



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

TESE

**SELEÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS PARA ‘TAHITI’ E ‘PERA’
TOLERANTES AO ESTRESSE HÍDRICO NO CERRADO**

ORIENTADORES: Dr. Pedro Dantas Fernandes

Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

ORIENTADO: Pietro Lopes Rêgo

CAMPINA GRANDE - PB

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

TESE

**SELEÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS PARA ‘TAHITI’ E ‘PERA’
TOLERANTES AO ESTRESSE HÍDRICO NO CERRADO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, do Centro Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola.

ORIENTADORES: Dr. Pedro Dantas Fernandes

Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

ORIENTADO: Pietro Lopes Rêgo

CAMPINA GRANDE - PB

2020

PIETRO LOPES RÊGO

Engenheiro Agrônomo

Mestre em Ciências Florestais

**SELEÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS PARA ‘TAHITI’ E ‘PERA’
TOLERANTES AO ESTRESSE HÍDRICO NO CERRADO**

ORIENTADORES: Dr. Pedro Dantas Fernandes

Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

ORIENTADO: Pietro Lopes Rêgo

CAMPINA GRANDE - PB

2020

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar.”

Josué 1:9

“Eu disse essas coisas para que em mim vocês tenham paz. Neste mundo vocês terão aflições; contudo, tenham ânimo! Eu venci o mundo.”

João 16:33

“Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês, diz o Senhor, planos de fazê-los prosperar e não de causar dano, planos de dar a vocês esperança e um futuro.”

Jeremias 29:11

“Por isso não tema, pois estou com você; não tenha medo, pois sou o seu Deus. Eu o fortalecerei e o ajudarei; eu o segurarei com a minha mão direita vitoriosa.”

Isaías 41:10

“Achar que o mundo não tem um criador é o mesmo que afirmar que um dicionário é o resultado de uma explosão numa tipografia.”

Benjamin Franklin

*Às mulheres da minha vida, **Dória Isabel** (minha mãe) fonte de amor e perseverança, **Andreia Brandão** (minha esposa), **Pietra Brandão** e **Paolla Brandão** (minhas filhas) fontes de inspiração, altruísmo, persistência e determinação, que incansavelmente me tornam um homem melhor todos os dias.*

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor meu DEUS, que sempre esteve ao meu lado, em meio às dificuldades e alegrias que me propiciou, a Ti agradeço por me guiar até aqui, ajudando-me a vencer os desafios e provações da vida, pela sabedoria que me destes, e por ser quem sou.

À minha família, Dória Izabel Lopes Rêgo, minha mãe, sem a qual jamais conseguiria completar minha passagem e missão na terra, àquele que me precedeu a vida, meu pai, Paulo Pereira Rêgo, que veio repleta de amor e carinho. Por vocês saberem ser pais e amigos quando preciso, pelos ensinamentos e oportunidades que me proporcionaram, por muitas vezes presenciei a abstração dos seus sonhos para que os meus se tornassem realidade. Aos meus irmãos, Pablo Lopes Rêgo e Izadória Lopes Rêgo, por sempre estarem prontos a ajudar-me quando precisei, por toda cumplicidade e companheirismo. Obrigado de todo o meu coração por vocês existirem e serem em parte, responsáveis por esta vitória. Amo vocês!

À minha amada esposa, Andreia Brandão de Melo Lopes Rêgo, por todo apoio incondicional e companhia de todas as horas, enviada e luz de Deus sem a qual jamais conseguiria completar essa passagem acadêmica e outras passagens na vida. Às minhas filhas, Pietro Brandão de Melo Lopes Rêgo e Paolla Brandão de Melo Lopes Rêgo, fontes primárias de minha inspiração, por toda paciência e amor dedicado a mim. Amo muito vocês!

À Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – UFCG/CTRN, que através do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – PPGA propiciou-me a oportunidade de realização do curso de Doutorado com ênfase em Irrigação e Drenagem. Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Dianópolis – IFTO/Dno, por permitir a realização do estudo na área experimental do *Campus*, pelo apoio financeiro concedido através de bolsa de incentivo a qualificação. À EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, em especial a pessoa do Dr. Walter dos Santos Soares Filho, que intermediou e possibilitou a aquisição de todas as mudas utilizadas nessa pesquisa.

Aos professores Dr. Pedro Dantas Fernandes e Dr. Marcos Eric Barbosa Brito, que representaram mais que orientadores, mostraram-se amigos, transmitindo seu conhecimento, experiências e conselhos. Obrigado pela confiança, paciência e sapiência propiciadas durante e após a realização desse estudo.

A todo corpo docente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – PPGA, que quando deveria ser simplesmente professores, foram mestres, transmitindo seus conhecimentos e experiências, pela amizade dispensada. Em especial aos professores Dr. Jose Dantas Neto, Dr^a. Vera Lucia Antunes de Lima e Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo, que

me proporcionaram conhecimentos necessários da irrigação pressurizada, da necessidade de drenagem e da importância da irrigação superficial. Muito obrigado.

Ao meu amigo, eterno professor, Dr. Luciano Marcelo Fallé Saboya, meu principal motivador a realização do curso no Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola – PPGEA, por todo amparo, amizade e conhecimento dispensados a mim desde à graduação.

Aos meus alunos, Edilene, Edina, Valdivino, Taynana, Wender, Sthefany Thaynara, Luan Victor, que compuseram a equipe de campo na realização desse trabalho, em especial às alunas Karolyne Alves Fernandes e Cleone de Souza Raimundo (Cleo), que foram verdadeiras agrônomas, dedicando-se ao cultivo dos citros, não importando o dia nem a hora, sempre à disposição para contribuir com o trabalho. Meu muito obrigado a todos vocês.

Aos meus colegas de Pós-graduação, a quem pude, mesmo por pouco tempo, partilhar de momentos únicos na presença de vocês, em especial, Vaniés, Mariana, Kecinha, Jaílson e Adaan, sempre amigos para todas as horas e ocasiões. Obrigado.

A todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso da pesquisa, fica aqui o meu grande abraço de gratidão.

Um sábio costumava dizer que quando você morrer, se tiver (feito) cinco amigos verdadeiros, então você teve uma vida notável.

Muito Obrigado!

“A Percepção do desconhecido é a mais fascinante das experiências. O homem que não tem os olhos abertos para o mistério passará pela vida sem ver nada.”

Albert Einstein

REGO, Pietro Lopes. Seleção de porta-enxertos de citros para ‘Tahiti’ e ‘Pera’ tolerantes ao estresse hídrico no cerrado. 2020. 156f. **Tese** (Doutorado – Engenharia Agrícola, ênfase: Irrigação e Drenagem). Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, *Campus* Campina Grande. Orientadores: Dr. Pedro Dantas Fernandes e Dr. Marcos Eric Barbosa Brito. Campina Grande – PB, 2020.

RESUMO

A citricultura brasileira é um setor altamente organizado e competitivo, sendo uma das atividades mais destacadas da agroindústria do país. Por abranger um grande número de plantas frutíferas de importância socioeconômica, o sucesso da cadeia produtiva depende muito da tecnificação e de tecnologias adaptadas às regiões de produção. A preferência por porta-enxertos que favoreçam alterações à variedade copa quanto a seu crescimento, produção e qualidade do fruto, vem sendo estudados por vários centros de pesquisas. Muito embora, estejam disponíveis, nos bancos de germoplasma no Brasil, inúmeros porta-enxertos e copas de citros, não há estudos que indiquem variedades alternativas para cultivo no cerrado tocaninense. O conhecimento sobre genótipos de alta adaptabilidade e combinações entre estes genótipos é importante não só para a segurança da cadeia produtiva, como também o é para o incremento da produtividade e qualidade de frutos. O objetivo deste trabalho foi selecionar combinações de copas/porta-enxertos que melhor se adaptem às condições do Tocantins através da avaliação do crescimento e das respostas fisiológicas aos diferentes níveis de disponibilidade hídrica em função da ETc. O trabalho foi realizado na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Dianópolis. Situado na região sudeste do estado do Tocantins, município de Dianópolis. Teve sua condução pautada no estudo de duas variedades-copa de citros, enxertadas sob diferentes porta-enxertos e recebendo 5 níveis de suplementação hídrica. As variedades-copa de citros (C), foram, C₂ - limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], seleção EMBRAPA 2001 e C₁ - laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância, teste de médias do tipo Tukey a um nível de 5% de probabilidade e análise de regressão com desdobramento do tratamento dentro de cada combinação copa/porta-enxerto. Os resultados apontaram que as plantas enxertadas com a variedade copa limeira ácida ‘Tahiti’ apresentaram maiores índices de crescimento do que as enxertadas com a variedade copa laranjeira ‘Pêra’ em todas as épocas avaliadas. O porta-enxerto citrandarin ‘Riverside’ proporcionou à variedade copa limeira ácida ‘Tahiti’ comportamento fisiológico mais adequado obtendo assim o maior desenvolvimento dentro das variáveis de crescimento analisadas. Já a variedade copa laranjeira ‘Pêra’, obteve os melhores resultados, tanto para os parâmetros fisiológicos quanto para o crescimento, através do genótipo Cravo Santa Cruz. Estas combinações copa/porta-enxertos foram as que mais se adaptaram nas condições locais, sendo os mais destacados no crescimento nos dois primeiros anos de cultivo. Visando o uso eficiente da água, recomenda-se a disponibilidade hídrica em 75% da ETc para o cultivo dessas combinações copa/porta-enxerto em condições edafoclimáticas do cerrado tocaninense, certo que as plantas submetidas a esse regime hídrico, não diferiram em sua maioria das plantas que receberam a disponibilidade hídrica em 100% da ETc.

Palavras-chaves: Crescimento inicial. Respostas fisiológicas. Uso eficiente de água. Tocantins.

REGO, Pietro Lopes. Selection of citrus rootstocks for 'Tahiti' and 'Pear' tolerant to water stress in the cerrado. 2020. 156f. **Thesis** (Doctorate degree – Agricultural Engineering, emphasis: Irrigation and Drainage). Federal University of Campina Grande – UFCG, *Campus* Campina Grande. Advisors: Dr. Pedro Dantas Fernandes and Dr. Marcos Eric Barbosa Brito. Campina Grande – PB, 2020.

ABSTRACT

The Brazilian citrus industry is a highly organized and competitive sector, being one of the most outstanding activities of the country's agribusiness. As it encompasses a large number of fruit plants of socioeconomic importance, the success of the production chain depends a lot on technification and technologies adapted to the production regions. The preference for rootstocks that favor changes to the canopy variety in terms of growth, production and fruit quality, has been studied by several research centers. Although numerous rootstocks and citrus canopies are available in germplasm banks in Brazil, there are no studies that indicate alternative varieties for cultivation in the Cerrado of Tocantins. Knowledge about highly adaptable genotypes and combinations between these genotypes is important not only for the safety of the production chain, but it is also important for increasing productivity and fruit quality. The aim of this study was to select combinations of crowns / rootstocks that best adapt to the conditions of Tocantins by assessing growth and physiological responses to different levels of water availability as a function of ETc. The work was carried out in the experimental area of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins, Campus Dianópolis. Located in the southeastern region of the state of Tocantins, municipality of Dianópolis. His conduct was guided by the study of two citrus canopy varieties, grafted under different rootstocks and receiving 5 levels of water supplementation. The citrus canopy varieties (C) were, C2 - 'Tahiti' acid lime [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], selection EMBRAPA 2001 and C1 - orange 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. All variables were subjected to analysis of variance, Tukey-type averages test at a level of 5% probability, and regression analysis with treatment unfolding within each crown / rootstock combination. The results showed that the plants grafted with the canopy acid lime variety 'Tahiti' showed higher growth rates than those grafted with the orange cane variety 'Pêra' in all evaluated seasons. The citrandarin rootstock 'Riverside' provided the 'Tahiti' acidic canopy variety with the most appropriate physiological behavior, thus obtaining the greatest development within the growth variables analyzed. The orange crown variety 'Pêra', obtained the best results, both for physiological parameters and for development, through the Cravo Santa Cruz genotype. These canopy / rootstock combinations were the most adapted to local conditions, being the most prominent in development in the first two years of cultivation. Aiming at the efficient use of water, water availability in 75% of the ETc is recommended for the cultivation of these canopy / rootstock combinations in edaphoclimatic conditions in the Tocantins' cerrado, certain that the plants submitted to this water regime did not differ in their majority. of the plants that received water availability at 100% of the ETc.

Keywords: Initial growth. Physiological responses. Efficient use of water. Tocantins.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE QUADROS E TABELAS	xiv
1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo geral	21
2.2 Objetivos específicos.....	21
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	22
3.1 Origem, distribuição e importância econômica dos citros	22
3.2 Características das plantas cítricas	25
3.3 Aspectos gerais da Lima ácida Tahiti (<i>Citrus latifolia</i> Tanaka).....	26
3.4 Aspectos gerais da Laranja Pêra (<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck)	27
3.5 Importância do Porta-enxerto em citros	28
3.6 Características dos porta enxertos utilizados.....	30
3.7 Estresse hídrico em citros	32
3.8 Respostas fisiológicas dos citros às condições hídricas do solo.....	34
4 MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1 Localização da área	38
4.2 Fatores em estudo, tratamentos e delineamento estatístico.....	39
4.3 Variáveis a serem avaliadas.....	45
4.3.1 Variáveis de crescimento.....	45
4.3.2 Conteúdo relativo de água (CRA)	46
4.3.3 Variáveis fisiológicas	47
4.4 Análises estatísticas	47
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1 Parâmetros morfológicos de pomar da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] em combinação com quatro porta-enxertos no município de Dianópolis - TO	48

5.1.1 Crescimento de quatro porta-enxertos em combinação com a copa da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense	48
5.1.2 Crescimento do diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] em quatro porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense	58
5.1.3 Crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] em combinação com quatro porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense	67
5.2 Parâmetros morfológicos de pomar da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] em combinação com seis porta-enxertos no município de Dianópolis – TO	77
5.2.1 Crescimento de seis porta-enxertos em combinação com a copa da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense	78
5.2.2 Crescimento do diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] em seis porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense.....	85
5.2.3 Crescimento em altura da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] em combinação com seis porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense.....	93
5.3 Parâmetros fisiológicos da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] em combinação com quatro porta-enxertos no município de Dianópolis - TO	102
5.3.1 Trocas gasosas e relações hídricas na limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] sob quatro porta-enxertos e submetida a diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense	103
5.3.2 Fluorescência da clorofila <i>a</i> em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica no cerrado tocantinense	112
5.3.3 Trocas gasosas e relações hídricas na laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] sob seis porta-enxertos e submetida a diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense.....	120
5.3.4 Fluorescência da clorofila <i>a</i> em folhas da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em seis combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica no cerrado tocantinense	132
6 CONCLUSÕES.....	140
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da área onde foi realizado o experimento, Dianópolis-TO, 2020	38
Figura 2A. Croqui de distribuição dos blocos dentro de cada tratamento, Dianópolis-TO, 2020	40
Figura 2B. Imagem aérea do experimento de cultivo de citros, Dianópolis-TO, 2020.....	41
Figura 3. Aquisição das mudas enxertadas, Fazenda Maratá, Rio Real-BA, 2017	42
Figura 4. Análise química do solo onde foi realizado o experimento, Dianópolis-TO, 2020.....	42
Figura 5. Descrição da estação meteorológica automática, Dianópolis-TO, 2020	43
Figura 6. Representação gráfica dos dados de Precipitação média e Temperaturas máxima, mínima e médias do período de realização do experimento, Dianópolis-TO, 2020	44
Figura 7. Representação gráfica dos dados de Umidade Relativa máxima e mínima e da Evapotranspiração potencial, real e da cultura, Dianópolis-TO, 2020	44
Figura 8. Implantação do experimento, Dianópolis-TO, 2017.....	45
Figura 9. Representação de medição do volume de copa das plantas cítricas obtido pela multiplicação da altura, largura e profundidade.....	46
Figura 10. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em diâmetro dos porta-enxertos em combinações com a copa da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	49
Figura 11. Representação do incremento no crescimento em diâmetro de quatro porta-enxertos em combinação com a copa da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	51
Figura 12. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em diâmetro no enxerto da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] sob diferentes porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	59
Figura 13. Representação do incremento no crescimento em diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] sob quatro porta-enxertos em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	61

Figura 14. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] sob diferentes porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 ..	68
Figura 15. Representação do incremento no crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] sob quatro porta-enxertos em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	71
Figura 16. Efeito da disponibilidade hídrica (%) no crescimento do volume de copa da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] sob quatro porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	76
Figura 17. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em diâmetro dos porta-enxertos em combinações com a copa da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	79
Figura 18. Representação do incremento no crescimento em diâmetro de seis porta-enxertos em combinação com a copa da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	81
Figura 19. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em diâmetro no enxerto da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] sob diferentes porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 ..	85
Figura 20. Representação do incremento no crescimento em diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] sob seis porta-enxertos em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	89
Figura 21. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em altura da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] sob diferentes porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	93
Figura 22. Representação do incremento no crescimento em altura da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] sob seis porta-enxertos em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	96
Figura 23. Efeito da disponibilidade hídrica (%) no crescimento do volume de copa da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] sob seis porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	101
Figura 24. Fluorescência inicial (F_0) em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	113
Figura 25. Fluorescência máxima (F_m) em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	116

- Figura 26.** Fluorescência variável (F_v) em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 118
- Figura 27.** Eficiência do fotossistema II dada pela relação F_v/F_m em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 119
- Figura 28.** Fluorescência inicial (F_0) em folhas da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 134
- Figura 29.** Fluorescência máxima (F_m) em folhas da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 135
- Figura 30.** Fluorescência variável (F_v) em folhas da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 137
- Figura 31.** Eficiência do fotossistema II dada pela relação F_v/F_m em folhas da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 138

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Combinações copa/porta-enxerto para variedade-copa limeira ácida ‘Tahiti’..	39
Quadro 2. Combinações copa/porta-enxerto para variedade-copa laranjeira ‘Pêra’.....	39
Tabela 1. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), Dianópolis-TO, 2020	50
Tabela 2. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a limeira ácida Tahiti [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	53
Tabela 3. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a copa da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), Dianópolis-TO, 2020.....	56
Tabela 4. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a limeira ácida Tahiti [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.....	57
Tabela 5. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	60
Tabela 6. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	63
Tabela 7. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	65
Tabela 8. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis	

de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.....	66
Tabela 9. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, 2020	69
Tabela 10. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	72
Tabela 11. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) na altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	74
Tabela 12. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) na altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.....	75
Tabela 13. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), Dianópolis-TO, 2020	80
Tabela 14. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	82
Tabela 15. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a copa da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), Dianópolis-TO, 2020	83
Tabela 16. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.....	84
Tabela 17. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de	

disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	87
Tabela 18. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	90
Tabela 19. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	91
Tabela 20. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.....	92
Tabela 21. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em altura da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	94
Tabela 22. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em altura da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	97
Tabela 23. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) na altura da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.....	98
Tabela 24. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) na altura da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.....	99
Tabela 25. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) da limeira ácida Tahiti [<i>Citrus latifolia</i> (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	104

- Tabela 26.** Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 106
- Tabela 27.** Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 108
- Tabela 28.** Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 109
- Tabela 29.** Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica eficiência no uso da água (EUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$] da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020..... 110
- Tabela 30.** Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 111
- Tabela 31.** Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o conteúdo relativo de água na folha da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020..... 112
- Tabela 32.** Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020 121
- Tabela 33.** Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020..... 124
- Tabela 34.** Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob

diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	126
Tabela 35. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	128
Tabela 36. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica eficiência no uso da água (EUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.	129
Tabela 37. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020	130
Tabela 38. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o conteúdo relativo de água na folha da laranjeira ‘Pêra’ [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020	131

1 INTRODUÇÃO

A citricultura é uma das atividades agrícolas de grande relevância no mundo, tanto nos aspectos social e ambiental, como no aspecto econômico, dada a contribuição na geração de emprego e renda, com ampla exigência de mão-de-obra, em especial no período de colheita.

