

CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS EM SISTEMA HIDROPÔNICO ALTERNATIVO

**MARCOS ERIC BARBOSA BRITO¹; FRANCISCO VANIES DA SILVA SÁ²;
LUDERLANDIO DE ANDRADE SILVA³; ROMULO CARANTINO LUCENA
MOREIRA⁴; FRANCISCO HEVILASIO FREIRE PEREIRA¹ E WALTER DOS
SANTOS SOARES FILHO⁵**

¹ Eng. Agrônomo, Doutor, Professor da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. E-mail: marcoseric@ccta.ufcg.edu.br ; fhfpereira@hotmail.com

² Eng. Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB. E-mail: vanies_agronomia@hotmail.com

³ Eng. Agrônomo, Mestrando em Horticultura Tropical, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. E-mail: luderlandioandrade@gmail.com

⁴ Eng. Agrônomo, Mestrando em Sistemas Agroindustriais, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. E-mail: romulocarantino@gmail.com

⁵ Eng. Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. E-mail: walter.soares@embrapa.br

1 RESUMO

Objetivou-se avaliar a morfofisiologia de genótipos de citros recomendados como porta-enxertos, em sistema hidropônico alternativo, a partir de vasos de Leonard a base de garrafa pets. O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido, sendo estudados treze genótipos de citros [1 – Híbrido Trifoliado (HTR)-127; 2– Tangerineira ‘Sunki Comum’ (TSKC) x Citrange Argentino (CTARG)-019, 3– TSKC; 4 – Limoeiro Rugoso da Flórida (LRF); 5 - limoeiro ‘Cravo’ (LCR) x *Poncirus trifoliata* (TR) - 001; 6 – TSKC x Citrumelo Swingle (CTSW)-028; 7 - TSKC x CTSW-033; 8 - TSKC x CTSW-041; 9 - TSKC x (LCR x TR)-040; 10–HTR-116; 11 - limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (LCRSTC); 12 - limoeiro ‘Volkameriano’ (LVK) e 13 - HTR-069], em blocos casualizados com quatro repetições e quatro plantas úteis por parcela. As plantas foram cultivadas em sistema hidropônico alternativo, a partir de um sistema de vasos de Leonard confeccionados com garrafas de polyethylene terephthalate (PET) e distribuição gravitacional da solução de Hogland[®] em fluxo contínuo, sendo as garrafas preenchidas com substrato comercial a base de pó de coco e as plantas cultivadas até os 75 dias após semeadura, quando se avaliou aspectos de crescimento e as trocas gasosas das plantas. O sistema hidropônico alternativo com uso de vasos de Leonard pode ser usado para o desenvolvimento morfofisiológico de mudas cítricas; Os genótipos TSKC x CTARG– 019, LRF, TSKC x (LCR x TR) – 040, LCRSTC, LVK e HTR – 069 possuem maiores potenciais fisiológicos e de crescimento vegetativo, sendo indicados para obtenção de mudas mais precoces.

Palavras-chave: *Citrus* spp.; mudas; hidroponia.

**BRITO, M.E.B.; SÁ, F.V.S.; SILVA, L.A.; MOREIRA, R.C.L.; PEREIRA, F.H.F.;
SOARES FILHO, W.S.**

**CITRUS ROOTSTOCKS FORMATION ON ALTERNATIVE HYDROPONIC
SYSTEM USING LEONARD POTS**

2 ABSTRACT

In order to evaluate the morphological development from citrus genotypes with potential to rootstock, on alternative hydroponic system from Leonard pots made with pots. An experiment was realized in greenhouse. It were studied thirteen genotypes of citrus (1- HTR-127; 2- TSKC x CTARG-019; 3- TSKC; 4- LRF; 5- LCR x TR-001; 6 - TSKC x CTSW-028; 7- TSKC x CTSW-033; 8- TSKC x CTSW-041; 9- TSKC x (LCR x TR)- 040; 10- HTR-116; 11- LCRSTC; 12- LVK and 13- HTR-069), in a randomized block design, with four replications and four plants by parcel, crop on alternative hydroponically system using Leonard's pots made with polyethylene terephthalate (PET), being the Hoagland's solution distributed by gravitation in continuous rate, in west coconut, being plants cultivated for 75 days after sowing, when it was evaluated the growth and gas exchange aspects. The alternative hydroponic system with use of Leonard pots can be used for morphophysiological development of citrus seedlings; The genotypes TSKC x CTARG- 019, LRF, TSKC x (LCRxTR) - 040, LCRSTC, LVK e HTR - 069 have greater physiological and of vegetative growth potential, being suitable for obtaining early seedlings.

Keywords: *Citrus* spp.; seeds propagation; hydroponics.

3 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas no mundo (AGRIANUAL, 2013), atuando no novo cenário mundial, sendo a produção estimulada pela abertura comercial e a estabilização da economia, vindo a proporcionar um crescimento do agronegócio. Situação semelhante ao que vem sendo observado na citricultura brasileira, que exerce um grande papel mundial, sendo as culturas cítricas, dentre as demais fruteiras, as que ocupam lugares privilegiados no ranking das exportações do País, sendo a laranja doce [*Citrus sinensis* L. Osbeck] a fruta de maior produção e exportação (AGRIANUAL, 2013).

Desta maneira, a citricultura exerce grande impacto socioeconômico no Brasil, pois gera emprego e renda no campo, haja vista a necessidade de manutenção e renovação dos pomares, tanto em virtude da eliminação de plantas velhas, quanto do replantio em virtude de ocorrência de doenças, a exemplo, no estado de São Paulo a média de plantas introduzidas nos pomares tem sido superior a 19 milhões de mudas por ano nos últimos cinco anos (Censo cítrico, 2015), o que implica em geração de empregos diretos e indiretos em viveiros.

A escolha dos porta-enxertos é crucial para um bom desempenho dos pomares, haja vista que o máximo potencial de cada variedade copa está diretamente relacionada com o bom desempenho do porta-enxerto, já que este interfere na expressão da capacidade produtiva da copa, além de interferir na resistência a pragas (POMPEU JUNIOR, 2005).

