback), TR – *Poncirus trifoliata*, TSKC – Tangerineira Sunki Comum e CTSW – Citrumelo Swingle, apresentaram redução dessas características, como porta-enxerto, evidenciando o menor crescimento das copas (Figura 17).

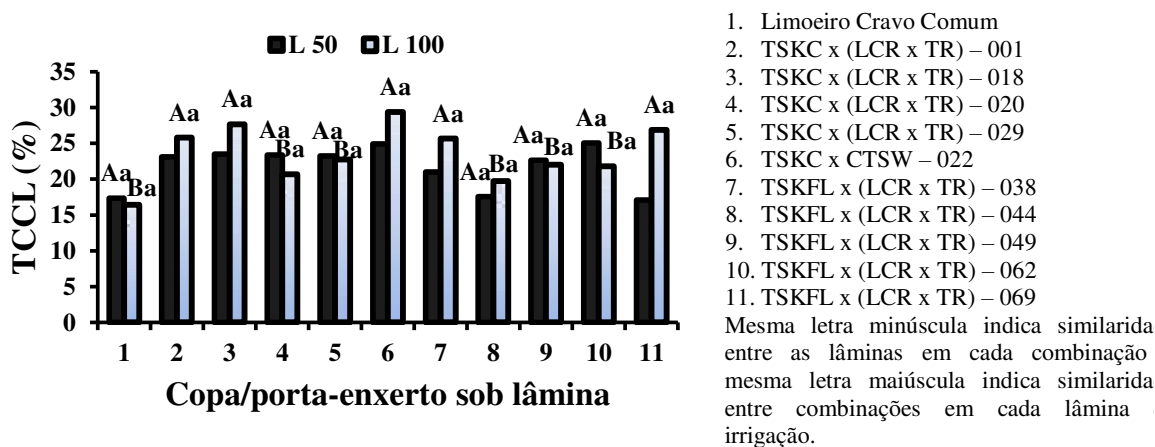


Figura 17. Taxa de cobertura da copa na linha (TCCL) (%) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função dias após transplantio, com dados de avaliações aos 120 dias após o início da aplicação da lâmina de irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Dentre as taxas de cobertura das copas avaliadas, sob lâmina de irrigação a limeira ácida ‘Tahiti’ a que apresentadas às médias pelos genótipos para cada uma das lâminas (Figura 18), observou-se que a diferença o maior e o menor valor para taxa de cobertura da copa, foram representados pelos genótipos TSKC x CTSW – 022 com 29,3 mm, TSKC x (LCR x TR) – 018 com 27,6 mm, TSKFL x (LCR x TR) – 069 com 26,8 mm, TSKC x (LCR x TR) – 001 com 25,8 mm e TSKFL x (LCR x TR) – 038 com 25,6 mm, respectivamente, representando uma variação entre genótipos sob lâminas de irrigação de 19,1%.

Em plantas enxertadas, sobre ambos os porta-enxertos, houve um incremento médio de 1,32%, o que representativamente entre as lâminas de irrigação.