A história da citricultura brasileira está intimamente ligada à própria história do país, já que poucos anos após a sua descoberta, por volta de 1530, os portugueses introduziram as primeiras sementes de laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], nos estados da Bahia e de São Paulo, onde obtiveram plantas com produção satisfatória e frutas de excelente qualidade (EMBRAPA, 2003). Mas somente a partir de 1930 é que a citricultura começou a ser implantada comercialmente nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia, e posteriormente se espalhou por todo o país (CNA, 2019). A rápida disseminação do cultivo das plantas cítricas pelo Brasil se deu graças às condições climáticas favoráveis, resultando em crescimento e desenvolvimento exuberante das plantas (MOREIRA, 1991).

Historicamente, o estado de São Paulo é o maior produtor nacional de citros, respondendo por cerca de 77,10% da produção nacional. Já a Região Norte, onde se situa o estado de Tocantins, são colhidos cerca de 1,50% da produção nacional, ocupando a última posição em relação às demais regiões produtoras; entretanto, a produtividade dos pomares da região é considerada alta, com cerca de 12,88 t ha⁻¹ de frutos, quando comparada à produção de estados como Bahia (12,29 t ha⁻¹), Sergipe (11,62 t ha⁻¹) e Alagoas (12,14 t ha⁻¹), muito embora, apresente produção inferior aos estados do Amazonas (20,12 t ha⁻¹), Pará (17,34 t ha⁻¹), Rondônia (15,62 t ha⁻¹) e Acre (15,18 t ha⁻¹), o que denota o potencial e exploração e ampliação da cultura na região (IBGE, 2018).

A citricultura contempla, além da laranja doce, que é o principal produto da cadeia, a tangerineira (diversas espécies, como *C. reticulata* Blanco, *C. tangerina* hort. ex Tanaka, *C. deliciosa* Ten., *C. unshiu* Marcow., entre outras), a lima ácida [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka e o limão [*C. limon* (L.) Burm. f.], que são espécies de grande potencial agrícola no mundo, apresentando alto consumo em vários países, independentemente da classe social da população (CNA, 2019).

O cultivo de citros no Brasil mostra-se, de certa forma, vulnerável, devido à utilização de poucas combinações entre copas e porta-enxertos, expondo-a ao ataque de pragas e à ocorrência de estresses abióticos, dentre esses o estresse hídrico (FUNDECITRUS, 2018), que reduzem o crescimento e a produtividade das plantas.

O estresse é considerado como um desvio significativo das condições ótimas para a vida, induzindo mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do organismo, as quais,

em princípio, podem ser reversíveis, mas podem se tornar permanentes (LARCHER, 2004). Embora as mudanças e respostas moleculares envolvidas na tolerância à seca em citros estejam sendo elucidadas, diferenças substanciais na tolerância a esse estresse são observadas entre gêneros, espécies, genótipos e, inclusive, fases de desenvolvimento (OLIVEIRA et al., 2008; BRITO et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2012; SUASSUNA et al., 2012; SOARES et al., 2015; FERREIRA et al., 2020). Diante disto, a ampliação da base genética relacionada às variedades utilizadas para copas e porta-enxertos, incluindo aquelas com capacidade de adaptação a estresses abióticos, contribuirá, decisivamente, para que se alcancem rendimentos economicamente superiores (FOCHESATO et al., 2007; BRITO et al., 2008; MAGALHÃES FILHO et al., 2008; SUASSUNA et al., 2012; FERREIRA et al., 2018).

Partindo do princípio de que a concentração de nutrientes na planta e a estrutura do solo são adequados, a disponibilidade hídrica e a radiação solar são os principais fatores ambientais que afetam a produção dos citros, já que os cultivos, no Brasil, são realizados em condições de sequeiro, em sua maioria, ressaltando-se que esses fatores ambientais são de natureza sazonal e ocasionam variações na temperatura e umidade do ar (ORTOLANI e CAMARGO, 1987), o que torna o suprimento de água um fator decisivo para produção da cultura. O uso da irrigação, então, se torna uma importante ferramenta para a otimização da produção dos citros, que podem ser superiores a 40 t ha⁻¹ (FADEL et al., 2018), conforme a combinação copa/porta-enxerto utilizada. Todavia, deve-se sempre visar a economia hídrica na irrigação dos cultivos, tornando-se relevante o controle do volume exigido pelas plantas (CRUZ, 2003).

O estresse por déficit hídrico é produzido, tanto por deficiência de água no solo, quanto por perda excessiva via transpiração, em relação à absorção pelas raízes, sendo esses processos influenciados por fatores ambientais e por características da própria planta. Segundo Peçanha (2008), em plantas arbóreas, condições atmosféricas que favorecem altas taxas de transpiração têm importante influência no potencial hídrico da folha, devido à baixa condutividade hidráulica do seu sistema radicular.

Contudo, é importante lembrar que o efeito das limitações hídricas, notadamente sob o comportamento fisiológico e de crescimento das plantas, é variável entre espécies, variedades de uma espécie e, até, entre fases de desenvolvimento da cultura (SILVA, 2005; SILVA, 2017; SILVA, 2018), sendo de grande importância a identificação do nível adequado de água a se usar, possibilitando conciliar o cultivo de plantas produtivas, rentáveis com maior eficiência no uso da água, o que pode resultar em maior sustentabilidade aos sistemas de cultivo de citros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar o crescimento e a fisiologia de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico, cultivadas em área de cerrado no Estado do Tocantins durante os dois primeiros anos após o plantio.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar os efeitos dos níveis de disponibilidade hídrica em função da ETc no crescimento de combinações copa/porta-enxerto de citros durante os períodos de prefloração, no primeiro e segundo ano de cultivo por meio de análise de crescimento.
- Estudar as alterações fisiológicas das combinações copa/porta-enxerto de citros em resposta aos níveis de disponibilidade hídrica em função da ETc, no primeiro e no segundo ano de cultivo.
- Identificar a combinação copa/porta-enxerto com maior eficiência no uso da água sob condições de estresse hídrico durante dois anos de cultivo em condições de cerrado Tocantiniense, por meio das variáveis de crescimento e alterações fisiológicas.
- Estabelecer um rol de combinações copa/porta-enxerto de citros de acordo com sua adaptabilidade às condições de cerrado Tocantiniense, por meio das variáveis de crescimento e alterações fisiológicas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Origem, distribuição e importância econômica dos citros

A história da citricultura, mais do que a de outras frutíferas, é repleta de fatos e mitos, o mais famoso foi, provavelmente, relacionado a Hércules, herói da mitologia clássica, quando os gregos associaram as maçãs ou pomos de ouro, referindo-se à cidreira (*C. medica* L.), a um dos 12 trabalhos que ele teria de cumprir para ganhar a imortalidade (COOPER, 1982).

Webber et al. (1967) admitem que a cidra está presente na Bíblia sob o nome de hadar, quando Moisés referiu-se à cidra quando expressou-se: “No primeiro dia tomareis frutos da árvore ‘hadar’, folhas de palmeiras, ramos de árvores frondosas e de salgueiros da torrente; e alegrar-vos-ei diante do Vosso Deus” (Levítico 23:40). Como os judeus costumavam levar murta, salgueiro e ramos de palmeiras envolvendo frutos de cidra na Festa do Tabernáculo, é possível traduzir-se hadar como cidra.

Os registros mais antigos sobre os citros procedem da China, onde parece existir o maior repositório genético de rutáceas em nível mundial. Os primórdios da citricultura estão nas regiões vizinhas ao rio Yangtze, ao Norte da China, consideradas como berço da civilização chinesa (BASTOS et al., 2014). A mais antiga região de cultivo do gênero *Citrus* L. é compreendida pelo Sudeste da China, Sul da Península Malaia e Oeste de Myanma, antiga Birmânia, havendo evidências de sua exploração no Sul da China há mais de 4.000 anos, daí dispersando-se em direção ao Sudeste, pelas Filipinas e numerosos grupos de ilhas do Pacífico (SPURLING, 1969).

Apesar de serem plantas originárias dos trópicos úmidos, apresentam uma ampla área de dispersão no mundo, porém, a produção comercial, em grande escala, encontra-se nas zonas subtropicais, entre 20° e 40° de latitude nos hemisférios norte e sul (ORTOLANI et al., 1991). Os antecedentes das plantas cítricas são oriundos de florestas de sub-bosques de baixa latitude e apresentam crescimento vegetativo dominante em relação ao reprodutivo (BARBOZA, 2007).

No Brasil, os citros foram introduzidos por volta de 1500 DC, ao longo do litoral da Bahia, pelas primeiras expedições colonizadoras portuguesas. No Rio Grande do Sul (RS) as plantas cítricas foram trazidas pelos açorianos, no Vale do Rio Taquari, em 1760, como mudas de pé franco, e posteriormente se expandiu ao Vale do Rio Caí (MOREIRA e MOREIRA, 1991; SILVA, 2001). Entretanto, a região norte do Rio Grande do Sul (RS) havia sido colonizada por jesuítas espanhóis muito antes dessa época, com a fundação dos Sete

Povos das Missões, onde, presumivelmente, foi efetuada a introdução de plantas cítricas, cujo cultivo não deve ter evoluído face à destruição das reduções jesuítas, tanto por tropas portuguesas como espanholas (KOLLER, 1994).

Os frutos cítricos representam 23% de toda a produção mundial de frutas e há décadas o Brasil ocupa posição de destaque na citricultura. O país tem liderado a produção mundial de laranja, com aproximadamente 20,1 milhões de toneladas de frutas produzidas em 2012 (FAO, 2018).

No cenário da citricultura mundial, o Brasil vem ocupando posição de maior exportador de suco de laranja, gerando emprego e renda. O país responde por 34% da laranja e mais da metade do suco produzido em todo o mundo, considerando a média das últimas cinco safras reportadas no levantamento mundial feito pelo Departamento da Agricultura dos Estados Unidos (USDA). De acordo com o mesmo órgão, o Brasil responde por 76% do comércio mundial de suco de laranja, estando consolidado como o mais importante fornecedor global desse nobre produto (FAVA NEVES e TROMBIN, 2017).

A cultura encontra-se disseminada por todo o território nacional, com grande importância econômica e social para as diversas regiões do país, como a região Sudeste, com 82,5% do total produzido em 2018, seguida pela região Sul e Nordeste. Dentre os estados com maiores produções, destacam-se os estados de São Paulo (75,27%), Minas Gerais (6,38%), Paraná (5,15%), Bahia (3,53%) e Rio Grande do Sul (2,76%), conforme informações extraídas do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2019).

A citricultura brasileira, que detém a liderança mundial, tem se destacado pela promoção do crescimento socioeconômico, contribuindo com a balança comercial nacional e principalmente, como geradora direta e indireta de empregos na área rural.

Entre as espécies mais cultivadas no Brasil, têm destaque a laranjeira doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], as tangerineiras, onde se tem várias espécies (*C. reticulata* Blanco, *C. tangerina* hort. ex Tanaka, *C. deliciosa* Ten., *C. unshiu* Marcow., entre outras), as limas ácidas [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka e *C. aurantiifolia* (Christm.) Swingle] e doces (*C. limettioides* Tanaka e *C. limetta* Risso) (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

As laranjeiras são os citros de maior importância econômica, sendo divididas em grupos: Comum, Umbigo, Sem Acidez e Sanguíneas (HODGSON, 1967). O fruto é consumido na forma “*in natura*”, porém, 50 a 55% é industrializado para a produção de suco. O caule das plantas pode ser utilizado na forma de lenha. Algumas espécies são utilizadas na produção de ácido cítrico e na produção de matéria-prima para a indústria farmacêutica.

A região Norte do Brasil representa 1,64% da produção nacional, trazendo destaque para os estados do Pará (1,09%), Amazonas (0,26%) e Roraima (0,14%). O estado do Tocantins a nível de produção nacional, fica na última posição, com apenas 0,003% de toda produção nacional em 2018. Apesar de possuir baixa representação no cenário nacional, o estado do Tocantins possui elevada produtividade por hectare de área plantada, ficando acima da média nacional nas produções de limão e tangerina, com 17,2 t ha⁻¹ e 12 t ha⁻¹, respectivamente, e com 10,3 t ha⁻¹ para laranja (IBGE, 2019), ainda que com uma pequena produção, o Estado apresenta um alto potencial produtivo para citros.

No âmbito regional, Coelho e Nascimento (2004) afirmam que frente ao desenvolvimento industrial proporcionado pela Zona Franca de Manaus e do rápido crescimento populacional verificado nos últimos anos, os estados da Região Norte têm buscado intensamente novas alternativas agrícolas, vale destacar que o Estado do Amazonas, a fim de abastecer o crescente mercado local e reduzir os custos dos alimentos, impostos pelas longas distâncias desde os principais centros de produção até Manaus, tem promovido políticas públicas para o aprimoramento da agricultura local. Dentre as diversas alternativas potencialmente viáveis para a Região Norte, está a citricultura, atividade favorecida pelos preços compensadores dos frutos cítricos e pelas condições de solo e clima.

Segundo o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal do Amazonas (IDAM, 2010), com a produção anual de 297 milhões de frutos, o Amazonas é o Estado que mais avança na citricultura em toda a região Norte. Possui 3.205 hectares de área plantada, com 1.040 famílias produtoras, gerando 4.160 empregos diretos. No ano de 2018, dos mais de 26 mil hectares em todo o estado, 12,66% foram cultivados com citros, obtendo assim produção de 49.387 toneladas, com produtividade média 16,5 t ha⁻¹ (IBGE, 2019).

O estado Tocantins desponta, atualmente, como o “novo polo agrícola do Brasil”. Isso porque metade do território do estado possui potencial para a agricultura. São terras férteis, de valor competitivo no mercado e de topografia plana, o que favorece o processo de mecanização agrícola. O desenvolvimento da agricultura no Estado tem como base a sustentabilidade do meio ambiente, com expansão de suas lavouras, principalmente em áreas degradadas de pastagens, o Estado tem o menor índice de desmatamento na região Norte. Com mais de quatro milhões de hectares disponíveis para irrigação, o Tocantins se destaca na produção de frutas como abacaxi, mamão, goiaba, banana, maracujá, melancia, coco e limão (SEAGRO, 2018).

3.2 Características das plantas cítricas

O gênero *Citrus*, da subfamília *Aurantioideae* e da família *Rutaceae*, compreende muitas espécies produtoras de algumas das melhores e mais cultivadas frutas do mundo, ricas também em óleos essenciais, etc (PIMENTEL GOMES, 2007). Se tratando do sistema de classificação Cunha Sobrinho et al. (2013) retratam que é muito contestável, dentre os mais utilizados estão os de Walter Tennyson Swingle, publicado em 1943, e o de Tyôzaburô Tanaka, editado em 1954 e ampliado em 1969 e em 1977, sendo que o primeiro considera 16 espécies, enquanto o último sugere um total de 162. Ainda de acordo com os autores, as duas classificações se diferem pela tentativa Swingle de explicar a classificação do conceito voltado para a biologia, enquanto a de Tanaka está baseada nas características morfológicas da planta, por isso a divergência de classificação.

O gênero *Citrus* spp. é representado por plantas dicotiledôneas de porte médio (arbóreo/arbustivo), atingem, em média, quatro metros de altura; a copa é densa, de formato normalmente arredondado. As folhas são simples, porém, algumas espécies apresentam folhas compostas com pecíolo e limbo variando de elíptico a oblongo, possuem um anel de abscisão entre o pecíolo e o caule ou entre o limbo e o pecíolo. Possuem inflorescências solitárias ou agrupadas, definidas ou não, do tipo cacho ou sub-tipo corimbo, apresentam pedúnculo curto, liso e articulado, são pequenas, hermafroditas e apresentam coloração branca. Os frutos são do tipo hesperidium, podendo ser globulosos ou subglobulosos. Dividem-se em pericarpo e sementes. Consiste em sistema radicular pivotante atingindo até 60 cm de profundidade e até 2 m de raio (POMPEU JUNIOR et al., 2005; ALVES e MELO 2011; CUNHA SOBRINHO et al., 2013; BOLIANI, 2017).

Devido ao pequeno número de pelos absorventes, as raízes apresentam baixa capacidade de absorção de nutrientes, assim mostrando alta necessidade de oxigênio, característica essa que deve ser observada. Porém, existem alguns porta-enxertos, como os trifoliatas [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], que são menos exigentes (BOLIANI, 2017). Este autor ainda afirma que a distribuição e a quantidade de raízes dependem do porta-enxerto, da copa, da idade e das condições do solo.

Assim, para ter sucesso na produção, é necessário que o produtor analise diversos fatores e as características que são atribuídas a cultura. Gomes (2012) retrata que a escolha das variedades a plantar depende do local a ser implantado o pomar, de suas finalidades e da preferência do produtor.

As plantas cítricas apresentam dois ciclos anuais de crescimento: crescimento vegetativo e floral (primavera) e estado vegetativo (verão). No campo permanecem verdes

durante o ano todo, não apresentando período de repouso e podendo viver vários séculos (OLIVEIRA et al., 2012).