A citricultura brasileira esta baseada na combinação do limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck) como porta-enxerto e a laranjeira Pêra (*C. sinensis*) como variedade copa (AZEVEDO, 2003; MATTOS JUNIOR et al., 2005). Apesar de suas características agrônomicas serem aceitáveis, com destaque para a tolerância à seca e a indução de produção precoce, o 'Cravo' é suscetível ao declínio (MATTOS JUNIOR et al., 2005) e à morte súbita dos citros (BASSANEZI et al., 2003), o que pode comprometer o desenvolvimento dos pomares. Diante desses entraves, encontrados pela falta de diversidade genética nos alicerces das plantas cítricas, cresce a necessidade por materiais que sejam tolerantes a estresses

bióticos e abióticos, proporcionando, ainda, rendimentos economicamente viáveis (SOUZA et al., 2013; BRITO et al., 2014).

Além da escolha de genótipos com potencial a estresses abióticos, faz necessário o uso de técnicas que permitam aperfeiçoar o sistema de produção de mudas, a fim de garantir um menor uso de recursos e permitam a formação mais rápida da muda de citros (combinação copa/porta-enxerto). Sendo assim, a produção de mudas cítricas em sistema hidropônico pode favorecer a produção de plantas de elevada qualidade genética e sanitária, sendo esta uma alternativa na otimização dos métodos de propagação de mudas, podendo reduzir o tempo para obtenção das mudas e proporcionar maior controle das condições nutricionais e fitossanitárias, assim como identificado por alguns autores em mamoeiro e tangerineira Pokan (SÁ et al., 2013; SOUZA et al., 2013). Sendo possível, com isso, atender aos critérios de produção de mudas de citros elencados pelos programas de certificação de mudas dos estados produtores, como São Paulo e Sergipe.

Quanto a hidroponia, pode-se usar vários tipos de recipientes para acondicionar as plantas, desde perfis de PVC, sacos plásticos, vasos de polietileno, garrafas de vidro até tubetes plásticos, sendo estes componentes de sistemas de calhas e sistemas hidropônicos estacionários como os vasos de Leonard. Opcionalmente, outras formas e materiais surgiram, a exemplo do uso de garrafas PET para a confecção de sistemas hidropônicos (SANTOS et al., 2009), que pode promover desenvolvimento socioeconômico, gerando emprego, renda e a preservação ambiental pela eliminação de resíduos poluentes como o PET ao meio ambiente.

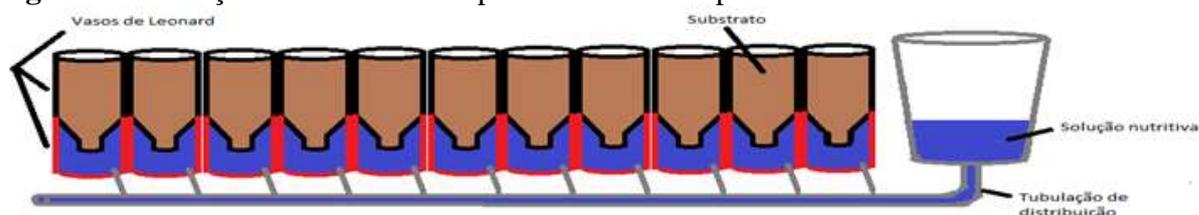
Diante disso, objetivou-se avaliar o crescimento e as trocas gasosas de genótipos de citros, com potencial uso como porta-enxertos, em sistema hidropônico alternativo a partir de vasos de Leonard, no intuito de verificar a possibilidade de uso desta técnica na fase inicial de produção de porta-enxertos, além de identificar genótipos com potencial.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 6°47'20" S e 37°48'01" W, a uma altitude de 174 m.

O sistema hidropônico alternativo para produção de mudas cítricas foi confeccionado a partir de garrafas tipo pet, com capacidade de 2 litros, adotando-se os princípios básicos do sistema de vasos de Leonard propostos por Santos et al. (2009). Sendo os vasos preenchidos com substrato comercial tipo pó de coco, e interligados em sistemas de vasos comunicantes, por meio de tubulações. Cada parcela foi composta por 72 vasos, interligado a um recipiente de armazenamento e distribuição da solução nutritiva e revestida com plástico dupla face para evitar a incidência direta da radiação solar no substrato, assim como ilustrados nas Figuras 1, 2 e 3.

Figura 1. Ilustração do sistema hidropônico montado a partir de vasos de Leonard.



O pó de coco comercial, antes do preenchimento dos recipientes, passou por lavagem e drenagem, a fim de retirar substâncias indesejadas, a exemplo de taninos e sais prejudiciais ao cultivo das plantas.

A assepsia das garrafas foi feita utilizando hipoclorito de sódio, a 10%. As garrafas foram colocadas em caixa d'água com capacidade para 1000 litros onde passaram por um período de repouso de 24 horas. Após isso, as mesmas foram lavadas em água corrente e colocadas para secar a sombra, podendo ser observado a condição das garrafas nas Figuras 2A e 2B.

Cada vaso de Leonard foi composto por duas garrafas pets de 2 litros, sendo uma para passagem e armazenamento da solução (Figura 2A) e a segunda para acomodar o substrato e permitir o crescimento das plantas (Figura 2B). Para confeccionar o primeiro recipiente, fez-se o corte a uma altura de 0,15 m da base, com uso de uma tesoura; de maneira semelhante, no segundo recipiente, fez-se um corte a uma altura de 0,05 m da base na garrafa pet. Para finalizar a formação do vaso de Leonard, inverteu-se o segundo recipiente, introduzindo-o no primeiro, de modo a garantir que o sistema estivesse fixo e que ocorra contato da solução com o segundo recipiente, podendo ser visualizado na Figura 2C.