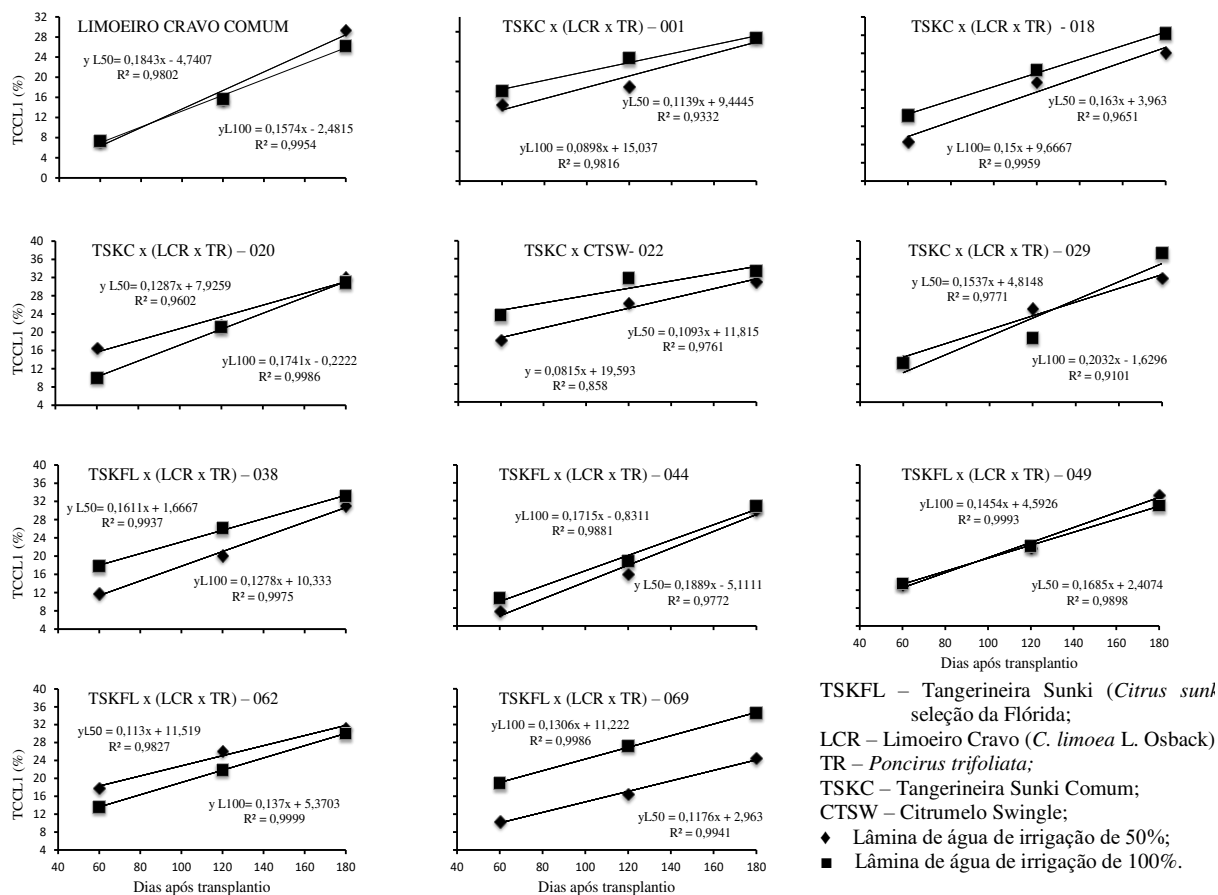


Figura 18. Taxa de cobertura da copa na linha (TCCL) (%) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função dias após transplantio, com dados de avaliações aos 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação da lâmina de irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

A produção da taxa de cobertura da copa na rua, assim como a maioria das variáveis analisadas, foi comprometida pelo déficit hídrico (Figura 19). Ao relacionar os resultados entre genótipos sob lâmina de irrigação de água de 50% ETo, porém, outros fatores também podem ter comprometido, como o aumento do pH atrelado a presença de bicarbonato/cloreto na água de irrigação.

A limeira ácida ‘Tahiti’ enxerta sobre TSKFL – Tangerineira Sunki (*Citrus sunki*) seleção da Flórida, no estudo entre as lâminas constadas, teve a maior taxa de ocupação do espaçamento utilizado na rua do plantio, o porta-enxerto utilizado, genótipo TSKFL x (LCR x TR) – 69 com 40,5% a maior variação. Também foi observado uma variação entre os genótipos dentro da mesma lâmina de irrigação de água a 50% da ETo na ordem de 5,2%, procede-se para

dar sustentação ao segundo (DOORENBOS, 1979), estudando o efeito da água no rendimento das culturas; tradução de Gheyi et al., (1994) suscita que o déficit hídrico retarda o desenvolvimento e produz uma planta menos vigorosa.