O crescimento dos brotos termina com 3 a 9 folhas, que se expandem quase simultaneamente. As folhas podem persistir durante 1 a 3 anos, havendo, então, num mesmo ramo, folhas de ciclos diferentes. Uma planta adulta apresenta de 50 mil a 100 mil folhas, podem chegar à maturação que se completa entre 8 a 15 meses depois do florescimento.

De acordo com Cunha Sobrinho et al. (2013), uns dos aspectos de maior importância para a produtividade das plantas cítricas é o desenvolvimento da área foliar, que está relacionado ao processo fotossintético da planta, sendo variável, entre outros fatores, com a combinação copa/porta-enxerto.

3.3 Aspectos gerais da limeira ácida ‘Tahiti’ (*C. latifolia* Tanaka)

A limeira ácida ‘Tahiti’, na realidade, não é um limão verdadeiro, é conhecido como lima ácida, sendo considerada, no Brasil, uma das espécies cítricas de grande importância comercial, estimando-se que sua área plantada é de aproximadamente 40 mil ha (RAMOS et al., 2013).

Analisando o mercado e as perspectivas da comercialização de lima ácida em 2019, o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, *campus* da Universidade de São Paulo em Piracicaba (CEPEA-Esalq/USP, 2019) descreve que a área plantada de limas ácidas e limões no cinturão citrícola é 39,07 mil hectares, com aumento de 11,14 mil hectares em relação a 2015 (39,8%) sendo que 90% da área corresponde ao plantio da limeira ácida ‘Tahiti’. Com relação ao mercado internacional, foi notado um crescimento de 27%, chegando a ser considerado o segundo maior produtor (BRASIL, 2019).

A limeira ácida ‘Tahiti’ é destacada, assim, como uma das frutas cítricas de maior importância no mercado frutífero do Brasil. Conforme Figueiredo et al. (2002), a fruta tem despertado interesse para a ampliação dos plantios comerciais, devido ao seu bom comportamento diante das principais doenças e pragas que estão presentes nos pomares cítricos.

A limeira ácida ‘Tahiti’ é uma planta de tamanho médio a grande, vigorosa, expansiva, curvada e quase sem espinhos. Possui folhas simples, coriáceas, glabras e lustrosas, de 3-7 cm de comprimento, com pecíolo alado, flores solitárias e botões levemente tingidos de púrpura, dispostos em racemos terminais curtos. Seus frutos, geralmente, se desenvolvem sem a

formação de sementes. Somente em casos raros, encontra-se algum fruto com uma única semente (COELHO 1993; RAMOS et al., 2003; VIANA, 2010).

Por apresentar precocidade na colheita, retorno econômico antecipado, boa aceitação em elevadas temperaturas, além das características desejáveis já citadas, a ‘Tahiti’ apresenta o tipo de limeira mais importante que os demais. Segundo Viana (2010), com relação ao crescimento e desenvolvimento a cultura, a planta não exige qualidade diferenciada de solo, produzindo tanto em terras de areia como em argila. Entretanto o conhecimento da fenologia da limeira ácida 'Tahiti' nas condições tropicais é de grande importância, visando à otimização no manejo da cultura e o estabelecimento das condições necessárias para o aumento da produtividade (COELHO, 1993).

Ademais, a limeira ácida ‘Tahiti’ possui, em regiões tropicais, fluxos de crescimento e de floração contínuos, só interrompidos por períodos de déficit hídrico, o que pode ser minimizado com técnicas de cultivo irrigado, por meio de microaspersão ou gotejamento (VIANA, 2010). Por ser uma cultivar que apresenta ciclo de maior precocidade, o período de safra varia de janeiro a agosto, concentrando-se, praticamente, no primeiro semestre do ano. Além disso, a produtividade da limeira ácida 'Tahiti' varia de acordo com o espaçamento da cultura e o porta-enxerto utilizado (RAMOS et al., 2003).

3.4 Aspectos gerais da Laranja Pêra (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)

As plantas cítricas (laranjeiras, limoeiros, tangerineiras, pomeleiros (*C. paradisi* Macfad), cidreiras, toranjeiras, etc.) são originárias das regiões úmidas tropicais e subtropicais do continente asiático e ilhas adjacentes (RAMALHO, 2005). Para laranja Pêra várias descrições da variedade foram feitas, das quais, consideram uma variedade brasileira (DONADIO, 1999).

A planta adulta de laranja Pêra possui um porte médio, copa ereta, folhas acuminadas, fruta de tamanho médio, ovalado, sabor doce quando colhido em julho a setembro, sua produção atinge em média 250 kg de frutos por planta. Tem polpa de cor laranja viva e textura firme, com suco abundante (CUNHA SOBRINHO et. al., 2013). A classificação da laranja Pera é, nome científico: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, Família: Rutaceae, Grupo varietal: Pera.

Dentre as principais cultivares de laranja, a variedade ‘Pêra’ é a que mais se destaca na produção brasileira, sendo a copa de maior importância no Brasil, graças a pré-imunização com estirpes protetivas do vírus da tristeza dos citros e à seleção de clones mais tolerantes a esta virose, além do fato de ter um alto rendimento e qualidade de seu suco se comparado com

outras variedades, e por ser a mais preferida pelos consumidores por se tratar de uma variedade doce e levemente ácida (DUARTE et al., 2018).

Segundo Ramalho (2005), o destino do fruto é para consumo *in natura*, nos mercados internos ou externos, ou para suco concentrado. Ainda destaca que a composição da laranja varia conforme a variedade, cavalo, clima, altitude, adubação, tratos culturais e estágios de maturação.

Em 2017 o Brasil obteve umas das maiores safras de laranja nos últimos 30 anos, com a produção de 17.459.908 toneladas, em uma área colhida de 631.686 hectares, que alcançou um rendimento de 27,64 t/ha. A região Norte teve uma participação na produção de 2,06%, em uma quantidade produzida de 358.812 toneladas. No estado do Tocantins o cultivo chegou a 274 toneladas, em uma área colhida de 31 hectares, com rendimentos de 8,84 t/ha (EMBRAPA, 2017).

3.5 Importância do Porta-enxerto em citros

A citricultura, apesar de inúmeras dificuldades, vem apresentando incremento considerável na área plantada, e suas perspectivas futuras são promissoras, principalmente, pela diversificação de mercados consumidores. O país possui condições edafoclimáticas favoráveis à citricultura, embora a maior produção verificada nos últimos anos tenha sido causada unicamente pelo aumento da área plantada. A produtividade é muito baixa, em comparação com a de outros países (RAMOS et al., 1997).

As características físicas e químicas de um solo são dois fatores a considerar quando da decisão de uso de um determinado porta-enxerto. Como o sistema radicular é a parte da planta que absorve os elementos minerais da solução do solo, é evidente que os porta-enxertos exerçam influência na composição mineral de ramos, folhas e frutos. A quantidade de um nutriente nas folhas é influenciada pela capacidade ou eficiência dos porta-enxertos em relação à absorção e translocação nos vasos condutores da planta (POMPEU JÚNIOR, 2005).

No tocante ao sucesso da citricultura, a exemplo de qualquer outra atividade agrícola, na sua implantação deve-se fazer escolhas de variedades copa, porta-enxertos e, pela combinação destas, de mudas de qualidade, já que será a plantação é fator decisivo para o sucesso ou fracasso do laranjal (SILVA e SOUZA, 2002).

Os porta-enxertos afetam mais de 20 características hortícolas e patológicas dos citros, destacando: absorção, síntese e utilização de nutrientes; transpiração e composição química das folhas; resposta a produtos de abscisão de folhas e de frutos; porte, precocidade de produção e longevidade das plantas; maturação, peso e permanência de frutos na planta;

coloração da casca e do suco; teores de açúcares, ácidos e de outros componentes do suco; tolerância a pragas, doenças e fatores abióticos, como frio, salinidade e seca; conservação pós-colheita; produtividade; e qualidade da frutas (POMPEU JUNIOR, 1991 e 2005).

A muda cítrica é o insumo mais importante na formação de um pomar. O caráter perene da cultura de citros coloca fundamental importância na escolha da muda, que é plantada e cuidada por 6 a 8 anos antes de revelar seu máximo potencial na produtividade e qualidade do fruto. Outros aspectos, como a longevidade do pomar, só serão reconhecidos em um intervalo ainda maior após o plantio. As características mais importantes da muda cítrica são a origem do enxerto e do porta-enxerto (plantas matrizes) e a qualidade do sistema radicular (LIMA, 1986).

O porta-enxerto e a espécie enxertada se influenciam mutuamente, entre outros, no crescimento, no tamanho, na frutificação, na síntese de nutrientes, no teor de açúcares, na acidez dos frutos, e na resistência à seca e ao frio. A influência do porta-enxerto sobre a copa é maior do que a da copa sobre o porta-enxerto, mas isso varia com as condições edafoclimáticas de cada local. Sendo assim, porta-enxertos e plantas a serem enxertadas (copas) são escolhidos de acordo com o resultado que se almeja, como uma maior produção de frutos, uma maior resistência a doenças ou árvores de tamanho reduzido que facilitam a colheita (POMPEU JÚNIOR, 2005).

A bibliografia não esclarece suficientemente os parâmetros relacionados ao crescimento da planta. Entretanto, os porta-enxertos tem diferenças significativas no desenvolvimento do sistema radicular, determinando a maior ou menor quantidade de radículas no sistema radicular da planta e, também, a distribuição delas no solo (MOREIRA, 1992). Segundo Vitti (1992), a capacidade de um porta-enxerto vigoroso absorver mais água e colocar a raiz em contato com os nutrientes propiciaria uma maior absorção destes, quer por interceptação radicular, fluxo de massa ou difusão, elevando os níveis nutricionais da planta e com isso aumentando seu crescimento.

A história da citricultura vem mostrando a importância da diversificação na utilização de porta-enxertos, além da necessidade de variedades melhoradas visando à tolerância e/ou resistência a estresses bióticos e abióticos.

Na Região Norte, por exemplo, umidade e temperatura elevadas são favoráveis ao desenvolvimento de numerosas doenças. O método mais eficiente de prevenção contra essa doença é o uso de porta-enxertos tolerantes e compatíveis com a copa utilizada, além de tratamentos culturais recomendados para a cultura.

3.6 Características dos porta enxertos utilizados

A citricultura brasileira, essencialmente voltada à demanda internacional de suco, vem se deparando com mercados mais exigentes. A escolha de um porta-enxerto adequado pode propiciar frutos de melhor qualidade, que atendam às exigências internacionais para exportação de frutas frescas, pode propiciar frutos de tamanho maior ou em épocas de melhor preço no mercado interno e, finalmente, pode ainda colaborar com as indústrias processadoras na produção de frutos com maiores teores de suco e sólidos solúveis totais (CARLOS et al., 1997, DI GIORGI, et al., 1993).

Os porta-enxertos têm efeito significativo no desenvolvimento do fruto e a maior parte dessa influência é devida à capacidade de fornecer água para a planta e à absorção de nutrientes (ALBRIGO, 1992). Porta-enxertos mais vigorosos são melhores extratores de umidade do solo e mantêm a planta bem hidratada. Essa é a maior razão pela qual muitos porta-enxertos induzem baixa concentração de sólidos solúveis nos frutos, mas produzem mais sólidos solúveis por planta (STUCHI et al., 1996).

➤ Citrandarin ‘Índio’

É um porta-enxerto oriundo da Estação Experimental de Índio, Califórnia, pertencente ao United States Department of Agriculture (USDA), introduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura por intermédio do Instituto de Pesquisa do Centro Sul - IPEACS. É um híbrido do cruzamento entre a tangerineira ‘Sunki’ *Citrussunki* (Hayata) hort. ex Tanaka x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf, obtido pelo Dr. Joe Randolph Furr (PASSOS et al., 2011).

Porte médio com 3,1 m de altura, copa ereta com diâmetro em torno de 2,4 m e folha Trifoliada, típica do *Poncirus trifoliata* (L.) Raf, frutos pequenos e achatados. Produtividade aproximadamente 1.200 frutos por planta.

➤ Citrandarin ‘Riverside’

É um porta-enxerto oriundo da Estação Experimental de Índio, Califórnia, pertencente ao United States Department of Agriculture (USDA), introduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura por intermédio do Instituto de Pesquisa do Centro Sul - IPEACS. É um híbrido do cruzamento entre a tangerineira ‘Sunki’ *Citrussunki* (Hayata) hort. ex Tanaka x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. obtido pelo Dr. Joe Randolph Furr (PASSOS et al., 2011).

Porte médio (3,2m de altura), copa ereta, diâmetro em torno de 2,3 m, folha Trifoliada, típica do *Poncirus trifoliata*. Frutos pequenos e achatados. Produtividade aproximadamente 1.200 frutos por planta.

➤ **TSKC x CTSW – 041**

É um híbrido do cruzamento entre a Tangerineira ‘Sunki’ seleção comum x Citrumelo ‘Swingle’ - 041. Obtido através do Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura, obtenção de híbridos (EMBRAPA, 2003).

➤ **HTR – 208**

É um híbrido trifoliado. Obtido através do Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura, obtenção de híbridos (EMBRAPA, 2003).

➤ **Cravo Santa Cruz**

O limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ é uma mutação de gema do limoeiro ‘Cravo Santa Bárbara’, identificada no Banco Ativo de Germoplasma de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura em 1997. A planta apresenta arquitetura globular, boa produção de frutos, principal floração em agosto-setembro, brotações de coloração bronzeada, folhas não aladas e com limbo ondulado, flores de coloração arroxeadas. Seus frutos são de coloração laranja - avermelhada, com casca de fácil remoção quando maduros, forma achatada, destacando-se pela presença de um elevado número de sementes, superior a 15 por fruto (EMBRAPA, 2003).

Seu número médio de sementes por fruto relativamente elevado é uma característica de grande importância em viveiros comerciais de citros, tratando-se de variedades utilizadas como porta-enxerto, por favorecer a propagação vegetativa mediante o aproveitamento da embrião nucelar. Além disso, a elevada taxa de poliembrião dessa variedade, em comparação com outras seleções de limoeiro ‘Cravo’, aumenta a frequência de *seedlings* nucleares, o que também facilita sua clonagem natural.

Sendo uma seleção de limoeiro ‘Cravo’, é um porta-enxerto de grande rusticidade e adaptação a diferentes condições de clima e solo, recomendado para diversas variedades-copa. É susceptível aos fungos causadores da gomose (*Phytophthora citrophthora* e *Phytophthora parasitica*) e da verrugose (*Elsinoe fawcettii*), intolerante aos viróides da exocorte e da xiloporose, além de suscetível ao declínio dos citros à morte súbita dos citros e a nematóides, sendo tolerante às estirpes comuns do complexo do Vírus da Tristeza dos Citros.

➤ **Sunki Tropical**

Originária do sul da China, a tangerineira, ‘Sunki’ (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.) está entre os principais porta-enxertos cítricos comerciais. Indicada em combinações com copas de

laranja doce, tangerina e pomelo, confere às mesmas um elevado vigor e boa produtividade de frutos. Além disso, é tolerante à tristeza, ao declínio dos citros, à salinidade e à morte súbita dos citros (MSC). Possui maior tolerância à gomose de *Phytophthora* em relação a outras seleções dessa tangerineira. Caracteriza-se pelo relativamente elevado número médio de sementes por fruto que apresenta, em torno de 19, aliado a um alto grau de poliembrionia, próximo a 100%. A tangerineira 'Sunki Tropical' pode ser recomendada como alternativa de uso em programas de diversificação de porta-enxertos (EMBRAPA, 2003).

3.7 Estresse hídrico em citros

O uso da irrigação na citricultura tem se intensificado nos últimos anos. Essa prática aumenta a produção e melhora a qualidade dos frutos. Os sistemas de irrigação mais utilizados são os de aspersão e localizada (RAMOS et al., 2003). Segundo Coelho (1993), a prática da irrigação adotada de acordo com as recomendações técnicas, resulta em aumento da produtividade e melhoria da qualidade do fruto.

O consumo anual de água pelas plantas cítricas varia de 600 a 1.200 mm. De acordo com Magalhães et al. (2015) o consumo de água das plantas cítricas varia conforme diferentes regiões, descreve que no Estado de São Paulo o consumo de água aproxima-se de 3 mm.dia⁻¹ em pomares irrigados e de 1,5 mm.dia⁻¹ nos não irrigados. Já para outras regiões do mundo o consumo dos citros no período de inverno é de 1,5 mm.dia⁻¹ e no período de verão é de 3,2 a 4,7 mm.dia⁻¹.

Em pomares de citros é comum a ocorrência de déficit hídrico, principalmente em regiões onde a pluviosidade é irregular. Nessas regiões faz-se necessário maior cuidado na implantação de um pomar de citros, fazendo uso de métodos que possa favorecer um melhor desempenho da cultura, devido à ocorrência de longos períodos de estiagem. O uso de porta-enxertos cítricos que tenham boa capacidade de adaptação a tais condições é um dos pontos que devem ser atentado, tornando assim a identificação de genótipos tolerantes, necessário (SUASSUNA et al., 2012).

O déficit hídrico é definido como um conteúdo de água de um tecido ou célula que está abaixo do conteúdo de água mais alto exibido no estado de maior hidratação, ele interferindo em diversos fatores da planta, como a inibição da fotossíntese no cloroplasto, também pode causar diminuição da área foliar, abscisão foliar, acentuado crescimento da raiz e fechamento estomático (JÚNIOR, 2012).

As plantas cítricas apresentam como vantagem, capacidade de conservação de água nos seus tecidos, dada a elevada resistência dos seus estômatos e a cerosidade das folhas.

Sendo essa capacidade de conversação diferente para cada estado fenológico da planta, as plantas jovens armazenam menor quantidade de água que as adultas, pois apresentam menor capacidade de fechamento dos estômatos para reduzir a perda de água e menor cerosidade nas folhas (COELHO, 2006).

Em trabalho com produção de fitomassa, a tolerância de genótipos de citros ao estresse hídrico, na fase de formação do porta-enxerto, Suassuna et al. (2012), concluíram que, o déficit hídrico reduz a formação de fitomassa em genótipos de citros na fase de formação do porta-enxerto e as plantas sob estresse hídrico, ocorreram redução da parte aérea, incrementação da raiz, afetando negativamente a fitomassa foliar, nos porta-enxertos de citros, sob deficiência hídrica.

Nascimento et. al., (2012) avaliando a tolerância ao estresse hídrico de genótipos cítricos com potencialidade de serem utilizados como porta enxertos. Concluíram que os genótipos estudados (TSKC x CTSW 018, TSKC x CTARG 19 e CITRANGE.) foram classificados como moderadamente tolerante ao estresse hídrico, sendo os genótipos trifoliatas os menos afetados pelo estresse hídrico, tendo o genótipo (TSKC x CTARG 019) o que apresentou menores reduções.