Os vasos de Leonard foram interligados por meio de microtubos de polietileno 0,006 m de diâmetro inseridos no fundo do primeiro recipiente (Figura 3A). Por sua vez, os microtubos foram ligados a uma mangueira (Figura 3B), também de polietileno, com diâmetro de 0,018 m a qual era responsável por conduzir a solução nutritiva do recipiente de armazenamento e distribuição (Figura 3C). Sendo este um vaso com capacidade para 40 litros de solução nutritiva, elevado a 0,1 m a fim de garantir a distribuição gravitacional nos vasos interligados. Ressaltando-se, que o volume do recipiente de armazenamento foi calculado com base no volume necessário para preenchimento de todos os vasos, e garantir o nível de solução.

Figura 2. (A) primeira garrafa PET, usada para manter a solução nutritiva; (B) segunda garrafa PET, usada para acomodação do substrato e crescimento das plantas; (C) garrafas acopladas e com substrato para o crescimento das plantas; (D) Porta-enxerto aos 75 dias após a semeadura.



Figura 3. (A) Microtubo de 0,006 m inserido na primeira garrafa PET; (B) detalhe da conexão do microtubo a mangueira de 0,018 m para recebimento da solução nutritiva; (C) recipiente de armazenamento da solução nutritiva e detalhe de plástico dupla face revestindo os recipientes.



A solução, após contato com o substrato, chegava até a superfície do segundo recipiente por meio da capilaridade, umedecendo o substrato e garantindo o aporte de nutrientes às plantas. Ressalta-se que as soluções nutritivas usadas seguiram as recomendações de Hoagland & Arnon (1950), modificada com adição de 25% de Ferro-EDTA devido a exigências nutricionais observadas nos genótipos estudados (Tabela 1).

As fontes dos nutrientes para o preparo da solução de Hoagland & Arnon (1950) foram nitrato de cálcio e potássio, fosfato monopotássico, sulfato de magnésio, ácido bórico, sulfato de manganês, sulfato de zinco, sulfato de cobre, molibdato de amônio e sulfato de ferro + EDTA – sódio. Sendo estas diluídas em água de abastecimento para homogeneização dos nutrientes e finalização da solução nutritiva (Tabela 2).

Tabela 1. Concentração dos nutrientes na solução nutritiva para cultivo hidropônico proposta por Hoagland e Arnon, (1950) ajustada para citros.

Nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe*	Mn	B	Cu	Zn	Mo
.....(mmol L ⁻¹).....												
Concentração	15	1	6	5	2	2	0,0625	0,01	0,05	0,003	0,0008	0,001

* Ajustado para citros.

Após completar o preparo dos vasos de Leonard, estes foram envolvidos com uma lona dupla face, visando reduzir o processo de evaporação da solução e a proliferação de algas. A solução nutritiva foi verificada e aerada diariamente e, sempre que necessário, completada, visando garantir que o substrato permanece com umidade sempre próxima a máxima capacidade de retenção. A cada quinze dias a solução nutritiva foi substituída por uma nova solução, de modo a manter a concentração de nutrientes, e o pH em níveis ótimos para as plantas.

Tabela 2. Análise química da água utilizada no preparo das soluções.

	CE _a	pH	K	Ca	Mg	Na	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS ¹	CaCO ₃
(mmol L ⁻¹).....											
Água	0,3	7,8	0,2	0,6	1,2	0,71	0,0	0,0	2,36	1,8	0,75	99,2

1. RAS= Razão de absorção de sódio.

Para verificar a eficiência do sistema de hidropônico alternativo para produção de mudas de citros, introduziu-se 13 genótipos de citros recomendados como porta-enxertos, com 4 repetições e cada parcela constituída por 4 plantas úteis.

Os porta-enxertos estudados foram: 1 – Híbrido Trifoliado (HTR) 127; 2 – tangerineira ‘Sunki Comum’ [*Citrus sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka] (TSKC) x Citrange [*C. sinensis* x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] Argentino (CTARG) - 019, 3 – TSKC; 4 – limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) seleção da Florida (LRF); 5 - limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osbeck) (LCR) x *P. trifoliata* (TR) - 001; 6 - TSKC x Citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] (CTSW)- 028; 7 - TSKC x CTSW - 033; 8 - TSKC x CTSW - 041; 9 - TSKC x (LCR x TR) - 040; 10 - HTR - 116; 11 - limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (LCRSTC); 12 - limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.) (LVK) e 13 - HTR – 069, sendo oriundos do programa de melhoramento genético de citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura, PMG - Citros.

As sementes foram tratadas com fungicida disulfato de thiram (4g kg⁻¹ de sementes) e semeadas na razão de duas por recipiente, preenchidos com o substrato constituído de pó de coco. Após as devidas anotações de emergência, deixou-se desenvolver apenas um *seedling* (pé-franco) por recipiente. Nesse processo de seleção, foram eliminadas as plântulas desuniformes em relação ao padrão de cada genótipo, de modo a descartar eventuais indivíduos de origem sexuada, visando manter somente aqueles de origem apogâmica (nucelares) (AGROBYTE, 2006).

Adotou-se todos os demais cuidados de na prevenção e controle de pragas e doenças, normalmente recomendados na produção de mudas cítricas (AGROBYTE, 2006).

Aos 75 dias após a semeadura foram realizadas as análises de crescimento, mensurando-se a altura de planta (cm), o diâmetro do caule dos porta-enxerto (mm) e contado o número de folhas por planta.

Também aos 75 dias após a semeadura, foram determinadas: Taxa de assimilação de CO₂ (A) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (gs) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ (Ci) (μmol m⁻² s⁻¹) na terceira folha contada a partir do ápice. De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência no uso da água (EUA) (A/E) [(μmol m⁻²s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a eficiência instantânea da carboxilação Φ_c (A/Ci) (BRITO et al., 2012). Usando-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda.

Nas mesmas plantas que foram realizadas as análises de trocas gasosas, foram colocadas pinças foliares de adaptação ao escuro e, após um período de 30 min (MENDONÇA et al., 2010), determinou-se a eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), em que Fm é a fluorescência máxima e Fv é a fluorescência variável, que é obtida pela diferença entre a fluorescência máxima e a fluorescência inicial (Fo), usando-se de um fluorômetro de pulso contínuo, PEA, da Hansatech.