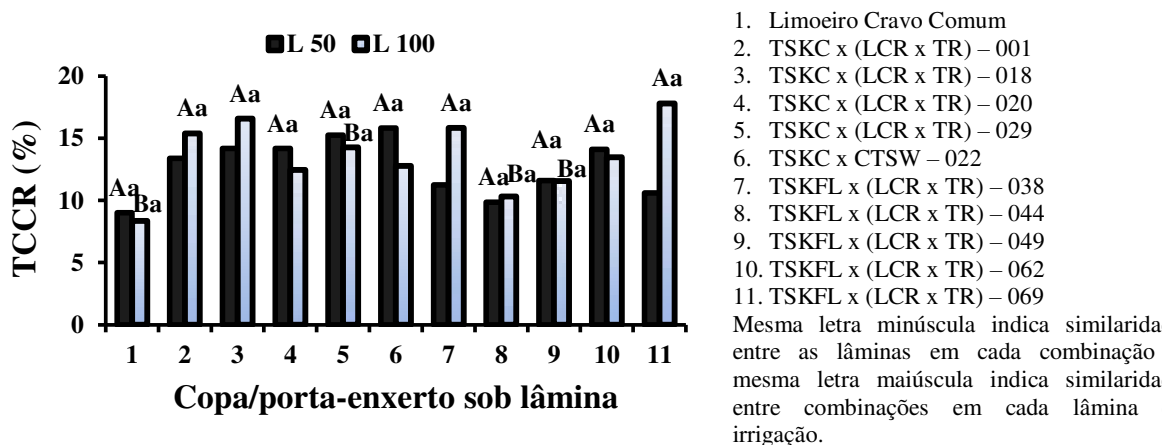


Figura 19. Taxa de cobertura da copa na rua (TCCR) (%) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função dias após transplântio, com dados de avaliações aos 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação da lâmina de irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Considerando-se para a média de todos os períodos avaliados, a taxa de cobertura da copa na rua (TCCR), em relação às demais cultivares, independente do porta-enxerto utilizado mesmo em condições de déficit hídrico pode-se constatar afinidade quando se tratar entre essa combinação copa/porta-enxerto de possibilitar quando comparado o índice de vigor dessa cultivar com demais copas enxertadas (Figura 20).

Vale destacar que, as variáveis analisadas entre a relação taxas de cobertura da copa na linha (TCCL) e na entrelinha (TCCR), é de consenso que todos os genótipos enxertados sobre TSKFL – Tangerineira Sunki seleção da Flórida; LCR – Limoeiro Cravo (*C. limoea* L. Osback); TR – *Poncirus trifoliata*; TSKC – Tangerineira Sunki Comum; CTSW – Citrumelo Swingle apresentaram redução destas progênies em média de ordem 6,3%.

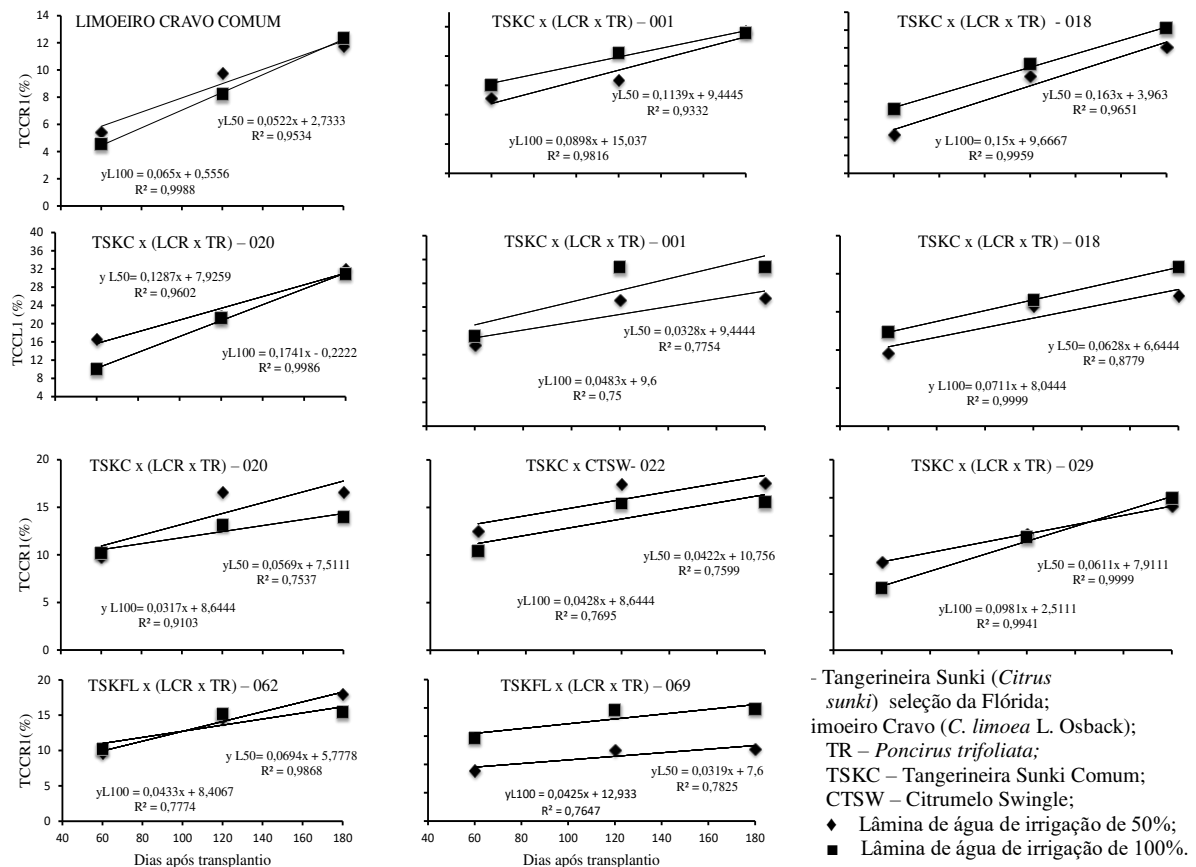


Figura 20. Taxa de cobertura da copa na linha (TCCR) (%) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função dias após transplantio, com dados de avaliações aos 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação da lâmina de irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