Magalhães Filho et. al. (2008), trabalhando com deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira ‘valência’ sobre dois tipos de porta-enxerto, observaram que a deficiência hídrica diminui a capacidade fotossintética das plantas devido à queda na condutância estomática e à eficiência instantânea de carboxilação e que a redução do potencial da água nas plantas sob estresse hídrico contribuiu para o abaixamento da fotossíntese, condutância estomática, transpiração e eficiência de carboxilação.

Sabe-se que o estresse hídrico pode trazer benefícios ou prejuízo na produção, se não manejado corretamente. Como benéfico às plantas de lima ácida Tahiti pode ter sua floração induzida para produção intensificada e fora de época por um período curto de estresse hídrico seguido de boas condições para crescimento e desenvolvimento dos frutos, e prejudicial é que severos estresses inibem o crescimento vegetativo e, ou o crescimento do fruto, causando murchamento e queda de folhas (ZANINE et al., 1998; JÚNIOR, 2012).

Assim como demais cultura, a exigência em água das plantas cítricas varia conforme seu estado de desenvolvimento e conforme diferentes períodos do ano. De acordo com Magalhães et al. (2015) as plantas são mais sensíveis ao déficit hídrico no período de emissão de botões florais, frutificação e início de desenvolvimento dos frutos onde há maior demanda de água, sendo na fase de maturação colheita e semi-dormência a demanda hídrica é menor. Para Zanine et al., (1998) os citros, respondem à irrigação em um determinado estágio de

desenvolvimento, dependente da disponibilidade hídrica anterior a esse estágio, ou seja, o crescimento vegetativo de um ano é influenciado pela estação anterior.

Trabalhando com consumo de água por citros em Latossolo Vermelho-Amarelo, pela determinação do balanço hídrico no solo, Cruz (2003), observou-se que o consumo de água da cultura de citros, ao longo do ciclo, é variável à medida que muda seu estágio fenológico, confirmando o descrito por Magalhães et al. (2015).

Cintra et al. (2000), avaliando práticas de manejo para a cultura dos citros no estado de Sergipe com laranja Pêra (*C. sinensis*) enxertada sobre limão 'Volkameriano' (*C. volkameriana* Pasquale), limão Cravo (*C. limonia* Osbeck), limão 'Rugoso da Flórida' (*C. jambhiri* Lush) e tangerina Cleópatra (*C. reshni* hort. ex Tan), concluíram que a maior demanda hídrica dessas culturas, ocorreu nos meses de outubro e novembro e que demanda importante pode ocorrer, também, no final do período seco, durante a fase de maturação dos frutos.

Silva (2017), determinando os efeitos de estresse hídrico em resposta as lâminas de irrigação (50 e 100%) de combinações copa/porta-enxertos de citros durante a prefloração no semiárido paraibano. Concluiu que os genótipos enxertados na limeira ácida 'Tahiti' podem ser cultivados no semiárido da Paraíba, mesmo sob lâminas de irrigação de 50% da evapotranspiração de referência diária durante o crescimento da prefloração, 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.

Por mais que sejam utilizadas avançadas metodologias para estudar déficit de água na planta, existe dificuldade de transferir informações objetivas aos produtores. Portanto ainda é preciso estudo com relação ao déficit hídrico na planta para diferentes regiões. De acordo com Nascimento et al. (2012), os estudos das relações hídricas nas plantas e das interações causadas pelo déficit hídrico temporário nos processos fisiológicos, são de fundamental importância pois o déficit hídrico tem efeitos em diversos processos fisiológicos dos vegetais.

Assim, o déficit hídrico pode contribuir ou afetar o desenvolvimento dos citros. Deste modo é necessário manejo adequado no uso da irrigação e escolha do porta-enxerto que irar utilizar.

3.8 Respostas fisiológicas dos citros às condições hídricas do solo

Estudos referentes às relações hídricas e interações causadas pelo déficit hídrico temporário nos processos fisiológicos, são de fundamental importância visto que o déficit

hídrico tem efeitos em diversos processos fisiológicos das plantas, muitos dos quais refletem mecanismos de adaptação e de produção da cultura (JIFON e SYVERTSEN, 2003; JAIMEZ et al., 2005; GARCÍA TEJERO et al., 2010).

As plantas cítricas passam por períodos de estresse que diminuem e até paralisam seu crescimento (MATTOS JÚNIOR et al., 2005). Neste sentido, mantêm uma relação entre o crescimento vegetativo e o reprodutivo transformando, a cada ano, apenas uma porcentagem dos seus meristemas em ramos vegetativos e reprodutivos. Os ramos formam-se em ritmo sucessivo de crescimento e a ocorrência desses fluxos e o subsequente repouso são função da combinação copa/porta-enxerto, da idade da planta, do estado nutricional, da disponibilidade de água no solo e das condições ambientais (STENZEL et al., 2005).

Os genótipos que apresentam diversidade na resposta ao estresse hídrico constituem excelentes materiais para serem utilizados em programas de melhoramento genético (NOGUEIRA et al., 2001). Através do estudo de caracteres fisiológicos, como as trocas gasosas e a formação de fitomassa, é possível identificar os materiais mais promissores ao desenvolvimento sob estresse hídrico (CERQUEIRA et al., 2004; KONRAD et al., 2005; DONATO et al., 2007; MARTINS et al., 2008).

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

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

A fixação de carbono pela fotossíntese ocorre durante o ano todo. O desenvolvimento dos frutos são os maiores drenos de carboidratos para as plantas, impedindo o acúmulo de reservas em seus outros órgãos (GARCIA-LUIS et al., 1995a). Na ausência dos frutos, ocorre acúmulo de carboidratos nas folhas e nas raízes durante o inverno. A distribuição dos carboidratos depende da temperatura, sendo que em baixas temperaturas estes se acumulam nas raízes (GARCIA-LUIS et al., 1995b).

Como em qualquer espécie, a água desempenha papel fundamental no crescimento, desenvolvimento e produção vegetal dos citros. O déficit hídrico pode afetar o desenvolvimento radicular (SHALHEVET e LEVY, 1990), promover o fechamento dos estômatos, diminuir a assimilação de CO₂ e conseqüentemente, reduzir as atividades fisiológicas das plantas, principalmente a divisão e o crescimento das células, prejudicando a formação da inflorescência (MEDINA, 2002). Por outro lado, o excesso hídrico causa a falta de oxigênio, prejudicando a respiração e a assimilação dos fotoassimilados (PEREIRA et al., 2003).

Nos vegetais, a tolerância à falta de água pode ocorrer em maior ou menor intensidade, a depender da espécie, do genótipo, de sua duração e severidade, da idade e estágio de desenvolvimento da planta, do órgão e tipo de célula e do comportamento sub-celular. Dessa forma, as plantas podem apresentar tolerância (quando sobrevive às adversidades) ou suscetibilidade (quando sofre redução em seu crescimento, podendo chegar à morte, dependendo da intensidade do estresse ao qual a planta é submetida) (CAMBRAIA, 2005).

A capacidade das plantas de se manterem túrgidas é tida como uma característica necessária para a garantia da produção, em locais onde ocorre o déficit hídrico (NOGUEIRA et al., 2001). Para Pimentel e Perez (1999), a adaptação à seca é uma função mutagênica e, portanto, depende de várias características morfológicas e fisiológicas, levando as plantas a modificações que permitem, em geral, o desenvolvimento de estratégias que envolvem mecanismos para a conservação do conteúdo relativo de água favorável à manutenção dos processos metabólicos.

Rocha e Moraes (1997), afirmam que os efeitos da deficiência hídrica em plantas vasculares manifestam-se primeiramente sobre os estômatos. Segundo Souza et al. (2004), o controle da perda de água pelo fechamento estomático consegue manter elevado o potencial hídrico e o conteúdo relativo de água nas folhas, como conseqüência, há restrições na condutância estomática e trocas gasosas, reduzindo a taxa de transpiração e assimilação de CO₂.

Castro Neto (2003), relata que a resistência estomática é refletida pela disponibilidade de água para as plantas, sendo o déficit hídrico um dos fatores que limitam a abertura dos estômatos, provocando, conseqüentemente, maior taxa de transpiração. Para esse autor, o processo transpiratório e a resistência estomática refletem as condições hídricas das plantas. Amaral et al. (2006), acrescentam que, como os estômatos constituem as principais vias de trocas gasosas entre as folhas e o meio externo, o aumento na resistência difusiva estomática pode ocasionar redução na fotossíntese líquida. Outros mecanismos também podem ser

observados sob condição de estresse hídrico, a exemplo das alterações hormonais, que levam a regulações no funcionamento do aparato estomático, reduzindo as trocas de dióxido de carbono (CO_2), antecipação do processo reprodutivo e aceleração da senescência (LARCHER, 2006).

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

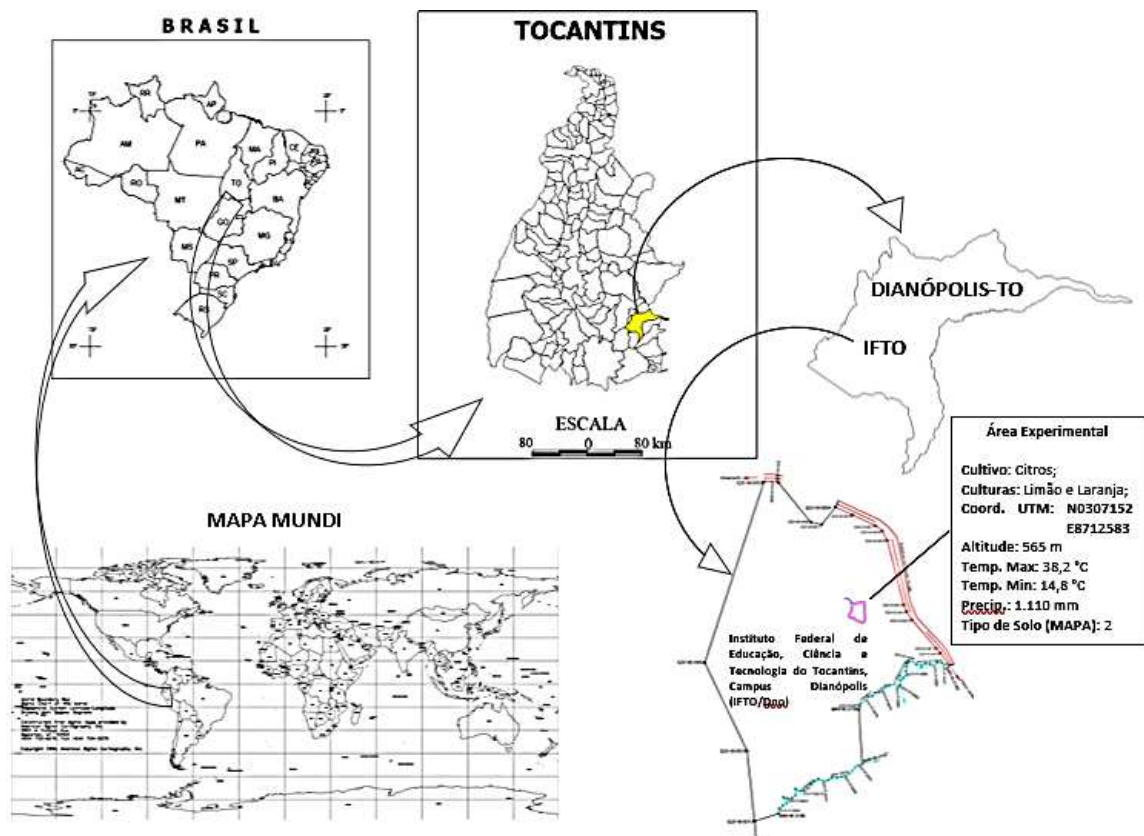
Os aspectos fisiológicos, a exemplo da fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO_2 , são também afetados por fatores ambientais, como luz, temperatura, concentração de CO_2 e disponibilidade de água e nutrientes (MACHADO et al., 2002; SHIMAZAKI et al., 2007; TAIZ e ZEIGER, 2009); assim, com base no estudo das interações desses parâmetros com cada fator ambiental, em particular o estado hídrico da planta, pode-se conhecer a eficiência do crescimento e a habilidade de adaptação às condições ambientais de uma dada espécie ou variedade (PEIXOTO et al., 2006; QUIÑONES et al., 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização da área

O trabalho foi realizado na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Dianópolis, situado na região sudeste do estado do Tocantins, município de Dianópolis, nas coordenadas geográficas 11°6'34"090" de latitude S e 46°7'65"778" de longitude W, a uma altitude média de 565 m aferida com GPS de navegação *Garmin 76CSX map* (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da área onde foi realizado o experimento, Dianópolis-TO, 2020.



O experimento foi instalado em uma área com solo do tipo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distróficos (PVAd), com histórico de sucessão cultural de gramíneas (pastagens, milho) sob cultivo de sequeiro, com topografia predominantemente plana. O clima é tropical, com duas estações bem definidas, tendo um período chuvoso nos meses de outubro a março e um período seco de abril a setembro.

Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima é do tipo Aw (clima tropical com estação seca de Inverno), também conhecido por clima de savana, clima tropical de estações húmida e seca ou, ainda, clima tropical semiúmido, com temperatura média de 24,5 °C e pluviosidade média anual de 1.532 mm (KOOPEN, 1948).

4.2 Fatores em estudo, tratamentos e delineamento estatístico

O experimento foi implantado no dia 12 de julho de 2017, com última avaliação em 22 de dezembro de 2019, teve sua condução pautada no estudo de duas variedades-copa de citros, enxertadas sob diferentes porta-enxertos e recebendo 5 níveis de suplementação hídrica. As variedades-copa de citros (C), foram, C₂ - limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], seleção EMBRAPA 2001 e C₁ - laranja ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck].

Combinados os fatores, resultarão em 20 tratamentos (5 lâminas de água x 4 combinações copa/porta-enxerto) para o cultivo da limeira ácida ‘Tahiti’ e 30 tratamentos (5 lâminas de água x 6 combinações copa/porta-enxerto) para o cultivo da laranja ‘Pêra’. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições, considerando-se 3 plantas por parcela e 12 plantas por tratamento para cada combinação. Foram utilizados 6 porta-enxertos, sendo a variedade-copa C₂ - limeira ácida ‘Tahiti’, enxertada em apenas 4, gerando as combinações conforme o quadro 1. Já na variedade-copa C₁ - laranja ‘Pêra’, realizou-se combinações nos 6 porta-enxertos, conforme apresentado no quadro 2.

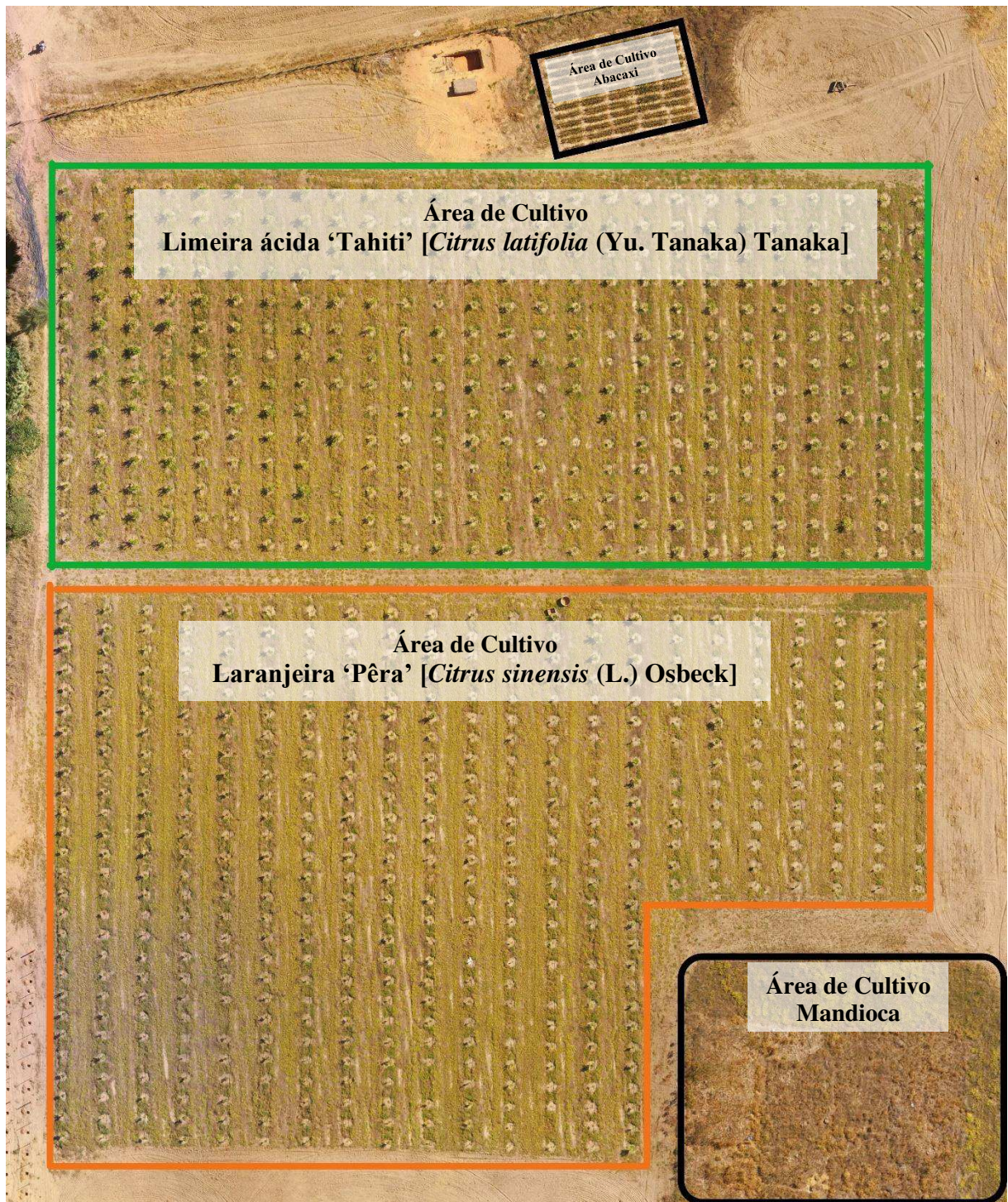
Quadro 1. Combinações copa/porta-enxerto para variedade-copa limeira ácida ‘Tahiti’.