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 - Knott, 5% de probabilidade) para o fator genótipo durante a fase de formação de mudas (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

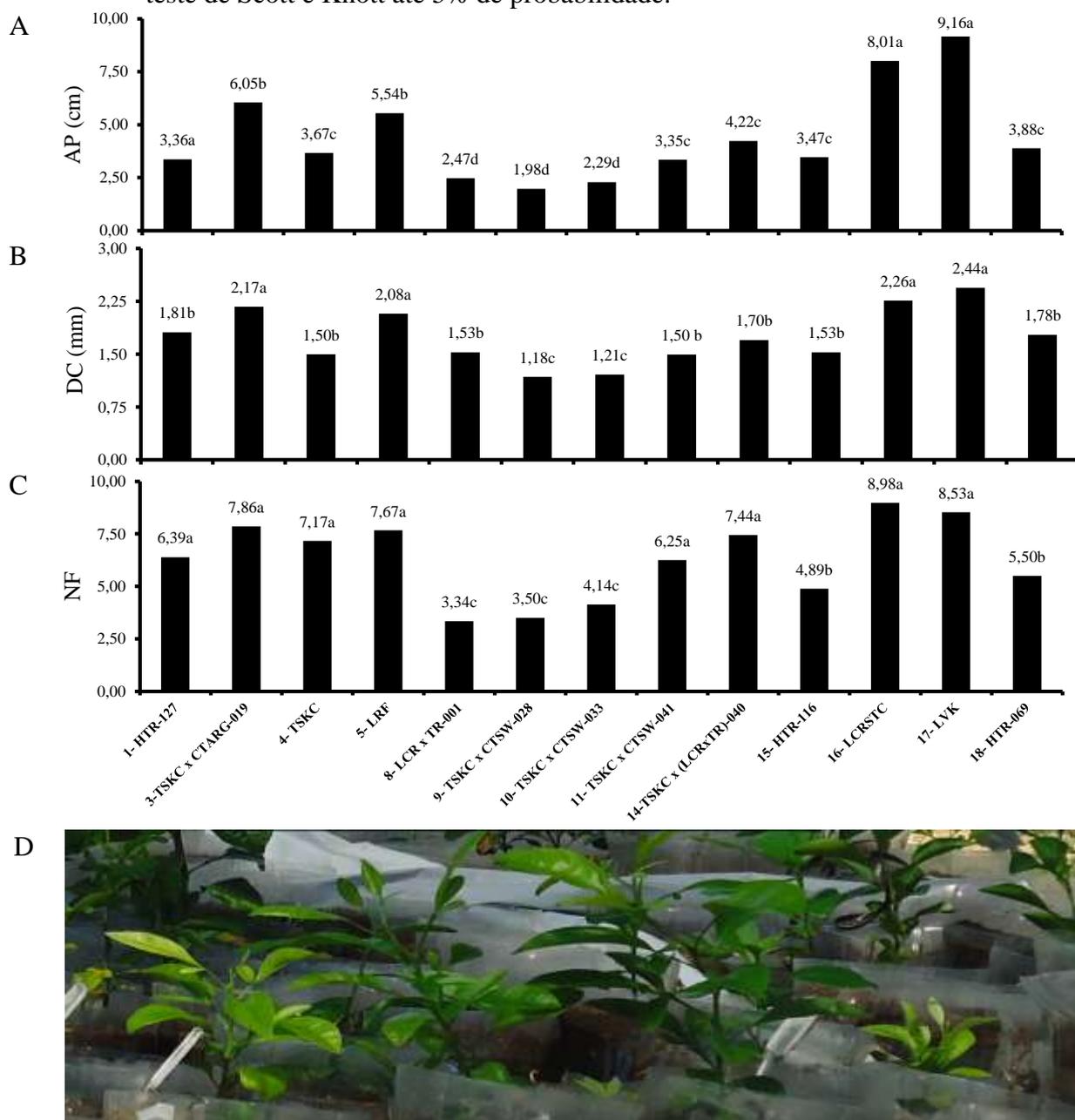
Foram constatados diferenças no crescimento dos genótipos de citros recomendados como porta-enxerto em todas as variáveis (Figura 4). O crescimento diferenciado entre indivíduos pertencentes à mesma espécie também foram constatados por Brito et al. (2014), ao trabalharem com genótipos de porta-enxerto de citros e por Sá et al. (2013) em cultivares

de mamoeiro, sendo que tal diferenciação, como também mencionam esses autores, é relacionada as características genéticas dos materiais.

Em geral, o crescimento médio em altura das plantas de citros foi de 4,41 cm, os valores variaram entre 1,97 cm no TSKC x CTSW – 028, até 8,01 e 9,15 cm no LCRSTC e no LVK, respectivamente. Sendo estes crescimentos considerados satisfatório sob as condições hidropônicas impostas pelo sistema alternativo a partir de vasos de Leonard modificados para garrafas pets, pois Schäfer et al. (2006), ao estudarem o crescimento inicial do *Poncirus trifoliata*, Citrange C13, Citrange C37 e o limoeiro ‘Cravo’, obtiveram, aos 75 dias após semeadura, altura máxima no limoeiro ‘Cravo’ e na ordem de 6,3 cm, ou seja, obtendo valor inferior ao obtido neste trabalho para o mesmo genótipo.

Ademais, valores inferiores observados em alguns genótipos estudados neste trabalho, quando comparados com os resultados desses autores, podem ser atribuídos às diferenças genéticas dos mesmos, haja vista, a diversidade dos genótipos avaliados nesse experimento. Quando comparados aos resultados observados em sistemas produção de mudas convencionais, observa-se que os respectivos genótipos precisaram de 83 dias para obterem 6 cm de altura (FRANCO et al., 2007; SCHÄFER et al., 2008).

Figura 4. Altura-AP (A), diâmetro caulinar-DC (B), número de folhas-NF (C) e ilustração demonstrativa dos porta-enxertos citros (D) produzidas via sistema hidropônico alternativo com vasos de Leonard tipo pet. Letras iguais não se diferem perante o teste de Scott e Knott até 5% de probabilidade.