O volume de copa (VC) dos genótipos de citros enxertado sobre o limoeiro ‘Cravo’ Comum aumentou em um período de seis meses. Aos seis (6) meses após o transplantio, a TSKFL x (LCR x TR) – 069 e TSKFL x (LCR x TR) – 049 ganharam 62 e 54% em volume de copa. A TSKFL x (LCR x TR) – 049 apresentou um incremento em média de 15,7% de copa durante esse período. As demais copa/porta-enxerto ‘TSKC – Tangerineira *Sunki* Comum’ chegaram a valores em ganho de volume de copa, apresentando 6,3 e 6,1% de incremento (Figura 21). Mas, o incremento no volume de copa dos genótipos de citros enxertado sobre o ‘Limoeiro Cravo Comum’ não se mostrou expressivo, durante o mesmo período avaliado. A TSKFL – Tangerineira Sunki (*Citrus sunki*) seleção da Flórida teve um incremento em média de 5,8% em volume de copa, em seis meses.

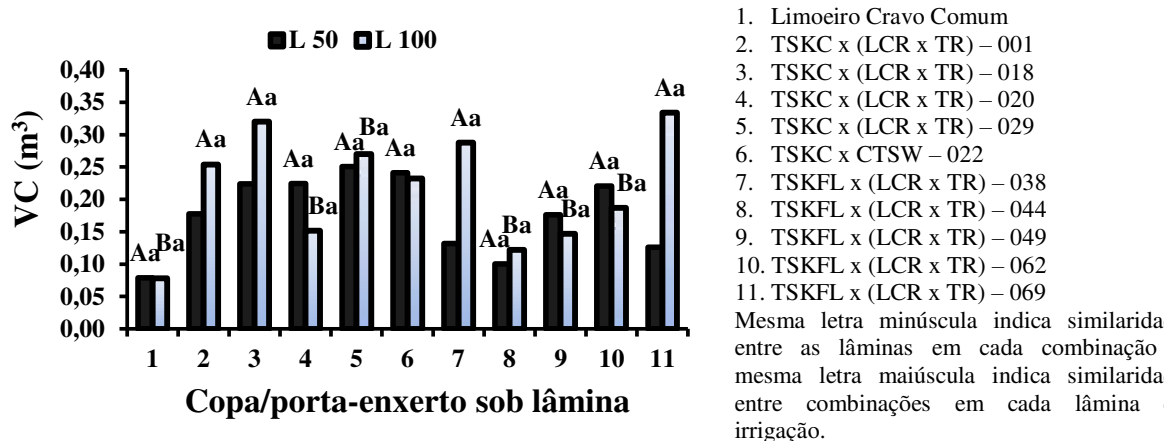


Figura 21. Volume da copa (VC) (mm^3) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função dias após transplântio, com dados de avaliações aos 180 dias após o início da aplicação da lâmina de irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

Na figura 22, nota-se que os genótipos de citros, obtiveram resultado na avaliação de volume de copa (VC) na primeira, segunda e terceira avaliações (aos 2; 4 e 6 meses após o transplântio, a limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada sobre o TSKFL x (LCR x TR) – 069 teve a maior taxa de ocupação do espaçamento utilizado na linha de plantio. Podendo-se destacar a possibilidade de espaço físico ocioso entre as fileiras, o cultivo consorciado com outras de ciclo mais curto. Nas entrelinhas o plantio poderia ser adotado, a exemplo de feijão e amendoim, leguminosa para adubação verde etc.

Constatando-se que não há distinção entre a adaptabilidade e o desenvolvimento vegetativo de combinações copa/porta-enxerto, onde os porta-enxertos sob lâmina de água de irrigação de 50 e 100% da ETo, porém ambos não foram diferentes daquelas nos demais porta-enxertos. Quando se avalia por genótipos individuais, o volume de copa (VC) apresenta o maior desenvolvimento da limeira ácida ‘Tahiti’ de combinações de porta-enxerto TSKC x CTSW – 022, TSKC x (LCR x TR) – 001, TSKFL x (LCR x TR) – 69 e TSKC x (LCR x TR) -018 com os valores de 0,292; 0,248; 0,238 e 0,236 m^3 dentro do padrão aceitável para a limeira ácida ‘Tahiti’.