Copa	Porta-Enxerto	Id	Combinações	Q. Mudanças	Total
Tahiti	Índio	1	C2P1	91	364 plantas
Tahiti	Riverside	2	C2P2	91	
Tahiti	TSKC x CTSW - 041	3	C2P3	91	
Tahiti	HTR - 208	4	C2P4	91	

Quadro 2. Combinações copa/porta-enxerto para variedade-copa laranja ‘Pêra’.

Copa	Porta-Enxerto	Combinações	Q. Mudanças	Total
Pêra	Índio	C1P1	84	504 plantas
Pêra	Riverside	C1P2	84	
Pêra	TSKC x CTSW - 041	C1P3	84	
Pêra	HTR - 208	C1P4	84	
Pêra	Cravo Santa Cruz	C1P5	84	
Pêra	Sunki Tropical	C1P6	84	

Figura 2B. Imagem aérea do experimento de cultivo de citros, Dianópolis-TO, 2020.



As mudas já enxertadas, são genótipos provenientes de materiais genéticos promissores do programa de melhoramento genético de citros (PMG – Citros) da Embrapa Mandioca e Fruticultura para utilização como variedades-copa e porta-enxertos, com histórico de adaptação a condições de estresses hídricos (NASCIMENTO et al., 2012; SUASSUNA et al., 2012; BRITO et al., 2012). As mudas foram produzidas e disponibilizadas na Fazenda

Maratá, em Rio Real - BA, e doadas ao *Campus* Dianópolis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO, com 180 dias após a semeadura dos porta-enxertos, através de acordo de parceria com o IFTO (Figura 3).

Figura 3. Aquisição das mudas enxertadas, Fazenda Maratá, Rio Real-BA, 2017.



Antes do plantio, realizou-se o preparo da área, onde foram coletadas amostras de solo em uma área de 2 hectares, para análises físico-químicas conforme a figura 4, que serviram de base para as práticas de correção da fertilidade, seguindo-se recomendações contidas na literatura para instalação de pomar de citros.

Figura 4. Análise química do solo onde foi realizado o experimento, Dianópolis-TO, 2020.

Número Sellar	32646	32647	32648	Número Sellar	32646	32647	32648	
Identificação da Amostra	00-20	20-40	40-60	Identificação da Amostra	00-20	20-40	40-60	
Determinação	Unidade			Determinação	Unidade			
pH Água	-			B	0,1	0,1	0,1	
pH CaCl ₂	4,4	4,2	4,2	Cu	1,1	0,8	0,7	
P Total	%			Fe	66	42	24	
P meh	mg.dm ⁻³	4,6	2,4	1,6	Mn	2,7	2,5	2,8
P resina		4	4	4	Zn	0,8	0,4	0,3
S-SO ₄ ⁻²		76	50	21	SB	1,29	0,93	0,75
K	cmol _c .dm ⁻³	0,19	0,13	0,05	CTC _c	4,69	4,33	3,85
K		0,8	0,6	0,5	V	28	22	20
Ca		0,3	0,2	0,2	m	24	46	52
Mg		0,40	0,80	0,80	Ca/T	17	14	13
Al	dag.kg ⁻¹	3,40	3,40	3,10	Mg/T	6	5	5
H+Al		1,4	0,9	0,7	K/T	4	3	1
M.O.		0,8	0,5	0,4	Ca/Mg	2,7	3,0	2,5
C.O.				Ca/K	4,2	4,6	10,0	
				Mg/K	1,6	1,5	4,0	

Análise Granulométrica				
Argila	g.kg ⁻¹	205	230	230
Silte		50	50	75
Areia Total		745	720	695
Classificação		Média	Média	Média
Tipo de Solo (MAPA)		1	2	2

No preparo da área, realizou-se a supressão de todo material vegetativo com aplicação de herbicidas, roçagem mecanizada e incorporação do material ao solo. Realizou-se também aração na profundidade de 20 cm, a fim de promover a inversão das camadas do solo,

aumentando os níveis de oxidação da matéria orgânica e rompendo a estrutura do solo. Em seguida, realizou-se gradagem, buscando maior uniformidade no terreno.

Foram abertas covas (40x40x40) com espaçamento de 5 metros entre linhas de cultivo e 4 metros entre plantas para a limeira ácida ‘Tahiti’, para a laranjeira ‘Pêra’, utilizou-se o espaçamento de 6 metros entre linhas de cultivo e 3 metros entre plantas, proporcionando adensamento de 500 e 555 plantas/ha respectivamente. Durante o plantio, cuidou-se para que o colo da muda ficasse acima do nível do solo (5 cm). Comprimiu-se a terra sobre as raízes e ao redor das plantas.

Colocadas em campo, ficaram por 90 dias sob o mesmo tratamento, recebendo 100% da irrigação remendada, obtendo-se a lâmina de irrigação pela estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc), que é dada em função da evapotranspiração de referência (ETo), obtida através de Estação Meteorológica automática, próximo à área experimental, registrada no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) com o código INMET.627 (Figura 5).

Figura 5. Descrição da estação meteorológica automática, Dianópolis-TO, 2020.

Estação Meteorológica	
Nome:	DIANOPOLIS (Automatica)
Tipo:	Meteorológica
Subtipo:	Indefinido
Instituição:	Instituto Nacional de Meteorologia
Latitude:	-11,5942
Longitude:	-46,8472
Altitude:	730,0000
Município:	Dianópolis
Classe textural de solo:	Solo Médio
Código de Origem:	A038
Data de Início:	03/04/2011
Data de Término:	24/02/2020
Área Homogênea:	1
Zona Homogenea	B
Ativa:	Ativa
Visível:	Visível
Código Agritempo1:	.INMET.627

Após o período de adaptação à campo, nos períodos em que a pluviosidade não atendeu as exigências hídricas das plantas (Figuras 6 e 7), realizou-se suplementação hídrica, constituindo os tratamentos, definidos em cinco lâminas de irrigação: testemunha (condições de sequeiro), 25%, 50%, 75% e 100% da Evapotranspiração das plantas (ETc).

Figura 6. Representação gráfica dos dados de Precipitação média e Temperaturas máxima, mínima e médias do período de realização do experimento, Dianópolis-TO, 2020.

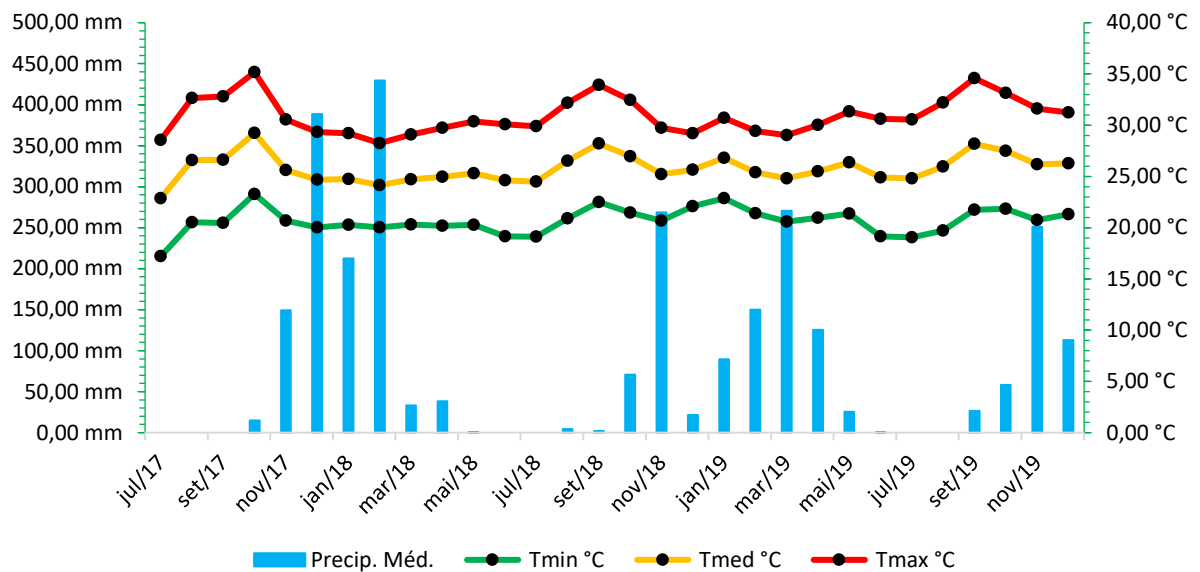
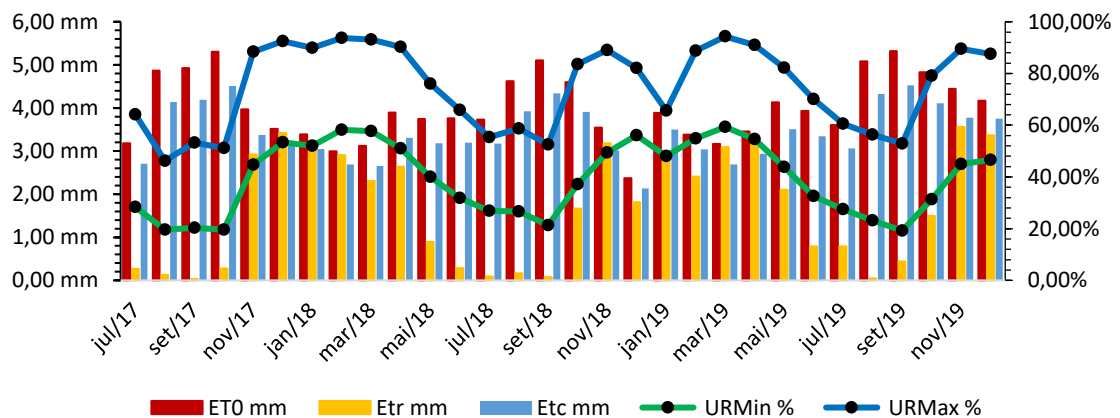


Figura 7. Representação gráfica dos dados de Umidade Relativa máxima e mínima e da Evapotranspiração potencial, real e da cultura, Dianópolis-TO, 2020.



O sistema de irrigação utilizado foi a microaspersão, por ser de alta eficiência de aplicação, requerer baixa pressão, apresentar facilidade de operação e bom controle sobre a umidade e aeração do solo (Figura 8).

Os microaspersores utilizados foram de capacidade de 180 L/h com eficiência de irrigação em 90%, raio de 1,5m proporcionando 7m² de área molhada. Durante a condução do experimento no período estudado, as lâminas médias de irrigação variaram de 15,55 mm a 24,62 mm dentro do tratamento de 100% da suplementação hídrica, os turnos de rega variaram de 4 a 12 dias dentro de cada mês.

Figura 8. Implantação do experimento, Dianópolis-TO, 2017.



Durante a condução do experimento, foram realizados tratos culturais, tais como tutoramento das plantas, eliminação de brotações laterais e ramos ladrões, mantendo-se, inicialmente, 3 ramos básicos formados após enxertia; adubação de fundação e adubações de cobertura, seguindo-se as exigências e orientações recomendadas contidas em Mattos Junior et al., (2005); eliminação das plantas daninhas por meio de capina, roçagem e aplicações de herbicidas, realizou-se também duas pulverizações ao longo da condução, com produtos indicados para controle preventivo de insetos, ácaros e fungos para plantas cítricas (AGROBYTE, 2019).

4.3 Variáveis avaliadas

4.3.1 Variáveis de crescimento

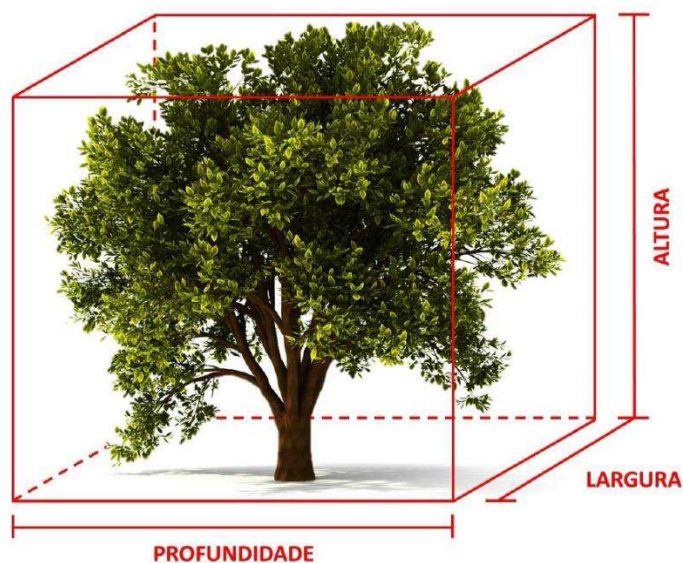
Após o início da suplementação hídrica, 90 dias após o plantio (DAP), realizou-se a cada 120 dias a coleta de dados, onde foram mensurados a altura da planta (cm), medindo-se a distância entre o colo e o ápice caulinar, utilizando-se uma trena; o diâmetro do caule da planta foi mensurado em dois pontos com auxílio de um paquímetro digital, sendo o primeiro a 2 cm acima da superfície do solo e o segundo a 2 cm acima do ponto de enxertia; volume de copa, determinado conforme metodologia utilizada por Scapin (2014), calculado em função da altura, largura da copa no sentido da linha de plantio (espaçamento entre plantas) e profundidade da copa (diâmetro) no sentido da entrelinha, considerando a planta como um cubo (Figura 9).

Com os dados obtidos na análise de crescimento, em cada época, foi determinada a taxa de crescimento relativo (TCR), em altura e em diâmetro, adaptando-se metodologia contida em Benincasa (2003). Na TCR avalia-se o crescimento em função do acumulado (matéria pré-existente) na fase anterior.

$$TCR = \frac{(\ln A_2 - \ln A_1)}{t_2 - t_1} \quad \text{dado em } (cmcm^{-1}dia^{-1})$$

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

Figura 9. Representação de medição do volume de copa das plantas cítricas obtido pela multiplicação da altura, largura e profundidade (SCAPIN, 2014).



4.3.2 Conteúdo relativo de água (CRA)

O *status* hídrico da planta foi determinado através do conteúdo relativo de água no limbo foliar, em 3 folhas totalmente expandidas coletadas no terço superior das plantas, em todos os tratamentos. As folhas foram pesadas imediatamente à sua retirada, evitando perdas de umidade, gerando os valores de massa fresca (MF). Em seguida, as amostras foram colocadas em sacos plásticos e imersas em água destilada e acondicionadas por 24 horas.

Após esse período, foi retirado o excesso de água com papel toalha, e foram pesadas novamente para se obter a massa túrgida (MT) das amostras, após esse procedimento, essas foram levadas à estufa (temperatura de $65\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, até peso constante) para determinação da massa seca (MS) das amostras. Foi utilizada uma balança de precisão de 0,0001 g para determinação das massas fresca, túrgida e seca.

A determinação do CRA foi feita de acordo com a metodologia contida em Weatherley (1950), através da equação a seguir:

$$CRA (\%) = \left[\frac{(MF - MS)}{MT - MS} \right] \times 100$$

4.3.3 Variáveis fisiológicas

Semestralmente foram avaliados os seguintes parâmetros de trocas gasosas: concentração interna de CO₂ (C_i) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática (g_s) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) e fotossíntese líquida (μmol m⁻² s⁻¹), na terceira folha contada a partir do ápice, utilizando-se do equipamento portátil de análises de trocas gasosas por meio de infravermelho (IRGA).

De posse dos dados que foram coletados com o uso do equipamento, foi possível quantificar a eficiência no uso da água (EUA) (A/E) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹], a eficiência intrínseca do uso de água (A/g_s) e a eficiência instantânea da carboxilação (EIC_i) (A/C_i) (JAIMEZ et al., 2005; KONRAD et al., 2005; MELO et al., 2009; BRITO et al., 2012).

Nas mesmas datas, ocorreram as avaliações de fluorescência do fotossistema II, com uso de um fluorômetro OS5p da Opti-Science, obtendo-se máximas eficiências fotossintética, que é dada pela relação F_v/F_m, em que F_m é a fluorescência máxima e F_v é a fluorescência variável, que foi obtida pela diferença entre a F_m-F₀. O F₀ representa a fluorescência inicial, correspondente à fração da energia absorvida pelo complexo-antena e não é transmitida, ou seja, não é absorvida pelos pigmentos fotossintéticos (RASCHER et al., 2000). Dessa forma, a avaliação desses parâmetros foi útil para mensurar as alterações na capacidade fotossintética das plantas em decorrência de estresse causado por deficiência hídrica.

4.4 Análises estatísticas

Para os testes de médias dos resultados foi utilizado o software livre SISVAR-UFLA versão 5.6 (FERREIRA, 2011). As variáveis que apresentaram valores de F significativo, no mínimo a 5% de probabilidade na análise de variância, foram submetidas ao teste de Tukey (p≤0,05). Como o delineamento experimental é regido por um modelo estatístico, e para validar os testes de hipótese e inferências, os modelos devem ter suas pressuposições atendidas (BANZATTO e KRONKA, 2006), nesse sentido, por se tratar de um estudo fatorial, buscou-se analisar as interações promovidas entre cada fator, aplicando-se análise de regressão linear para os dados quantitativos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros morfológicos de pomar da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] em combinação com quatro porta-enxertos no município de Dianópolis - TO

A limeira ácida ‘Tahiti’ é descrita como um provável híbrido entre a lima ácida comum (*Citrus aurantifolia*) e a cidra (*Citrus medica*) ou com o limão (*Citrus limon*) e sua origem geográfica é desconhecida (HODGSON, 1967; LUCHETTI et al., 2003). Acredita-se que foi introduzida no Brasil por comerciantes portugueses e, aparentemente, do Brasil foi transportada para Austrália por volta de 1824 (HODGSON, 1967).

Comercialmente, as plantas cítricas constam de duas partes: copa e porta-enxerto. O porta-enxerto constitui parte do tronco e o sistema radicular encarregado da sustentação física, da absorção de água e nutrientes, da síntese de hormônios e da interação química com o solo. Como órgão, a raiz influencia sobre toda a fisiologia da planta, mas são de importância econômica aqueles efeitos sobre o vigor, a produção, qualidade de frutos e a tolerância a estresses por fatores bióticos e abióticos (CARLOS et al., 1997; MEDINA et al., 2005).

No Brasil existem poucos estudos envolvendo porta-enxertos para limeira ácida ‘Tahiti’, em contraste com o elevado número de estudos em laranjas ou tangerinas. E, como um porta-enxerto adequado para laranjas não necessariamente será adequado para limas ácidas e vice-versa, não é possível recomendação de porta-enxertos a partir de estudos efetuados com outros cultivares copa, em função de diferenças fisiológicas inerentes e, particularmente, porque os critérios para avaliar qualidade dos frutos são distintos (CASTLE et al., 2010).