HTR - Híbrido Trifoliado; TSKC - tangerineira ‘Sunki Comum’ [*Citrus sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka]; CTARG - Citrange [*C. sinensis* x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] Argentino; LRF - limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) seleção da Florida; LCR - limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osbeck); TR - *P. trifoliata*; CTSW - Citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LCRSTC - limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’; LVK - limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.)

O diâmetro de caule é uma das principais variáveis em porta-enxertos, pois pode ser relacionado ao tempo de execução da enxertia (BRITO et al., 2014), podendo-se constatar que o crescimento em diâmetro variou entre 1,18 mm no TSKC x CTSW – 028 até 2,44 mm no

LVK, sendo que não houve diferença entre este genótipo e o LCRSTC, no qual se obteve 2,26 mm de diâmetro aos 75 dias após semeadura. Ao se comparar com os resultados obtidos por Carneiro et al. (2011), observa-se semelhança, já que estes autores, ao estudarem o crescimento em diâmetro de caule medido no colo dos porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' aos 115 dias, sob doses de adubos organominerais, não observaram diferenças significativas, relatando um valor de diâmetro médio de 2,3 mm. Esses resultados confirmam a viabilidade do uso do sistema hidropônico, já que pode-se obter mudas com o mesmo diâmetro em um menor tempo.

A diferença no diâmetro de caule hora destacada, deve ser devido a diferença no crescimento dos genótipos de porta-enxertos, a exemplo, Brito et al. (2014), estudando híbridos de citros sob estresse salino na fase de formação do porta-enxerto, obtiveram diâmetro de 2,0 mm na tangerineira 'Sunki Tropical' e de 4,2 mm no limoeiro 'Volkameriano' aos 150 dias após semeadura e sob irrigação com água de menor condutividade elétrica (água de abastecimento CEa = 0,41 dS m⁻¹).

Quanto ao número de folhas, nota-se a formação de três grupos de genótipos, conforme teste de Scott Knott, $p < 0,05$, sendo o primeiro grupo formado pelos genótipos LCRSTC, LVK, TSKC x CTARG - 019, TSKC e o LRF, verificando-se valores entre 7,16 e 8,98 folhas por planta aos 75 dias. No grupo de menor média se encontram os genótipos TSKC x CTSW - 033, TSKC x CTSW - 028 e o LCR x TR - 001, com médias entre 3,33 e 4,13 folhas, diferença também relacionada ao potencial genético de cada material. Corroborando com os resultados de Brito et al. (2014), os quais informam a variabilidade genética e destacam que alguns materiais podem ser ananizantes, a exemplo do HTR - 069, estudado neste trabalho.

Cabe destacar que o número de folhas obtido a partir dos genótipos esta coerente com a literatura, a exemplo de Carneiro et al. (2011), que obtiveram médias entre 9,37 e 12,7 folhas no limoeiro Cravo aos 115 dias após semeadura. Brito et al. (2014), que destacam valores entre 5,0 folhas no híbrido trifoliado - 069 e 6,1 folhas no limoeiro 'Cravo Santa Cruz' aos 150 DAS e sob irrigação com água de 0,41 dS m⁻¹.

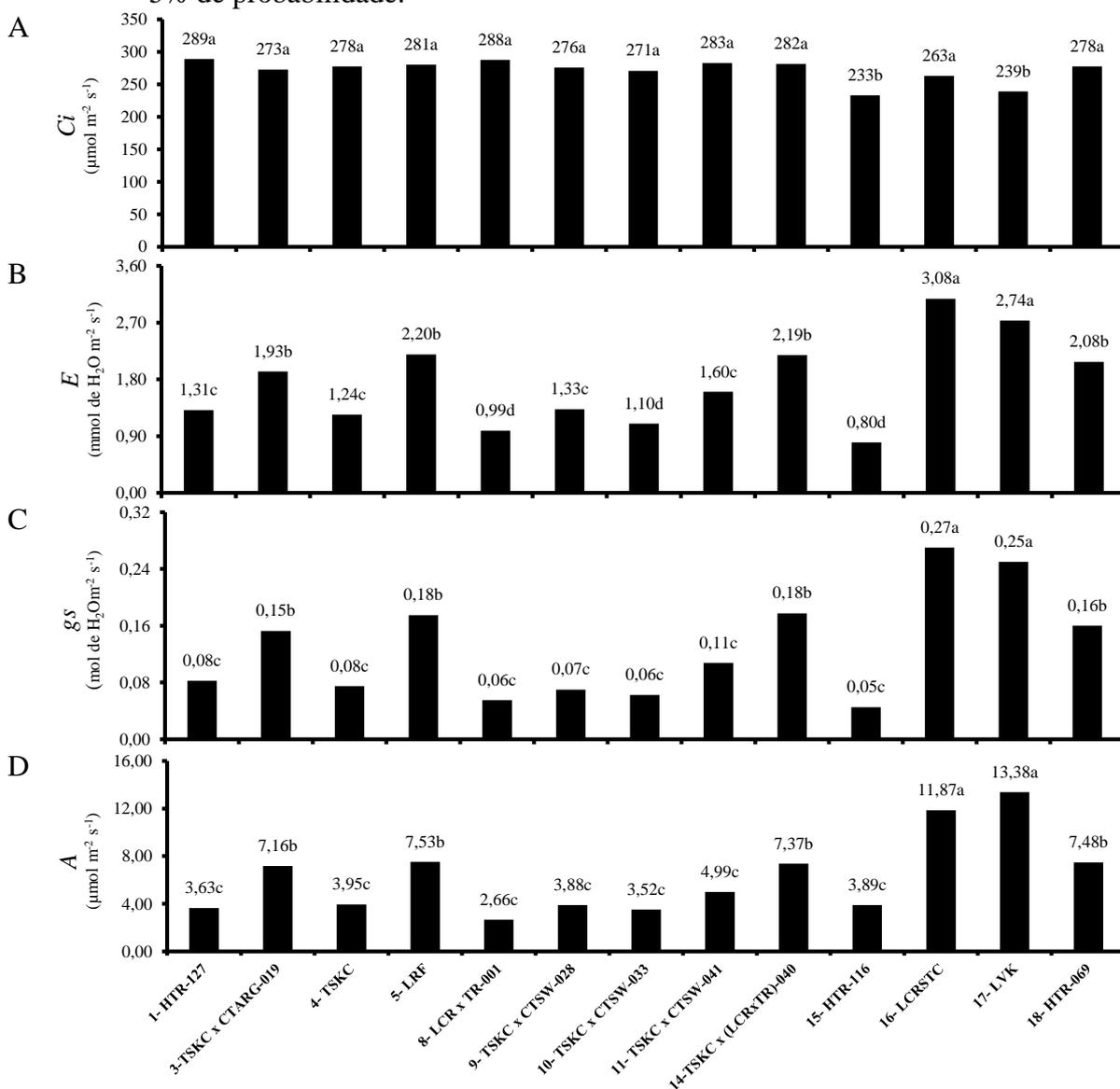
Neste sentido, pode-se verificar a possibilidade de produção de mudas de citros em sistema hidropônico, tendo em vista, que um dos principais problemas do processo de produção de mudas é a aquisição de substrato, o que vem a onerar o custo de produção. No caso do sistema de produção com uso de hidropônia, com o uso de vasos de Leonard, podem-se usar substratos inertes, como o pó de coco, que pode ser reutilizada após lavagem e desinfecção, tornando menor o custo, além de permitir formar uma planta apta a enxertia em menor tempo.