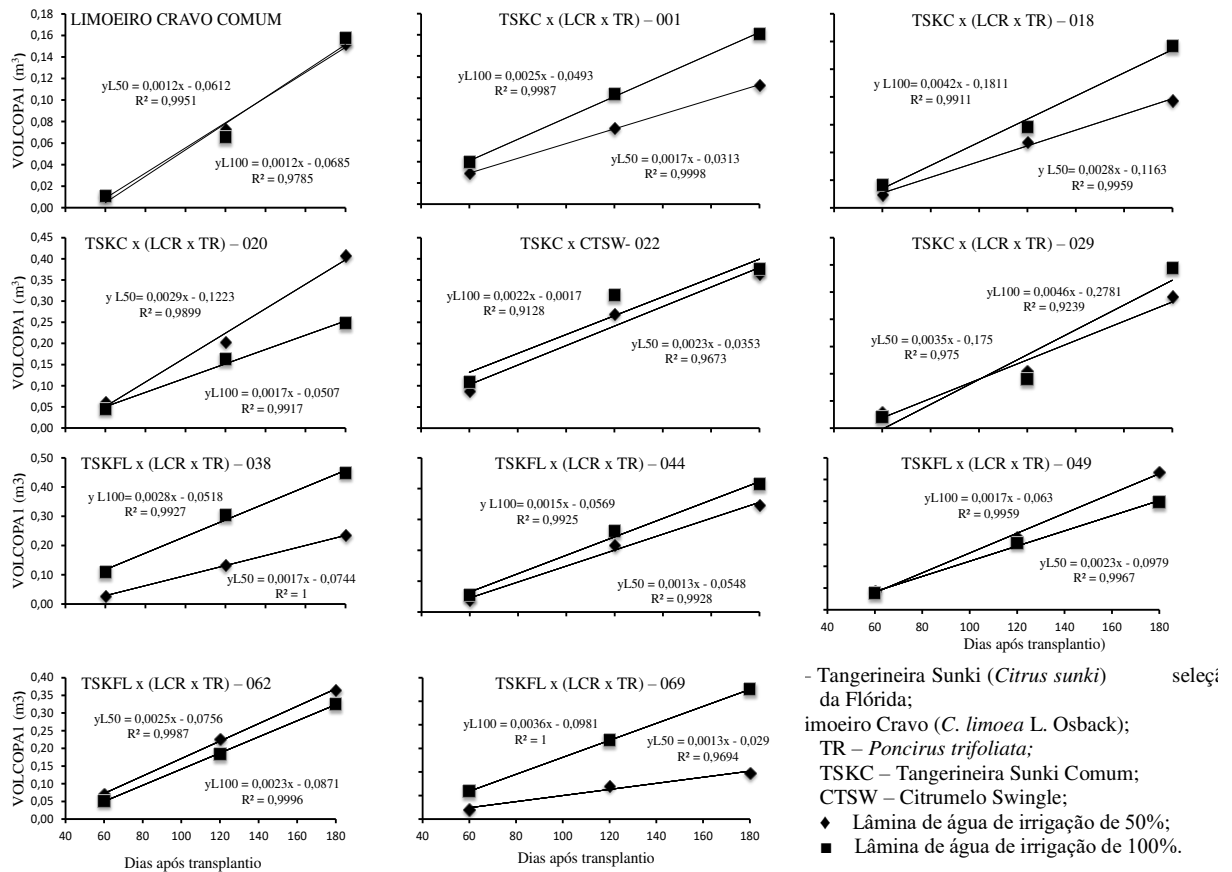


Figura 22. Volume da copa (VC) (m³) das combinações entre a limeira ácida ‘Tahiti’ em cada genótipo de citros em função dias após transplantio, com dados de avaliações aos 60, 120 e 180 dias após o início da aplicação da lâmina de irrigação (DAIE). Pombal, PB, 2017.