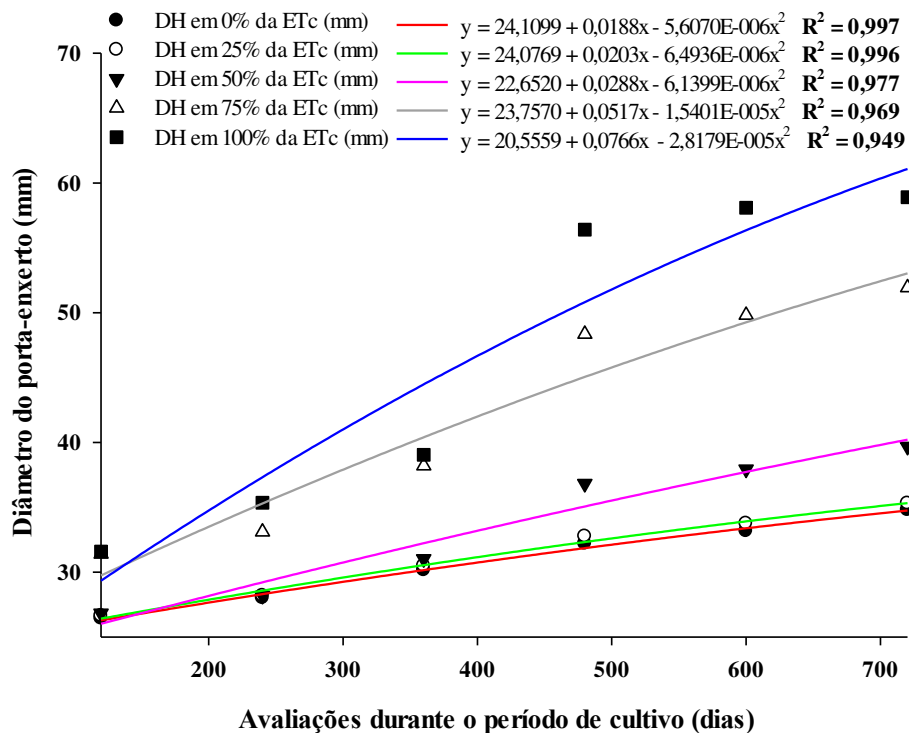
5.1.1 Crescimento de quatro porta-enxertos em combinação com a copa da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense

A deficiência hídrica influencia todos os aspectos do crescimento das plantas, provocando mudanças em sua anatomia, fisiologia e bioquímica, sendo que os efeitos dependem do tipo de planta e do grau e duração da deficiência hídrica

Estudando-se o efeito do estresse hídrico nos genótipos de porta-enxertos a partir dos 120 dias após o período de adaptação em campo, verificou-se, pelo método de regressão, comportamento quadrático, formando curva de crescimento ascendente para o diâmetro dos porta-enxertos no decorrer do período avaliado. Observou-se que as plantas submetidas a

disponibilidade hídrica de 75% e 100% da ETc, foram as que obtiveram maiores crescimento em diâmetro dos porta-enxertos (DPE) (Figura 10).

Figura 10. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em diâmetro dos porta-enxertos em combinações com a limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] como variedade copa durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



Entendendo que um adequado teor de água no solo é essencial para o crescimento normal das plantas sendo dependente da precipitação pluviométrica (ou irrigação), da capacidade de armazenagem de água do solo e das perdas por transpiração, evaporação, escoamento superficial e percolação. Verificou-se na análise de regressão, que as plantas submetidas aos percentuais de 0%, 25% e 50% disponibilidade hídrica em função da ETc, foram as que apresentaram menores valores no crescimento em diâmetro do porta-enxerto.

O diâmetro de caule é fruto do crescimento do meristema secundário, formado notadamente por vasos condutores (TAIZ e ZEIGER, 2009). Neste sentido, considerando que uma menor lâmina representa menor disponibilidade hídrica para a evapotranspiração da cultura que depende de tais tecidos, pode-se entender que a redução na disponibilidade de

água limitou o crescimento secundário em diâmetro dos porta-enxertos, independentemente da combinação copa/porta-enxerto constituída.

Durante o período estudado, verificou-se que as combinações da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] com os porta-enxertos citrandarin ‘Índio’ e citrandarin ‘Riverside’ (P1 e P2), foram as que apresentaram maiores médias de crescimento dos diâmetros, independentemente dos tratamentos de disponibilidade hídrica (DH) submetidos (Tabela 1).

Tabela 1. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), Dianópolis-TO, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	120 dias	240 dias	360 dias	480 dias	600 dias	720 dias
P1	30.01 b	32.63 b	35.70 b	42.77 b	44.05 b	45.94 b
P2	29.68 b	31.65 b	35.36 b	44.82 b	46.16 b	47.58 b
P3	25.22 a	27.32 a	29.36 a	35.64 a	36.71 a	38.12 a
P4	29.36 b	30.65 ab	34.66 b	41.97 b	43.23 b	44.82 b

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW - 041; P4 = Porta-enxerto HTR - 208.

Os genótipos citrandarin ‘Índio’ (P1), citrandarin ‘Riverside’ (P2) e HTR - 208 (P4), obtiveram médias de crescimento do diâmetro entre 30.01 e 45.94 mm, 29.68 e 47.58 mm, 29.36 e 44.82 mm, respectivamente, para todo o período de avaliação do estudo, desse modo, obtiveram incremento de 34,67%, 37,62% e 34,49%, respectivamente, no crescimento do diâmetro do porta-enxerto em todo período avaliado.

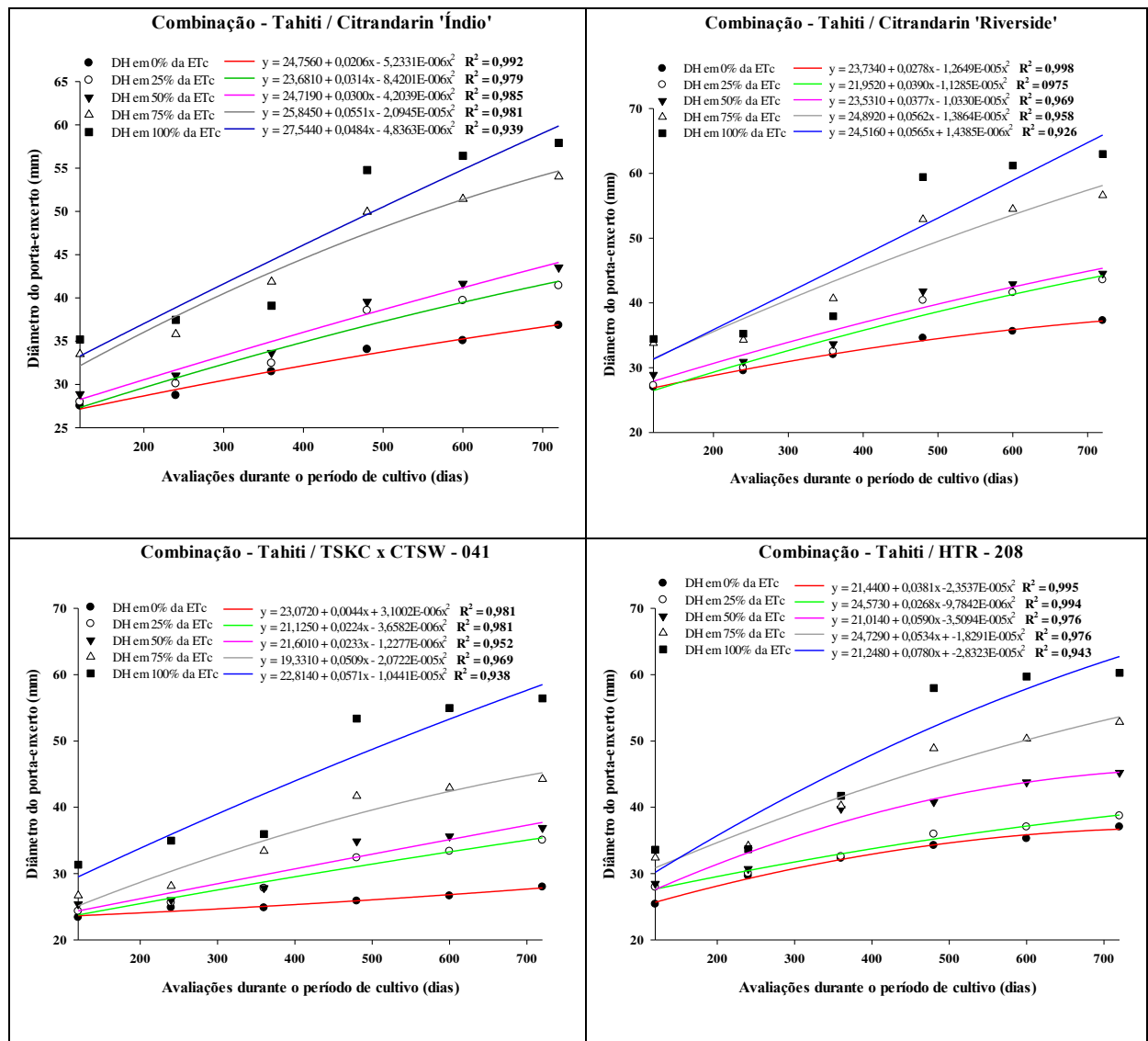
Ao se analisar o crescimento em diâmetro dos porta-enxertos aos 720 dias após o período de adaptação em campo, verificou-se no citrandarin ‘Riverside’ (P2) um diâmetro 20% maior que o porta-enxerto TSKC x CTSW - 041, sendo que esse último obteve os menores diâmetros durante todo o período de realização do estudo.

Carvalho et al. (2016), estudando porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro ‘Cravo’, nos tabuleiros costeiros de Sergipe, verificaram entre os genótipos com maiores potenciais em eficiência produtiva os porta-enxertos citrandarin ‘Índio’ e citrandarin

‘Riverside’. Dessa forma, pode-se afirmar que, quanto maior o crescimento em diâmetro maior, também é a possibilidade da redução do período de produção do porta-enxerto.

Ao se realizar análise da curva de crescimento dos porta-enxertos em cada combinação com a copa da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], em resposta aos diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), verifica-se um aumento significativo para todos os genótipos a partir dos 480 dias após o período de adaptação em campo com disponibilidade hídrica (DH) de 75% e 100% da ETc (Figura 11), esse fato pode estar associado ao surto de crescimento que é comum em citros (CARVALHO, 1994).

Figura 11. Representação do incremento no comprimento em diâmetro de quatro porta-enxertos em combinação com a copa da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



É possível observar ainda que, os genótipos, com exceção do porta-enxerto TSKC x CTSW - 041 (P3) obtiveram médias superior a 30 mm em diâmetro quando manejados com os níveis de 75% e 100% de disponibilidade hídrica (DH) da ETc no período inicial da avaliação, aos 120 dias após o período de adaptação a campo. Demonstrando com isso, alta sensibilidade ao estresse hídrico, em que, qualquer variação da disponibilidade hídrica resulta em resposta imediata no crescimento da planta.

Embora a translocação de água não seja diretamente correlacionada com a quantidade de raízes, verifica-se que as diferenças entre os porta-enxertos podem ser atribuídas à distribuição de raízes fibrosas e à eficiência do sistema de transporte da mesma (CARLOS et al., 1997; DONADIO et al., 1993). A característica profundidade do sistema radicular e a baixa transpiração em certas combinações copa/porta-enxertos estão associadas à maior capacidade de resistir a deficiências hídricas (CUNHA & SOARES FILHO, 1988).

Schäfer et al. (2001) identificam o citros Trifoliata como insatisfatório quanto a resistência à seca, corroborando com estudos realizados por Carlos et al. (1997), que verificaram a tangerineira 'Sunki', as laranjeiras doces, o Trifoliata, os Citranges e o tangelo 'Orlando' como pouco tolerantes as condições de estresse hídrico.

Rodrigues et al. (2016), avaliando a produção de mudas de laranjeiras doces 'Pera' e 'Westin', tangerineira-tangor 'Piemonte' e limeira ácida 'Tahiti' enxertadas em 14 porta-enxertos de citros em viveiro protegido, classificaram o genótipo TSKC x CTSW - 041 como o porta-enxerto intermediário no crescimento em diâmetro, quando enxertado na copa da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka].

Avaliando o desempenho agrônômico de lima ácida 'Tahiti' em combinação com diferentes porta-enxertos em Capixaba, Acre, Rodrigues et al. (2018) observaram que a enxertia de limeira ácida 'Tahiti' sobre os porta-enxertos citrandarins 'Riverside' e 'San Diego' e tangerineira 'Sunki Tropical' promoveu 100% de plantas vivas (sobrevivência) nos seis anos do experimento.

No mesmo estudo, puderam concluir que as plantas da limeira ácida Tahiti apresentaram menor porte e maior eficiência produtiva quando enxertadas nos porta-enxertos citrandarin 'Índio' e híbrido TSKC x CTSW - 041 (RODRIGUES et al., 2018). Vindo a corroborar com este estudo, haja vista que o menor crescimento em diâmetro foi observado no genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3).

Observa-se na Tabela 2 que não existe diferença significativa para as médias de crescimento do diâmetro dos porta-enxertos em resposta aos diferentes níveis disponibilidade hídrica (DH) aos 120 dias, exceto para o porta-enxerto TSKC x CTSW - 041 (P3), que apesar

de obter as menores médias, quando comparado as outras combinações copa/porta-enxerto, apresentou diferença significativa para os níveis de 75% e 100% de disponibilidade hídrica (DH) da ETc. Esse fato pode estar relacionado a alta exigência hídrica desse genótipo, sendo possível afirmar isso, por ele apresentar menor crescimento em diâmetro durante todo período de avaliação do experimento.

Tabela 2. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
120	P1	27.51 aA	27.97 aA	28.88 aB	33.49 aAB	35.19 aA
	P2	26.99 aA	27.26 aA	28.93 aB	33.78 aB	34.43 aA
	P3	23.38 aA	24.32 aA	25.39 aA	26.68 abA	31.34 bA
	P4	25.38 aA	27.95 aA	28.48 aAB	32.38 aAB	33.60 aA
240	P1	28.73 aA	30.09 abA	31.04 abB	35.80 abB	37.46 bA
	P2	29.51 aA	29.99 aA	30.93 aB	34.27 aAB	35.25 aA
	P3	24.80 aA	25.62 aA	26.02 aA	28.11 abA	34.97 bA
	P4	29.65 aA	30.03 aA	30.70 aAB	34.17 aAB	33.68 aA
360	P1	31.48 aA	32.45 aA	33.64 abB	39.10 abA	41.86 bA
	P2	32.00 aA	32.50 aA	33.66 aB	37.95 aA	40.68 aA
	P3	24.83 aA	27.80 abA	27.83 abA	33.40 abA	35.95 bA
	P4	32.30 aA	32.57 aA	39.78 bC	40.23 bA	41.73 bA
480	P1	34.05 aA	38.54 aA	39.55 aB	49.94 bAB	54.78 bA
	P2	34.58 aA	40.38 aA	41.79 aB	52.90 bB	59.43 bA
	P3	25.87 aA	32.38 abA	34.87 abA	41.68 bA	53.38 cA
	P4	34.24 aA	35.96 aA	40.80 abB	48.88 bAB	57.98 bA
600	P1	35.07 aA	39.69 aA	41.64 aB	51.44 bAB	56.42 bB
	P2	35.62 aA	41.59 aA	42.90 aB	54.49 bB	61.22 bB
	P3	26.64 aA	33.36 abA	35.62 abA	42.93 bA	54.98 cB
	P4	35.27 aA	37.04 aA	43.78 abB	50.34 bAB	59.72 bB
720	P1	36.83 aA	41.42 aA	43.53 aB	54.02 bAB	57.91 bA
	P2	37.26 aA	43.54 aA	44.53 aB	56.60 bB	63.00 bA
	P3	27.98 aA	35.03 abA	36.90 abA	44.25 bA	56.43 cA
	P4	37.04 aA	38.71 aA	45.22 aB	52.86 bAB	60.28 bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin 'Índio'; P2 = Porta-enxerto Citrandarin 'Riverside'; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW - 041; P4 = Porta-enxerto HTR - 208.

Os resultados com diferenças não significativas no diâmetro dos porta-enxertos para período de 120 dias após a adaptação em campo, está relacionado com a alta pluviosidade ocorrida nesse período, acumulando mais de 400 mm para o mês de fevereiro. Com isso, a complementação hídrica realizada nesse período não contribuiu para proporcionar diferenças significativas no crescimento em diâmetro dos porta-enxertos.

Ao se analisar o crescimento dos diâmetros dos porta-enxertos para cada nível de disponibilidade hídrica nos períodos de 120, 240, 360, 480 e 720, verifica-se que ocorreram diferenças significativas entre todos os genótipos dentro dos níveis 50% e 75% de disponibilidade hídrica (DH). O porta-enxerto citrandarin 'Riverside', apesar de não diferir significativamente dos porta-enxertos citrandarin 'Índio' e HTR – 208, apresentou maiores médias de crescimento dos diâmetros.

O porta-enxerto citrandarin 'Índio' (P1), aos 240 dias após o período de adaptação em campo, de modo geral apresentou os maiores crescimentos em diâmetro para os diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), apresentando diferenças significativas para os níveis 25%, 50%, 75% e 100% da ETc. Já o porta-enxerto TSKC x CTSW - 041 (P3), que obteve as menores médias de crescimento do diâmetro para o período, apresentou diferença significativa somente para os níveis de 75% e 100% da disponibilidade hídrica (DH) da ETc.

É possível observar ainda que os porta-enxertos citrandarin 'Riverside' (P2), citrandarin 'Índio' (P1) e HTR – 208 (P4), não diferiram estatisticamente entre si, deste modo, obtiveram as maiores médias no crescimento do diâmetro, mostrando-se superiores ao genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3) que em combinação com a limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] obteve menores médias.

Aos 360 dias após o período de adaptação em campo, agosto de 2018, os genótipos por precisarem de maior complementação hídrica, apresentaram respostas significativas aos tratamentos com 50%, 75% e 100% de disponibilidade hídrica (DH) da ETc, esses resultados corroboram com os encontrados por Castel (1994) que verificou maior crescimento vegetativo em plantas irrigadas, em comparação a plantas não irrigadas.