Ainda, salienta-se que dentre os genótipos de porta-enxertos citros estudados, o TSKC x CTARG- 019, o LRF, o TSKC x (LCR x TR) - 040, o LCRSTC e o LVK possuem maior potencial de crescimento em altura, diâmetro caulinar e número de folhas, com isso, demonstrado aceitabilidade a produção em sistema hidropônico (Figura 4). Tal fato, pode estar relacionado ao desenvolvimento precoce de tais genótipos diante dos demais genótipos, que apresentam hábitos de crescimento tardios ou ananizantes, em função da vasta diversidade genética observada nos genótipos estudados (BLUMER, 2005; BRITO et al., 2014). Não descartado a sua viabilidade para uso como porta-enxertos de citros, de modo que, plantas menores e com alta eficiência produtiva permitem maior densidade de plantio e maior produtividade (Blumer, 2005) que dependem do potencial fisiológicos dos mesmos.

Para as trocas gasosas e fluorescência dos genótipos de porta-enxerto citros foram observadas variações significativas em todas as variáveis estudadas (Figuras 5 e 6). Ou seja, ocorrendo diferentes capacidades de transporte de elétrons e trocas gasosas, em detrimento à

variabilidade genética observada nos genótipos estudados, assim como observado por Machado et al. (2005) em diferentes variedades copas tendo o limoeiro Cravo como porta-enxerto, referenciado pelos diferentes potenciais fisiológicos dos genótipos estudados.

Figura 5. Concentração interna de CO₂ - *C_i* (A), taxa transpiratória - *E* (B), condutância estomática - *g_s* (C), taxa de assimilação de CO₂ - *A* (D) de genótipos de porta-enxertos citros produzidas via sistema hidropônico alternativo com vasos de Leonard tipo pet. Letras iguais não se diferem perante o teste de Scott e Knott até 5% de probabilidade.