6. CONCLUSÕES

Os genótipos enxertados na limeira ácida ‘Tahiti’ podem ser cultivados no semiárido da Paraíba, mesmo sob baixo sob lâminas de irrigação de 50% da evapotranspiração de referência diária durante o crescimento da prefloração, em virtude da manutenção da atividade fisiológica das plantas e não ocorrência de dano ao aparato fotossintético;

A avaliação de trocas gasosas permite diferenciar genótipos resistente e suscetível ao estresse hídrico;

Os híbridos de tangerineira Sunki da Flórida (TSKFL), quando enxertados com a limeira ácida ‘Tahiti’, mantêm menor status hídrico e proporcionam, à variedade copa, maior crescimento, mesmo sob menor lâmina de irrigação;

As combinações menos sensíveis a déficit hídrico foram compostas pelo ‘Tahiti’ enxertado com o TSKFL x (LCR x TR) – 049, TSKFL x (LCR x TR) – 062, TSKFL x (LCR x TR) – 69.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRÊU, F.L.G. Avaliação de sistema radicular de porta-enxertos para lima ácida “Tahiti” [Citrus Latifolia (Yu.Tanaka) Tanaka] e relação com atributos do solo. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)**, p. 56, Teresina, 2005.

ALLEN, ANDREW P.; GILLOOLY, JAMES F.; SAVAGE, VAN M.; BROWN, JAMES H. Kinetic effects of temperature on rates of genetic divergence and speciation. **PNAS**, v. 103, n. 24, p. 1930-1935, 2006.

ALVES, P.R.B.; MELO, B. Cultura dos Citros. **Fruticultura**, 2008. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/citros2.htm>>. Acesso em: 24 junho 2016.

ARAÚJO, J.M.; ARRUDA, D.B. Práticas de Sustentabilidade no Semiárido Nordeste: direito ao desenvolvimento econômico-sustentável. **Veredas do Direito**, v. 8, n. 16, p. 235-260, Belo Horizonte, 2013.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na aricultura**. FAO: Irrigação e Drenagem, 29. Tradução: GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; DAMASCENO, F.A.V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.

BARBOSA, R.C.A.; BRITO, M.E.B.; SÁ, F.V.S.; SOARES FILHO, W.S.; FERNANDES, P. D.; SILVA, L.A. Gas exchange of citrus rootstocks in response to intensity and duration of saline stress. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 2, no prelo, 2017.

BRAZ, V. B.; RAMOS, M.M.; ANDRADE JÚNIOR; A. S.; SOUSA, C. A. F.; MANTOVANI, E. C. Níveis e frequências de irrigação na limeira ‘Tahiti’ no Estado do Piauí Níveis e frequências de irrigação na limeira ‘Tahiti’ no Estado do Piauí. **Revista Ceres**, v. 56, n.5, p. 611-619, set/out, Viçosa, 2009.

BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S.; SOARES FILHO, W. S.; SANTOS, R. T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga** (UFERSA. Impresso), v. 27, p. 17-27, 2014.

BRITO, M. E. B.; Sá, F.V. S ; SILVA, L. A. ; MOREIRA, R. C. L. ; Pereira, F.H.F. ; Soares Filho, Walter Dos Santos . Crescimento e trocas gasosas de porta-enxertos de citros em sistema hidropônico alternativo. **Irriga** (UNESP Botucatu), v. Esp, p. 166-180, 2016.

BORDIGNON, R., MEDINA FILHO, H.P., SIQUEIRA, W.J., PIO, R.M. Características da laranja Valência sobre clones e híbridos de porta-enxertos tolerantes à tristeza. **Bragantia**, v. 62, n.3, p. 381-395, 2003.

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

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

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Brasil) **A questão da água no nordeste**/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas - Brasília, DF: CGEE, p.436; il, 24cm; 2012.

CRISÓSTOMO, L.A; NAUMOV, A. **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**; organizadores, Lindbergue Araújo Crisóstomo, Alexey Naumov; tradução Lindbergue Araújo Crisóstomo - Embrapa Agroindústria Tropical, (IIP. Boletim 18) 238p, Fortaleza, 2009.

CUNHA SOBRINHO, A.P.; MAGALHÕES, A.F.J.; SOUZA, A.S.; PASSOS, O.S.; FILHO, W.S.S., **Culturas dos Citros**. 1ª ed. editores técnicos, Embrapa, v.1 (399p.) ISBN 978-857035-251-4, Brasília, 2013.

DANTAS, J.S.; SOUTO, B. C. C; SILVA, F.A; Barroso, R. F.; Freitas, D.F., Descrição e classificação de um perfil de solo na fazenda experimental do CCTA/UFCG Evento: XXXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo realizado de 30 de julho a 04 de agosto de 2017. Belém-PA.

DOORENBOS, J. **Efeito da água no rendimento das culturas**. J. Doorenbos, A.H. Kassam; tradução de H.R. Gheyi, A.A. de Sousa, F.A.V. Damasceno, J.F. de Medeiros. Campina Grande-PB: v. xxiv, 306 p.: il, 22 cm (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33), 1979.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Água na agricultura**, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agua-na-agricultura/sobre-o-tema>>. Acesso em: 04 agosto 2016.