O porta-enxerto citrandarin 'Riverside' (P2) não apresentou diferença significativa no crescimento do diâmetro para os diferentes níveis de disponibilidade hídrica para o período de avaliação aos 360 dias, muito embora, tenha mantido o padrão de crescimento já observado nos períodos de 120 e 240 dias após o período de adaptação em campo. Acredita-se que essa característica de crescimento mesmo com disponibilidade hídrica reduzida, possa representar um grande potencial a utilização desse porta-enxerto na região do cerrado tocantinense. Rodrigues et al., (2015), observaram que o porta-enxerto citrandarin 'Riverside' obteve

maiores índices de crescimento em altura, diâmetro do caule e volume de raízes, resultados semelhantes foram encontrados por Girardi et al., (2007). O caráter volume de raízes é de fundamental importância na produção de porta-enxertos, pois plantas com maior abundância de raízes tem maiores possibilidades de absorção de nutrientes e extração da água disponível no solo, dessa forma, vindo a proporcionar maior crescimento da planta.

Em todos os genótipos de porta-enxertos ocorreram diferenças significativas no crescimento do diâmetro no período de avaliação de 240 a 720 dias para os níveis de tratamento de 75% e 100% da disponibilidade hídrica da ETc. Taiz e Zeiger (2009) afirmam que a diferença de diâmetro entre plantas irrigadas com a maior e a menor lâmina é decorrente da insuficiência hídrica que provoca decréscimo na turgescência celular diminuindo o crescimento.

Nesse sentido, afirma-se que a disponibilidade hídrica influencia diretamente no crescimento vegetativo, em que as menores disponibilidades hídricas promoveram os menores crescimentos dos diâmetros. Segundo Flowers (2004) as plantas sob estresse tendem a fechar os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma menor taxa fotossintética, contribuindo para redução do crescimento das espécies sob tal estresse.

A taxa de crescimento relativo (TCR) do diâmetro do porta-enxerto foi afetada, significativamente nos intervalos dos períodos de 360 a 480 (TCR-3), 480 a 600 (TCR-4) e 600 a 720 dias (TCR-5) pela disponibilidade hídrica e genótipos de porta-enxertos (Tabela 3).

O porta-enxerto TSKC x CTSW - 041 (P3), no período TCR-1 (120 a 240 dias) obteve a maior média (9.12^{-4} mm.mm⁻¹.dia⁻¹) para o crescimento do diâmetro, embora não tenha apresentado diferença significativa em relação aos outros genótipos citrandarin ‘Riverside’ (P2), citrandarin ‘Índio’ (P1) e HTR – 208 (P4).

É possível observar crescimento com diferença significativa entre todos os genótipos nos períodos TCR-3 e TCR-4 (360 a 600 dias), podendo esse fato está correlacionado ao surto de crescimento comum em citros. Observa-se as maiores médias no período do TCR-3 (360 a 480 dias), obtendo valores entre 1.465^{-3} mm.mm⁻¹.dia⁻¹ no genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3) e 2.146^{-3} mm.mm⁻¹.dia⁻¹ no porta-enxerto citrandarin ‘Riverside’ (P2), sendo que esse último apresentou a menor média (7.68^{-4} mm.mm⁻¹.dia⁻¹) para o período TCR-1 (120 a 240 dias), e as maiores médias (1.093^{-3} , 2.146^{-3} e 2.46^{-4} mm.mm⁻¹.dia⁻¹), respectivamente, para os períodos TCR-2, TCR-3 e TCR-4 (240 a 600 dias).

Os genótipos citrandarin ‘Índio’ (P1) e HTR - 208 (P4), durante todo período avaliado, apesar de não obterem as maiores médias de crescimento do diâmetro, não apresentaram diferenças significativas quando comparados ao porta-enxerto citrandarin ‘Riverside’ (P2).

Sendo que nos períodos TCR-1, TCR-2, TCR-3 e TCR-5 não diferiu estatisticamente do genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3). Dessa forma, classifica-se esses porta-enxertos como de potencial intermediário em resposta aos diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH).

Tabela 3. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a copa da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), Dianópolis-TO, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	TCR-1	TCR-2	TCR-3	TCR-4	TCR-5	TCR-F
P1	8.57 ⁻⁴ a	9.96 ⁻⁴ a	1.630 ⁻³ ab	2.46 ⁻⁴ b	3.86 ⁻⁴ a	6.95 ⁻⁴ ab
P2	7.68 ⁻⁴ a	1.093 ⁻³ a	2.146 ⁻³ b	2.46 ⁻⁴ b	3.82 ⁻⁴ a	7.81 ⁻⁴ b
P3	9.12 ⁻⁴ a	9.54 ⁻⁴ a	1.465 ⁻³ a	2.26 ⁻⁴ a	3.52 ⁻⁴ a	5.92 ⁻⁴ a
P4	8.19 ⁻⁴ a	1.011 ⁻³ a	1.721 ⁻³ ab	2.46 ⁻⁴ b	3.94 ⁻⁴ a	6.91 ⁻⁴ ab

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; TCR-1 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 240 dias de cultivo; TCR-2 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 240 a 360 dias de cultivo; TCR-3 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 360 a 480 dias de cultivo; TCR-4 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 480 a 600 dias de cultivo; TCR-5 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 600 a 720 dias de cultivo e TCR-F = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 720 dias de cultivo.

Os resultados obtidos para a taxa de crescimento relativo (TCR) aos 720 dias após o período de adaptação em campo dos quatro genótipos estudados podem ser visualizados na tabela 4. Verifica-se que todos os genótipos se relacionaram de modo crescente ao nível de disponibilidade hídrica (DH) empregado, declinando nos menores percentuais de disponibilidade hídrica (DH) da ETc, à exceção do citrandarin ‘Índio’ (P1), que apresentou incrementos menores que 20% entre cada nível de disponibilidade hídrica (DH). Já o maior incremento (73, 34%) foi obtido pelo genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3), indicando sua boa capacidade de crescimento quando submetido a maiores níveis de disponibilidade hídrica (DH).

Aos 720 dias após o período de adaptação em campo, verificou-se efeito significativo para todos os genótipos a partir da disponibilidade hídrica em 50% da ETc., fato também relatado por Castel (1994) que, estudando a reposta de plantas jovens de tangerina ‘Clementina’ irrigada por gotejamento a 50, 80, 110 e 140% da evapotranspiração da cultura

(ETc) determinada via lisímetro de pesagem, verificou que a irrigação a 50% produziu alto estresse hídrico, reduziu o crescimento e já o número de frutos por planta, o crescimento ótimo foi obtido com irrigação de 110% da ETc.

Tabela 4. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.

DISPONIBILIDADE HÍDRICA	COMBINAÇÃO COPA/PORTA-ENXERTO			
	DH	P1	P2	P3
0%	4.92 ⁻⁴ aAB	5.12 ⁻⁴ aB	2.69 ⁻⁴ aA	3.82 ⁻⁴ aAB
25%	5.17 ⁻⁴ aA	6.30 ⁻⁴ abA	3.48 ⁻⁴ aA	5.69 ⁻⁴ abA
50%	6.56 ⁻⁴ abA	8.03 ⁻⁴ abA	5.60 ⁻⁴ abA	5.79 ⁻⁴ abA
75%	8.24 ⁻⁴ bcA	8.47 ⁻⁴ bcA	7.73 ⁻⁴ bcA	7.86 ⁻⁴ bA
100%	9.84 ⁻⁴ cA	1.114 ⁻³ cA	1.009 ⁻³ cA	1.138 ⁻³ cA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na linha para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

A TCR é um parâmetro fisiológico importante na avaliação de genótipos com potencial produtivo sob condições de déficit hídrico, cuja situação ocorre, possivelmente, sob condição de estresse salino, haja vista que as plantas submetidas a essa natureza de estresse passam igualmente por um estresse hídrico, decorrente da perda de energia da água, baixando seu potencial osmótico (TESTER e DAVENPORT, 2003; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Sendo a TCR uma estimativa da eficiência da planta em acumular matéria seca, pode-se inferir que o porta-enxerto citrandarin ‘Riverside’ (P2) foi o genótipo que apresentou maiores possibilidades de tolerar o déficit hídrico, bem como de retomar seu crescimento, já que a eficiência de produção por unidade de matéria seca com baixos níveis de disponibilidade hídrica foi maior que aquela verificada nos outros genótipos avaliados, o que indica seu potencial de uso como porta-enxerto de citros em ambientes sujeitos a estiagem prolongada.

5.1.2 Crescimento do diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] em quatro porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense

Em condições de baixa disponibilidade de água no solo vários processos metabólicos das plantas podem ser influenciados, como o fechamento estomático, a redução da fotossíntese e transpiração (PORTES et al., 2006). Cabe salientar que uma planta, quando submetida ao estresse hídrico tem, praticamente, todos os aspectos do crescimento e crescimento afetados, o que pode implicar em modificações em sua anatomia e morfologia e até interferir em muitas reações metabólicas (ACHAKZAI, 2009).

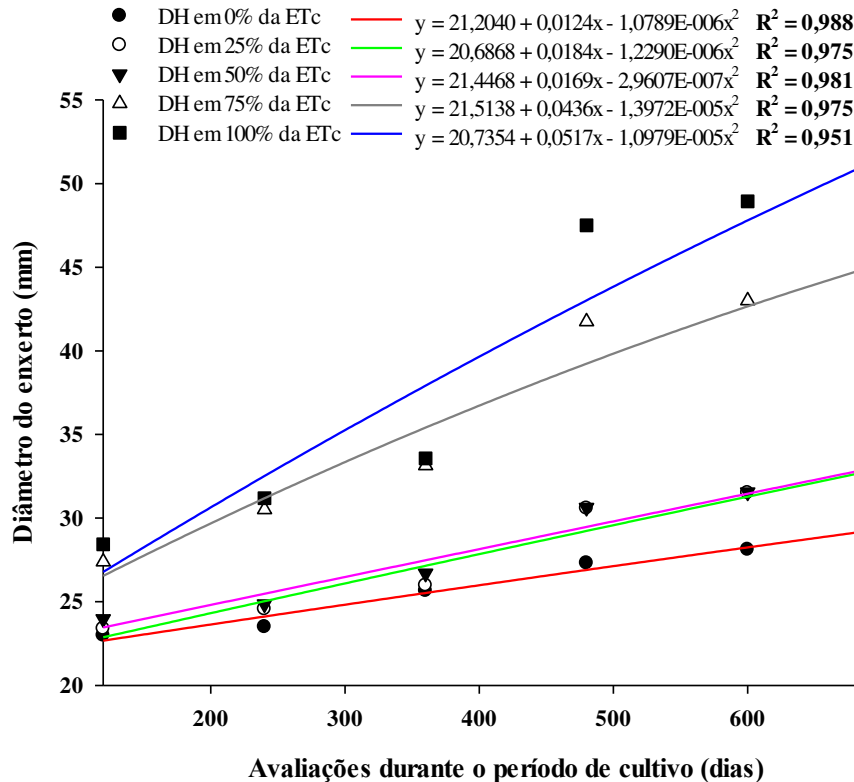
O caule da planta é constituído notadamente por vasos condutores responsáveis pela translocação dos nutrientes em toda a planta, crescimento desses vasos, influenciam diretamente no diâmetro do caule. Para que haja um bom crescimento desses vasos, a planta precisa encontrar no meio ambiente condições adequadas ao seu crescimento, dentre elas, boa disponibilidade hídrica. Entendendo que o menor percentual de disponibilidade hídrica em função da ETc representa menor disponibilidade hídrica para a cultura, promovendo assim, condições de estresse à planta, prejudicando então a formação de tais tecidos.

Pode-se inferir que a redução na disponibilidade de água limitou o crescimento secundário em diâmetro do enxerto, como é possível verificar na figura 12, onde, as plantas submetidas aos níveis 75% e 100% de disponibilidade hídrica em função da ETc, também foram as que obtiveram as maiores médias no crescimento em diâmetro do enxerto.

Espinoza-Nunez et al., (2011) chegaram a resultados semelhantes ao avaliarem o comportamento da limeira ácida ‘Tahiti’ em condições irrigadas e de sequeiro, enxertada sobre diversos porta-enxertos, incluindo os desse trabalho.

Os menores percentuais de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc, foram os que proporcionaram menores crescimentos nos diâmetros do caule da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], vale destacar que as plantas apresentaram surto de crescimento vegetativo entre os 360 e 480 dias do período de avaliação. Onde dos 120 a 360 dias, independentemente da combinação copa/porta-enxerto, não ocorreu diferença significativa para os níveis de disponibilidade hídrica 0%, 25% e 50%, assim como também não diferiram significativamente os níveis de 75% e 100% de disponibilidade hídrica (DH) da ETc.

Figura 12. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em diâmetro no enxerto da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] sob diferentes porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



A falta de água reduz a pressão de turgor e, em consequência, o fluxo de seiva pelos vasos condutores (TAIZ e ZEIGER, 2009), fato que tende a diminuir o alongamento celular e, assim, o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

Observa-se, na tabela 5, que para todas as épocas de avaliações ocorreu diferença significativa para o teste de médias (Tukey, $p < 0,05$), destacando que o porta-enxerto citrandarin ‘Riverside’ (P2) proporcionou maior diâmetro à limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], sendo as menores médias apresentadas às plantas enxertadas com o TSKC x CTSW - 041 (P3). Em médias percentuais, o porta-enxerto HTR - 208 (P4) apresentou o maior incremento, sendo de 67,10%. Já o menor incremento foi proporcionado pelo porta-enxerto citrandarin ‘Riverside’ (P2), de 64,42%. Os porta-enxertos citrandarin ‘Índio’ (P1) e TSKC x CTSW - 041 (P3) obtiveram incremento de 66,67% e 66,18%, respectivamente.

Tabela 5. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	120 dias	240 dias	360 dias	480 dias	600 dias	720 dias
P1	27.40 b	28.78 b	31.71 b	38.36 b	39.51 b	41.10 bc
P2	26.84 b	29.27 b	31.10 b	38.79 b	39.95 b	41.82 c
P3	21.43 a	23.11 a	24.55 a	30.09 a	30.99 a	32.38 a
P4	25.23 b	26.48 b	28.62 b	34.94 b	35.99 b	37.60 b

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

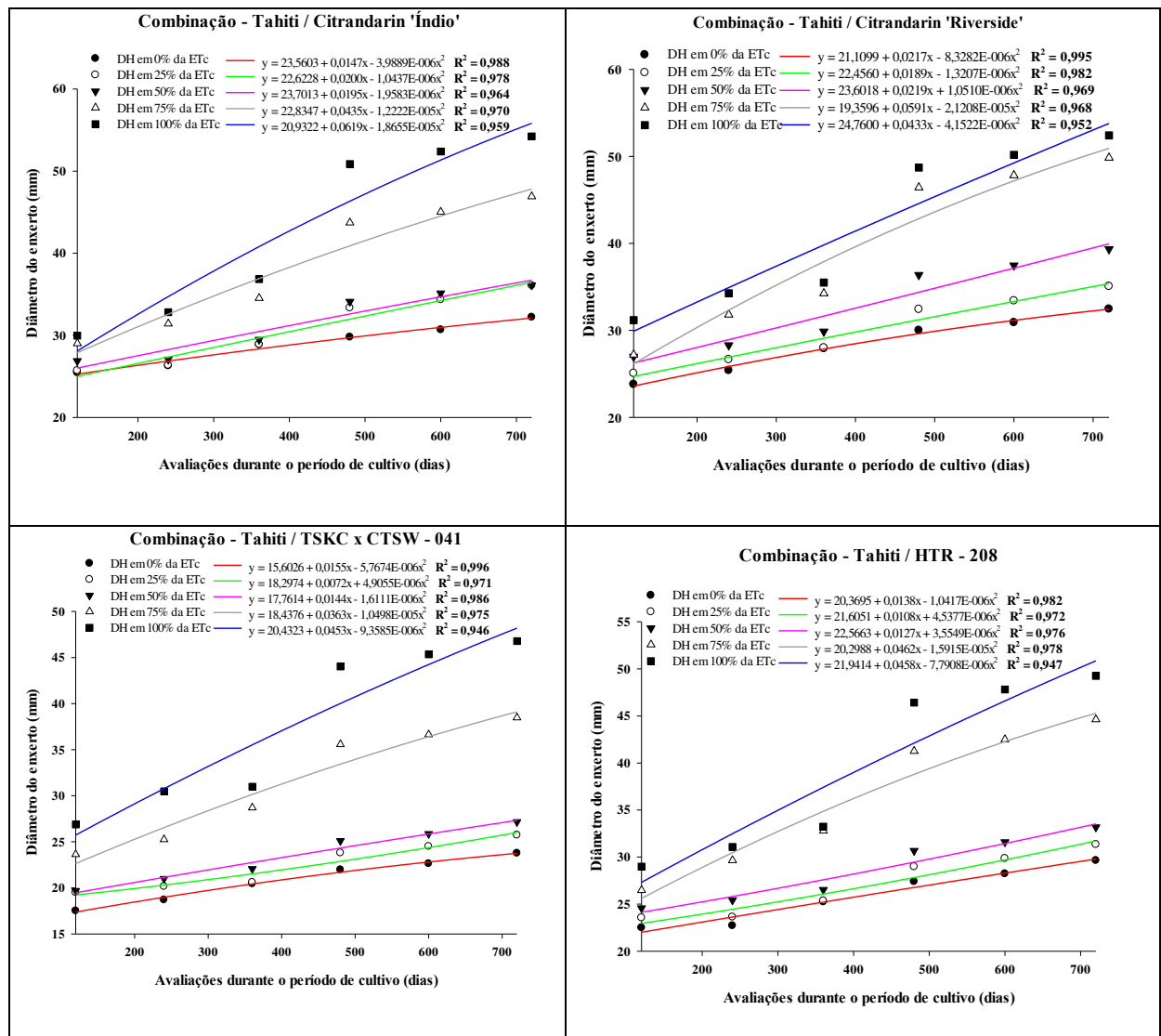
Os níveis de disponibilidade hídrica (DH) da ETc impostos às plantas resultaram em diferença significativa ($p < 0,05$) na análise de regressão das médias de diâmetro do caule da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes porta-enxertos, para todas as épocas de avaliação do crescimento (Figura 13). Verifica-se que as menores médias foram proporcionadas pelos menores níveis de disponibilidade hídrica, corroborando com estudos realizados por Siqueira e Silva (2000), verificando o efeito do estresse hídrico em plantas, revelam que ocorre menor diâmetro de caule juntamente com uma redução no crescimento e na produtividade de indivíduos que receberam menor suprimento hídrico.

Os porta-enxertos influenciaram o crescimento do caule da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), os valores do diâmetro do enxerto indicaram que os genótipos que induziram maior vigor foram citrandarins ‘Índio’ (P1) e ‘Riverside’ (P2) que obtiveram medias superiores a 50 mm ao final do período avaliado.