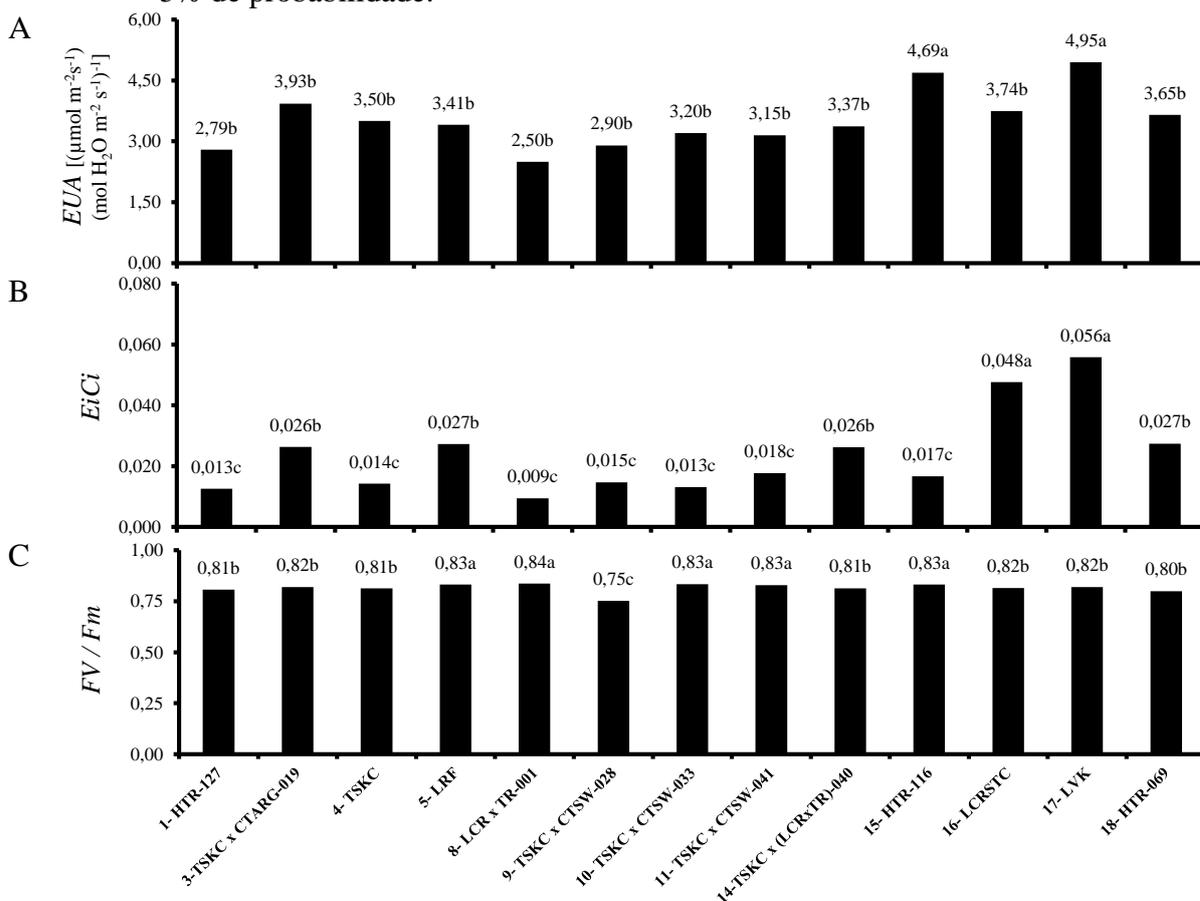


HTR - Híbrido Trifoliado; TSKC - tangerineira ‘Sunki Comum’ [*Citrus sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka]; CTARG - Citrange [*C. sinensis* x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] Argentino; LRF - limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) seleção da Florida; LCR - limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osbeck); TR - *P. trifoliata*; CTSW - Citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LCRSTC - limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’; LVK - limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.).

Ao avaliar trocas gasosas dos genótipos de porta-enxertos de citros observou-se que os resultados corroboram com o seu desempenho de crescimento. De tal forma, que os genótipos

TSKC x CTARG – 019, LRF, LCRSTC e o LVK, nos quais se obtiveram o maior potencial de crescimento, também são portadores das maiores taxas de assimilação de CO₂, do maior consumo de CO₂ e das maiores eficiências no uso da água e instantânea da carboxilação (Figuras 5 A, D e Figuras 6 A e B).

Figura 6. Eficiência no uso da água-*EUA* (A) e eficiência instantânea da carboxilação-*EiCi* (B) e Eficiência quântica do fotossistema II- *Fv/Fm* (C) de genótipos de porta-enxertos citros produzidas via sistema hidropônico alternativo com vasos de Leonard tipo pet. Letras iguais não se diferem perante o teste de Scott e Knott até 5% de probabilidade.



HTR - Híbrido Trifoliado; TSKC - tangerineira ‘Sunki Comum’ [*Citrus sunki* (Hayata) hort. Ex Tanaka]; CTARG - Citrange [*C. sinensis* x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] Argentino; LRF - limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) seleção da Florida; LCR - limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osbeck); TR - *P. trifoliata*; CTSW - Citrumelo Swingle [*C. paradisi* Macfad. x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.]; LCRSTC - limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’; LVK - limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.)

Observa-se, ainda, que além desses genótipos, pode-se destacar o TSKC x (LCR x TR) – 040 e o HTR – 069, nos quais também se notou desempenhos satisfatórios quanto à eficiência no uso da água e da carboxilação (Figura 6 A e B). Visto que, os resultados obtidos nesses genótipos estão em concordância com os resultados obtidos por Machado et al. (2005) e por Machado et al. (2007), em variedades comerciais de citros. Reforçando, com isso, o potencial genético desses materiais para serem utilizados como porta-enxertos em pomares comerciais, como também a viabilidade do sistema hidropônico alternativo em dar condições favoráveis para as trocas gasosas das plantas de citros.

Foi verificado, ainda, altos índices de condutância estomática para os porta-enxertos LCRSTC e LVK, na ordem de com valores de 0,27 e 0,25 mol H₂O m⁻² s⁻¹, respectivamente (Figura 5 B e C), os quais foram superiores aos verificados por Brito et al. (2012), trabalhando com combinações de copa/porta-enxertos de citros sob lamina de água, os quais relatam valores na ordem de 0,06 a 0,24 mol H₂O m⁻² s⁻¹. Tais resultados indicam que o sistema hidropônico favoreceu ao desenvolvimento das mudas, permitindo-lhes realizar, de maneira eficiente, a sua atividade de trocas gasosas, sem restrições hídricas.

Conforme teste de Scott Knott, (p < 0,05), pode-se, ainda, identificar um grupo de genótipos menos expressivos fisiologicamente, com base em suas taxas de assimilação de CO₂, sendo o HTR-127; TSKC; LCR x TR-001; TSKC x CTSW-028; TSKC x CTSW-033; TSKC x CTSW-041 e HTR-116, os quais desempenham as menores atividades fotossintéticas, com taxas de assimilação líquida de CO₂ que variam de 2,66 a 4,98 μmol m⁻² s⁻¹, valores consideradas baixos por serem plantas C3. Segundo Taiz & Zaiger (2013), assimilam entre 10 e 20 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹. Todavia, comuns para plantas de citros, assim como observado por Brito et al. (2012), que destacam um maior valores de fotossíntese líquida entre 3 e 9 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, já López-Clement et al. (2011), estudando as trocas gasosas de plantas de citros sob efeito de cádmio, destacam valores entre 5,39 e 6,03 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ na condição de plantas não estressadas.

Contudo, de acordo com Machado et al. (2005), praticamente toda a matéria orgânica acumulada numa planta durante seu crescimento tem origem no processo fotossintético de fixação de carbono atmosférico, o que representa ao redor de 95% de toda sua fitomassa seca. Desse modo, a opção por porta-enxertos com alto potencial fisiológico favorecerá obtenção de mudas precoces e vigorosas, com isso melhor desempenho do pomar citrícola. O que reduz a viabilidade do grupo de menor expressão fisiológica para a produção de porta-enxertos de citros.

Os índices relacionados à fluorescência da clorofila fornecem uma indicação da capacidade fotossintética da planta (MENDONÇA, et al., 2010), de tal modo que plantas com índices ótimos de fluorescência expressam a qualidade fisiológica do genótipo, favorecendo ao processo de seleção.