EMBRAPA-SOLO, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Recife, 2ª tiragem, 8p, **Embrapa-solo**, Recife, 2015.

FAGGION; F.; OLIVEIRA; C.A.S.; CHISTOFIDIS; D. Uso eficiente da água: uma contribuição para o; v. 2; n. 1; p. 187–190; 2009.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, Lavras, 2011.

FERREIRA, M.J.M.; VIANA JÚNIOR, M.M.; PONTES, A.G.V.; RIGOTTO, R.M.; GADELHA, D., Gestão e uso dos recursos hídricos e a expansão do agronegócio: água para quem e para quem? **Ciências & Saúde Coletiva**, v. 21, n.3, p.747-752, Fortaleza, 2016.

GENTY, B.; BRIANTAIS, J.M.; BAKER, N. The relationship between quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. **Biochimica et Biophysica**, Acta 990, p. 87-92, 1989.

GHEYI, H.R.; PAZ, V.P.S; MEDEIROS, S.S.; GALVÃO, C.O. **Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas** - Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. 258p. ISBN 978-85-64265-03-5.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - **Sustentabilidade Ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**. Livro 7, p. 640, Brasília, 2010.

JUNQUEIRA, L.P. Fenologia e características físicas da lima ácida “Tahiti” cultivada sob irrigação no distrito federal. **Universidade de Brasília faculdade de agronomia e medicina veterinária**, dissertação de mestrado em ciências agrárias, orientação de José Peixoto, p. 91, Brasília, 2009.

KRAMER, D.M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G.E. New fluorescence parameters for the determination of QA redox state and excitation energy fluxes. **Photosynthesis Research**, Netherlands, v. 79, p. 209 - 218, 2004.

KLUGHAMMER, C; SCHREIBER, U., complementary PS II quantum yields calculated from simple fluorescence parameters measured by PAM fluorometry and the Saturation Pulse method. **PAM Application Notes**, n. 1 p. 27-35, Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Germany, 2008.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. In: (CNPq), E. A. **Okophysilogie der Pflanzen**. 85-86553-03-8. ed. São Paulo: São Carlos: Rima Artes e Textos, p. 531, 2000.

LOPES, F.F.; TROMBIN, V.G.; FAVA, B.B.; BRUGNARO, R. **Perspectivas da cadeia produtiva da laranja no Brasil**: Laranja: Agenda 2015 – Neves & Jank (organizadores), Markestrat - PENSA - ICONE, São Paulo, 2015.

Manual de métodos de análise de solos/organizadores, Guilherme Kangussú Donagema... [et al.]. - Dados eletrônicos. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. - **(Documentos/Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 132**

MAIA, E.; RODRIGUES, K. K. R. P.; LACERDA, V. S. Relação entre bicarbonato e cloreto em águas para fins de irrigação. **Irriga**, p. 206 - 219, Botucatu, 2012. ISSN 1808-3765.

MATTOS JUNIOR, D.; Bataglia, O.C.; Quaggio, J.A. **Nutrição dos citros**. Em: Mattos Jr., D.; De Negri, J.D.; Pio, R.M.; Pompeu Jr., J. (Org.). Citros. 1ed. Instituto Agronômico e Fapesp. p. 197-219, Campinas, 2005.

MATOS, E.H.S.F. Dossiê técnico: Cultivo de limão. **Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB**, p. 20, Brasília, 2007.

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

MONTEIRO, José Eduardo B. A. organizador; **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola** - Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p.: il, ISBN: 978-85-62817-00-7

NASCIMENTO, A.K.S.; FERNANDES, P.D.; SUASSUNA, J.F.; OLIVEIRA, A.C.M.; SOUSA, M.S.S.; AZEVEDO, J.G.N. Tolerância de genótipos de citros ao estresse hídrico na fase de porta-enxerto. **Irriga**, p. 438-452, Botucatu, 2012, ISSN 1808-3765.

OECD-FAO. OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024. OECD/food and Agriculture of the United Nations (2015), **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015**, v. part 1, Chapter 2, p. 61, 7 nov. Paris, 2016.

OXBOROUGH, K.; BAKER, N.R. An instrument capable of imaging chlorophyll a fluorescence from leaves at very low irradiance and at cellular and subcellular levels of organization., v. 20, n. 12, p. 1473–1483, **Plant, Cell and Environment**, Blackwell Science Ltd, 1997.