Diante dos resultados, tendo em vista as trocas gasosas e a eficiência quântica do fotossistema II dos genótipos estudados, constata-se que eles estão expressando altos valores médios, à exceção do híbrido TSKC x CTSW – 028, onde se notou a menor atividade fotoquímica, com 75%, o que também ocorreu em relação às trocas gasosas e o crescimento (Figura 4, 5 e 6). No entanto, os resultados obtidos não são inferiores aos 0,75 tidos como valor limite para comprometimento da atividade do fotossistema II (BOLHÀR-NORDENKAMPF et al., 1989). De modo que esse comportamento pode estar relacionado às características genéticas desse material.

Em geral pode-se dizer que os genótipos LCR x TR- 001; TSKC x CTSW- 028, TSKC x CTSW- 033; TSKC x CTSW- 041 e o HTR - 116 possuem baixas trocas gasosas, mesmo sob condições de boa disponibilidade de água e nutrientes, proporcionada pelo sistema hidropônico. O que reflete o baixo potencial de crescimento, possivelmente, devido ao hábito de crescimento destes (Figura 4, 5 e 6). Com isso demandarão maior tempo para atingir o ponto de enxertia, o que onerará o custo de produção (BLUMER, 2005; SOUZA et al., 2013).

Nos genótipos TSKC x CTARG– 019, LRF, TSKC x (LCR x TR) –040, LCRSTC, LVK e no HTR – 069 constatou-se alto potencial fisiológico, tanto em trocas gasosas quanto na fluorescência, o qual foi repercutido em seu crescimento vegetativo, o que pode favorecer a redução no tempo para formação do porta-enxerto de citros (Figura 4, 5 e 6).

Ainda, deve-se salientar que a formação de mudas em sistema hidropônico pode ser uma alternativa, já que garantiu, na formação de mudas de citros, mudas com características de crescimento e fisiológicas compatíveis ou superiores a obtidas em sistemas de produção de mudas de citros certificadas.

6 CONCLUSÃO

O sistema hidropônico alternativo com uso de vasos de Leonard pode ser usado para o desenvolvimento morfofisiológico de mudas cítricas.

Os genótipos TSKC x CTARG– 019, LRF, TSKC x (LCR x TR) – 040, LCRSTC, LVK e HTR – 069 possuem maiores potenciais fisiológicos e de crescimento vegetativo, sendo indicados para obtenção de mudas mais precoces.

A utilização do sistema hidropônico alternativo associado aos genótipos TSKC x CTARG– 019, LRF, TSKC x (LCR x TR) – 040, LCRSTC, LVK e HTR – 069 diminui o tempo para obtenção de porta-enxertos aptos para enxertia.

7 AGRADECIMENTOS

CNPq e Embrapa Mandioca e Fruticultura.

8 REFERENCIAS

AGRIANUAL: **Anuário Da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Editora FNP, 2013. p.270-281.

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

AZEVEDO, C. L. L. **Sistema de produção de citros para o Nordeste**. Embrapa Mandioca e Fruticultura: Cruz das Almas, BA. Sistema de Produção, 16. Versão eletrônica, 2003. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste.htm>. Acesso em 10/01/2014.

BASSANEZI, R. B. et al. Spatial and temporal analyses of citrus sudden death, as a tool to generated hypotheses concerning its etiology. **Phytopathology**, v.93, p.502-512, 2003.

BLUMER, S. **Citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos nanicantes para a laranjeira ‘Valência’ (*Citrus sinensis*L. Osbeck)**. Piracicaba, 2005. 126p. Tese (Doutorado em Agronomia / Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R. et al. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. **Functional Ecology**, v. 3, n. 4, p. 497-514, 1989.

- BRITO, M.E.B. et al. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, suplemento, p.857-865, 2012.
- BRITO, M. E. B. et al. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v.27, n.1, p. 17-27, 2014.
- CARNEIRO, P. A. P. et al. Produção de porta-enxerto de limão cravo, em resposta à adubação organomineral. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 3, p. 427-432, 2011.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. v.35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FRANCO, D. et al. Avaliação de substratos no desenvolvimento inicial de seis porta-enxertos de citros. **Laranja**, v.28, n.1-2, p.61-70, 2007.
- CENSO CITRÍCOLA, O Ritrato da Citricultura. **Revista Citricultor**, v. 3, n. 30, p. 16-21, 2015. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br.html>>. 18 Set. 2015.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Berkeley, California Agricultural Experiment Station, 1950.32p. (Circular, 347)
- LÓPEZ-CLIMENT, M. F. et al. Effects of cadmium on gas exchange and phytohormone contents in citrus. **Biologia Plantarum**, v. 55,n. 1, p. 187-190, 2011.
- MACHADO, E. C. et al. Deficiência hídrica agrava os sintomas fisiológicos da clorose variegada dos citros em laranjeira ‘Natal’. **Bragantia**, v.66, n.3, p.373-379, 2007.
- MACHADO, E. C. et al. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.12, p.1161-1170, 2005.
- MATTOS JUNIOR, D. et al. **Citros**, Campinas, Instituto Agrônomo e Fundag, 2005, 929p.
- MENDONÇA, A. V. R. et al. Características fisiológicas de mudas de *Eucalyptus* spp submetidas a estresse salino. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 255-267, 2010.
- POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M. & POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p.61-104.
- SÁ, F. V. S. et al. Biofertilizantes na produção hidropônica de mudas de mamoeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v 8, n. 3, p. 109 - 116, 2013.
- SANTOS, C. E. R. S. et al **Modificação de vasos de Leonard com garrafas descartáveis tipo Pet**. Embrapa, 2009 (Comunicado Técnico 124).
- SCHÄFER, G. et al. Desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos cultivados em diferentes substratos. Desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos cultivados em diferentes substratos. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p 1723-1729, 2006.

SCHÄFER, G. et al. Aproveitamento de plântulas de porta-enxertos cítrico oriundas do desbaste e seu desenvolvimento vegetativo inicial. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1558-1563, 2008.

SOUZA, A. G. et al. Produção de mudas de tangerineira 'Ponkan' em sistema hidropônico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 902-909, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p. 2013.