PEIXOTO, C.P.; CERQUEIRA, E.C.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M.T.; LEDO, C.A.S.; MATOS, F.S.; OLIVEIRA, J.G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 439-443, Jaboticabal, 2006.

PEREIRA, P.C.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C., Meteorologia agrícola, LCE 306, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, **Departamento de Ciências Exatas**, edição revisada e ampliada, Piracicaba, 2007.

PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono de plantas cultivadas e o aumento de CO₂ e de O₃ atmosférico: situação e previsões. **Bragatia**, v. 70, n. 1, p. 1-12, Campinas, 2011.

PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono na agricultura tropical/Carlos Pimentel. – Seropédica: Edur, 1998. [9], p.150,il.

POMPEU Jr., J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DENIGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU Jr, J. (Eds). **Citros**. v.61, p. 104, Campinas, 2005.

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; OLIVEIRA, R. F. Growth and leaf-temperature effects on photosynthesis of sweet Orange seedlings infected with *Xylella fastidiosa*. **Plant Pathology**, v. 53, p. 334-340, Oxford, 2004.

SENAR-PB. Rural Centro. **Sistema Faepa/Senar-PB**: desenvolverá citricultura na Paraíba, 2013. Disponível em: <<http://ruralcentro.uol.com.br/noticias/sistema-faepasenar-pb-desenvolvera-citricultura-na-paraiba-64983#y=1165>>. Acesso em: 6 agosto 2016.

SANTOS FILHO, H.P.; MAGALHÕES, A.F.J.; COELHO, Y.S. **Citros: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Informação Tecnológica, 219p, il. - (Coleção 500 perguntas, 500 respostas, Brasília, 2005.

SHINOZAKI, K; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 2, p. 221-227, Oxford, 2007.

SILVA, E.A. Trocas gasosas e potencial hídrico no desenvolvimento inicial de cultivares apirênicas de citros. **Tese (doutorado) – Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Orientador: José Darlan Ramos**, p. 73, Lavras, UFLA, 2013.

SILVA, I.N.; FONTES, L.O.; TAVELLA, L.B.; OLIVEIRA, A.C. Qualidade de água na irrigação. **Agropecuária científica no Semi-Árido**, v.07, n.03 julho/setembro, P. 1-15, 2011.

SILVA, S.E.L.; SOUSA, A.G.C. **Produção de mudas de Laranja**. Manaus, Dezembro, 2002. Disponível em:
http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/biststream/CPAA-2009-09/10248/1/circ_tec14.pdf.
Acessado em: 17 janeiro. 2016.

SYVERTSEN, J. P.; GARCIA-SANCHEZ, F. Multiple abiotic stresses occurring with salinity stress in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, v. 103, n. 1, p. 128-137, Oxford, 2014.

SOARES, L.A.D.A. BRITO, M.E.B.; FERNANDES, P.D.; LIMA, G.S.; SOARES FILHO, W. S.; OLIVEIRA, E.S. Crescimento de combinações copa-porta-enxerto de citros sob estresse hídrico em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 211-217, Campina Grande, 2015. ISSN 1807-1929.

SANTOS, R.F.; CARLESSO R. Déficit Hídrico e os Processos Morfológico e Fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p. 287-294, Campina Grande, 1998.

SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; NASCIMENTO, R.; OLIVEIRA, A. C. M.; BRITO, K. S. A.; MELO, A. S. Produção de fitomassa em genótipos de citros submetidos a estresse hídrico na formação do porta-enxerto. **Brasileira de Engenharia e Ambiental**, v. 16, n. 12, p. 1305-1313, Campina Grande, 2012.

SUASSUNA, J.F.; BRITO, S.A.; FERNANDES, P.D.; NASCIMENTO, R.; MELO, A.S.; BRITO, M.E.B. Trocas gasosas e componentes de crescimento em porta-enxertos de citros submetidos à restrição hídrica. **Irriga**, v. 19, n. nº 3, p. 464-477, Botucatu, 2014. ISSN 1808-3765.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TUNDISI, J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas, desafios e estratégias para o futuro, **Academia Brasileira de Ciências**, p.76, Rio de Janeiro, 2014.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 7–16, 2008.

VON CAEMMERER, S.; FARQUHAR, G.D. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. **Planta**, Berlin, v.153, n.4, p. 376-387, 1981. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2fbf00384257#page-2>. Acesso: 30 Agosto. 2017.

ZEKRI, M.; OBREZA, T.A; KOO, R. (2003) **Irrigation, nutrition, and citrus fruit quality**. Gainesville: University of Florida, IFAS, 3 p.