A disponibilidade hídrica (DH) 0% a 50% proporcionou o menor crescimento no diâmetro do enxerto para a combinação da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] com o porta-enxerto o TSKC x CTSW - 041 (P3), alcançando medidas próxima a 25 mm ao final do período avaliado, vale destacar que, essas medidas foram obtidas pelos genótipos citrandarins ‘Índio’ (P1) e ‘Riverside’ (P2) logo na primeira avaliação aos 120 dias, para os mesmo níveis de disponibilidade hídrica (DH) da ETc. Isso demonstra

grande potencial de adaptabilidade às condições de estresses hídricos em área de cerrado no estado do Tocantins.

Figura 13. Representação do incremento no crescimento em diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] sob quatro porta-enxertos em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



No período entre 120 e 360 dias após a adaptação em campo, observa-se os menores crescimentos em diâmetro do caule da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] para todos os níveis de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc para todas as combinações copa/porta-enxertos avaliados neste estudo, esse fato também foi observado no crescimento do diâmetro dos porta-enxertos (Figura 11). Notando, aos 360 dias um crescimento acentuado em todas as combinações copa/porta-enxerto submetidas aos níveis

75% e 100% de disponibilidade hídrica da ETc, esse fenômeno é comum em citros, sendo caracterizado como surto de crescimento das plantas.

No Brasil, o surto de crescimento das plantas geralmente ocorre na primavera e verão, bem como no inverno ameno. As espécies cítricas apresentam de dois a cinco surtos de crescimento anuais (SOUZA, 1979; OGATA, 1980), sendo o surto primaveril o mais importante e intenso (OGATA, 1980).

Os porta-enxertos, de modo geral influenciaram na tolerância à deficiência hídrica da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka]. Azevedo (2003) salienta que os citros se desenvolvem melhor em regiões que apresentam regime pluvial de 1200 mm anuais, bem distribuídos ao longo do ano, sendo que os déficits devem ser suplementados com uso da irrigação, pois representam um fator limitante para a produção. Vale destacar que o estado do Tocantins, apesar de possuir alta pluviosidade, essa não se faz de forma distribuída ao longo do ano, possuindo duas estações bem definidas, seco e chuvoso. No período seco, as plantas sob o tratamento 0% de disponibilidade hídrica (DH) da ETc, receberam apenas irrigação de salvamento, e ainda assim, garantiram o crescimento das plantas.

Ao se analisar a tabela 6, verificar-se que as plantas não apresentaram diferença significativa para o tratamento com 0% de disponibilidade hídrica (DH) da ETc nos períodos de 120, 240, 480, 600 e 720 dias após o período de adaptação em campo. Apresentou diferença significativa apenas no período de 360 dias, época mais seca do ano, tal diferença pode ter sido ocasionado pelas irrigações de salvamento que foram aplicadas nesse período.

Quando se analisa o efeito do tratamento dentro de cada combinação, nota-se que o efeito da disponibilidade hídrica (DH) foi significativo com 75 e 100% da ETc para os períodos de 240 a 720. As plantas, quando submetida ao estresse hídrico, têm praticamente todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento afetados, o que pode modificar a anatomia e a morfologia, como também interferir em muitas reações metabólicas (NELSON e MOSER, 1994).

Os maiores crescimentos do diâmetro do caule da planta, foram verificados no porta-enxertos citrandarin ‘Índio’ (P1) para o período de avaliação inicial aos 120 dias e com 0%, 25%, 50% e 75% de disponibilidade hídrica (DH) da ETc, e o citrandarin ‘Riverside’ (P2) obteve os maiores crescimentos do diâmetro com 100% de disponibilidade hídrica (DH) da ETc para todas as épocas avaliadas, bem como, as maiores médias de crescimento do diâmetro para o período de 240 a 720 dias após a adaptação em campo para todos os níveis de disponibilidade hídrica (DH) da ETc, mostrando-se ser um genótipo potencial para áreas de cerrado no Tocantins.

Tabela 6. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
120	P1	25.45 aA	25.70 aB	26.88 aB	29.00 aB	29.96 aB
	P2	23.80 aA	25.06 abB	26.97 abB	27.20 abB	31.17 bB
	P3	17.51 aA	19.50 aA	19.68 aA	23.62 abA	26.87 bA
	P4	22.49 aA	23.55 aB	24.56 aAB	26.47 aAB	28.98 aAB
240	P1	26.28 aA	26.35 aB	27.05 aB	31.41 aB	32.81 aAB
	P2	25.39 aA	26.65 aB	28.28 abB	31.79 abB	34.26 bB
	P3	18.69 aA	20.15 aA	20.99 aA	25.25 abA	30.47 bA
	P4	22.71 aA	23.63 aAB	25.42 abAB	29.64 abAB	31.08 bAB
360	P1	28.86 aB	28.89 aB	29.47 abB	34.52 abB	36.83 bB
	P2	27.91 aB	27.99 aB	29.86 aB	34.24 aB	35.49 aB
	P3	20.45 aA	20.59 aA	22.05 abA	28.69 bcA	30.97 cA
	P4	25.23 aAB	25.35 aAB	26.52 abAB	32.78 abAB	33.23 bAB
480	P1	29.78 aA	33.33 aB	34.10 aAB	43.72 bAB	50.87 bA
	P2	30.00 aA	32.42 aB	36.37 aB	46.42 bB	48.72 bA
	P3	21.97 aA	23.79 aA	25.10 aA	35.57 bA	44.02 bA
	P4	27.40 aA	28.98 aAB	30.67 aAB	41.25 bAB	46.41 bA
600	P1	30.67 aA	34.33 aB	35.12 aAB	45.03 bAB	52.40 bA
	P2	30.90 aA	33.40 aB	37.46 aB	47.82 bB	50.18 bA
	P3	22.63 aA	24.51 aA	25.85 aA	36.64 bA	45.34 bA
	P4	28.22 aA	29.85 aAB	31.59 aAB	42.49 bAB	47.81 bA
720	P1	32.20 aA	36.05 aB	36.10 aA	46.90 bAB	54.24 bA
	P2	32.45 aA	35.06 aB	39.33 aB	49.84 bB	52.42 bA
	P3	23.76 aA	25.73 aA	27.15 aA	38.47 bA	46.78 bA
	P4	29.63 aA	31.34 aAB	33.17 aA	44.62 bAB	49.25 bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

Os porta-enxertos afetam diretamente o vigor da variedade copa enxertada, estando relacionado diretamente ao genótipo e suas relações. Com isto os porta-enxertos induzem diferenças marcantes no tamanho da copa e de sua produção (SCHÄFER et al., 2001). Uma grande diferença de diâmetro entre o porta-enxerto e o enxerto pode estar associada a uma deformação conhecida como “pata-de-elefante”, que consiste na formação de um calo pronunciado que separa, em duas seções distintas, o enxerto do porta-enxerto, situação que não foi observada visualmente durante a condução do experimento.

Os menores crescimentos foram identificados no genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3) para todos os níveis de disponibilidade hídrica (DH) da ETc em todos os períodos avaliados.

Em estudo realizado por Rodrigues et al., (2016), para avaliar a produção de mudas de laranjeiras doces ‘Pera’ e ‘Westin’, tangerineira-tangor ‘Piemonte’ e limeira-ácida ‘Tahiti’ enxertadas em 14 porta-enxertos de citros em viveiro protegido, identificaram o citrandarin ‘Riverside’ (P2) entre os que proporcionaram os maiores crescimentos em diâmetro, bem como o genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3) que proporcionou os menores valores de diâmetro.

Ao se analisar as tabelas 2 e 6, verifica-se alta compatibilidade dos porta-enxertos com a limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], uma vez que as médias de todas as combinações copa/porta-enxerto matem um padrão de proximidade, ficando próximo da compatibilidade plena, o que sugere boa afinidade da copa com os porta-enxertos estudados. De acordo com Emmanouilidou e Kyriacou (2017) a compatibilidade entre copa e porta-enxerto é um requisito tão importante quanto os atributos agronômicos e à resistência a estresses bióticos e abióticos para a seleção de porta-enxerto.

Os dados referentes à taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] estão apresentados na tabela 7, em que é possível constatar um aumento nas médias correspondente ao crescimento do diâmetro no período de 360 a 480 dias (TCR-3), fato observado também na taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro do porta-enxerto (Tabela 3) e caracterizado como surto de crescimento, característica existente nos citros. É possível observar também que os genótipos não apresentaram crescimento com diferença significativa no período de 120 a 480 dias, referente aos TCR-1, TCR-2 e TCR-3, para os diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

Com diferença significativa no crescimento, as maiores taxas de crescimento diário em diâmetro (2.46^{-4} , 3.98^{-4} e 4.08^{-4} b mm.mm⁻¹.dia⁻¹) foram observadas nos genótipos citrandarin ‘Riverside’ (P2), citrandarin ‘Índio’ (P1) e HTR – 208 (P4), para o período de 480 a 720 dias (TCR-4 e TCR-5), fato relevante uma vez que, quanto maior o crescimento em diâmetro dá-se a possibilidade da redução do período de produção do porta-enxerto e a realização da enxertia (NASCIMENTO et al., 2010).

Nota-se ainda que o genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3) apresentou as menores taxas de crescimento (TCR) no diâmetro para todo o período estudado, 21% menor que o genótipo de maior crescimento no diâmetro ao final do período estudado. Dessa forma, mostrando-se menos sensível ao estresse hídrico. Cerqueira et al. (2004) observaram que o estresse hídrico

não promoveu redução na massa seca da parte aérea dos híbridos trifoliatas, destacando potencial de tolerância aos genótipos trifoliatas.

Tabela 7. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	TCR-1	TCR-2	TCR-3	TCR-4	TCR-5	TCR-F
P1	6.66 ⁻⁴ a	8.71 ⁻⁴ a	1.651 ⁻³ a	2.46 ⁻⁴ b	4.08 ⁻⁴ b	6.43 ⁻⁴ ab
P2	8.35 ⁻⁴ a	8.43 ⁻⁴ a	1.804 ⁻³ a	2.46 ⁻⁴ b	3.98 ⁻⁴ b	7.23 ⁻⁴ b
P3	6.37 ⁻⁴ a	6.83 ⁻⁴ a	1.381 ⁻³ a	2.22 ⁻⁴ a	3.54 ⁻⁴ a	5.73 ⁻⁴ a
P4	7.52 ⁻⁴ a	8.33 ⁻⁴ a	1.791 ⁻³ a	2.46 ⁻⁴ b	3.98 ⁻⁴ b	6.44 ⁻⁴ ab

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; TCR-1 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 240 dias de cultivo; TCR-2 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 240 a 360 dias de cultivo; TCR-3 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 360 a 480 dias de cultivo; TCR-4 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 480 a 600 dias de cultivo; TCR-5 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 600 a 720 dias de cultivo e TCR-F = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 720 dias de cultivo.

O genótipo citrandarin ‘Riverside’ (P2), apresentou maior sensibilidade ao estresse hídrico com médias de taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro entre 4.36⁻⁴ para a menor disponibilidade hídrica (DH) e 1.106⁻³ para o maior nível de disponibilidade hídrica (DH), resultando em um incremento de 37,58%, apresentando crescimento com diferença significativa já entre os níveis iniciais de disponibilidade hídrica (DH) (Tabela 8).

É possível verificar que os genótipos citrandarin ‘Índio’(P1); citrandarin ‘Riverside’ (P2) e HTR - 208 (P4), apresentaram incremento médio acima de 70% entre os níveis de disponibilidade hídrica. Já o genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3), não apresentou crescimento com diferença significativa para os níveis 0%, 25% e 50% de disponibilidade hídrica (DH) da ETc, o que vem a comprovar a baixa sensibilidade ao estresse hídrico. Resultados semelhantes foram registrados por Brito (2010) estudando alguns desses genótipos sob estresse salino.

Tabela 8. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.

DISPONIBILIDADE HÍDRICA		COMBINAÇÃO COPA/PORTA-ENXERTO			
DH	P1	P2	P3	P4	
0%	3.89 ⁻⁴ aA	4.36 ⁻⁴ aA	3.02 ⁻⁴ aA	3.45 ⁻⁴ aA	
25%	4.78 ⁻⁴ abA	5.44 ⁻⁴ abA	4.51 ⁻⁴ abA	4.79 ⁻⁴ abA	
50%	5.44 ⁻⁴ abAB	7.52 ⁻⁴ bB	4.66 ⁻⁴ abA	6.52 ⁻⁴ bB	
75%	7.59 ⁻⁴ bcA	7.77 ⁻⁴ bA	7.35 ⁻⁴ bcA	7.09 ⁻⁴ bA	
100%	1.045 ⁻³ cA	1.106 ⁻³ cA	9.14 ⁻⁴ cA	1.036 ⁻³ cA	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na linha para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW - 041; P4 = Porta-enxerto HTR - 208.

Considera-se que a análise de crescimento expressa as condições morfofisiológicas da planta e quantifica a produção líquida, derivada do processo fotossintético, sendo o resultado do desempenho do sistema assimilatório, durante certo período de tempo (FONTES et al., 2005). É importante reforçar que a taxa de crescimento relativo é a medida mais adequada para se avaliar o crescimento de uma planta, por representar a quantidade (área, volume, peso) de material vegetal produzido, por determinada quantidade de material pré-existente, durante um intervalo de tempo prefixado, relacionando o potencial de ganho da planta em relação aos tecidos já existentes (OLIVEIRA et al., 2002).

5.1.3 Crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] em combinação com quatro porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense

O crescimento vegetativo dos citros está ligado à disponibilidade de água à cultura. Dependendo da região de cultivo, as necessidades de irrigação são maiores ou menores, as necessidades e respostas à irrigação são maiores em regiões semiáridas, onde a viabilidade do pomar só é possível com a prática da irrigação, menores em regiões subúmidas, onde a prática

da irrigação será realizada para complementar a deficiência hídrica em períodos específicos do ano, e inviáveis, economicamente, em regiões úmidas, com pequena ou nenhuma deficiência hídrica ao longo do ano.

O déficit hídrico pode reduzir o crescimento vegetativo e iniciar a indução do florescimento (ALVES JÚNIOR, 2006). Na figura 14 é possível observar o crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc. Verifica-se os maiores crescimentos em altura, foram obtidos pelas plantas submetidas aos níveis 75% e 100% de disponibilidade hídrica (DH) da ETc, durante o período de cultivo.

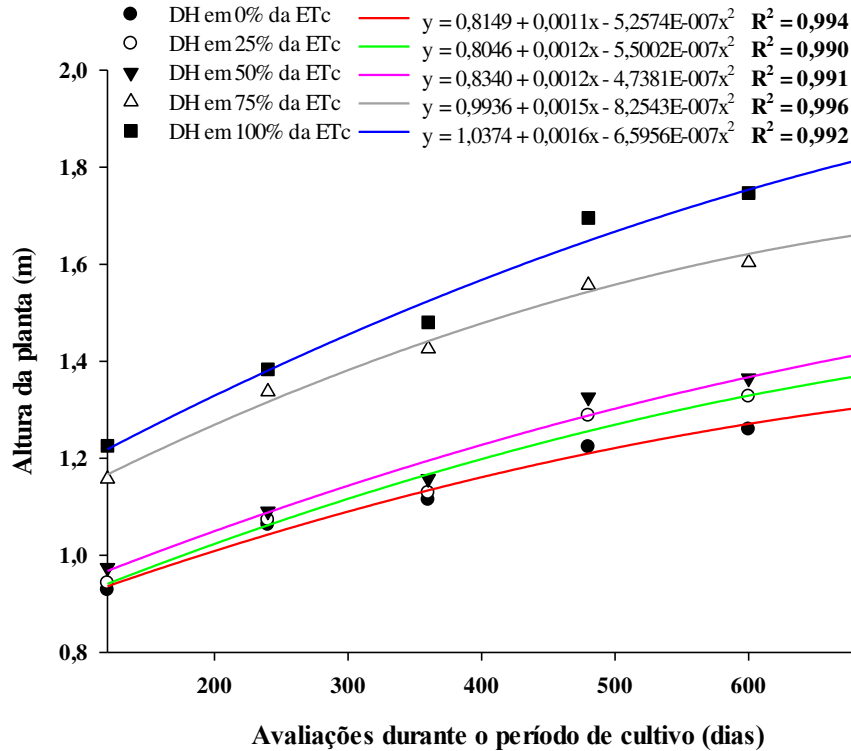
Alves Júnior (2006) estudando o crescimento de plantas jovens de limão ‘Tahiti’ (2º ano de produção) aplicando lâminas de irrigação correspondendo a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da ETc, não verificou crescimento significativo entre os níveis de irrigação até os 360 dias de análise, passando a existir crescimento significativo para todos os tratamentos no período entre 360 e 520 dias, e entre os 520 e 900 dias de análise, as plantas tenderam a uniformização das alturas, independentemente do tratamento submetido.

Em mesmo estudo, pôde-se observar que as plantas, para todos os tratamentos, tiveram aumento em mais de 60% na altura, quando comparadas a primeira e a última avaliação. Esses valores divergem aos encontrados neste estudo, em que as plantas obtiveram cerca de 35% no incremento da altura. Podendo estar associado ao fato de que esse estudo foi realizado durante os dois primeiros anos antes do 1º ciclo produtivo, enquanto o estudo associado realizou-se após o 2º ciclo produtivo da cultura.

Nota-se que as plantas entre 360 e 480 dias, obtiveram um crescimento acentuado quando comparado ao crescimento obtido nos demais períodos, fato decorrente do surto de crescimento, já verificado no crescimento dos diâmetros dos porta-enxertos e dos enxertos.

A redução da altura foi observada em plantas submetidas aos menores níveis de disponibilidade hídrica, corroborando com o estudo realizado por Silva (2018), onde verificou que a restrição de água no solo limita o crescimento das plantas, compromete o aumento da área foliar, do número de folhas, da altura da planta, do diâmetro do caule e da massa seca de folha (MSF) e parte aérea (MSPA). Medina et al. (1998) afirmam que a menor disponibilidade de água no solo afeta também, antes de afetar o estado hídrico das folhas, os mecanismos de controle de perda de água através do fechamento parcial dos estômatos.

Figura 14. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] sob diferentes porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



As determinações da altura de planta e volume de copa indicaram que os porta-enxertos influenciaram o crescimento vegetativo das plantas (Tabela 9 e FIGURA 16). Observa-se que ocorreu crescimento significativo durante todo período avaliado, sendo os maiores crescimentos observados na combinação da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] com o genótipo citrandarin ‘Riverside’ (P2) que obteve alturas entre 1.10 m (aos 120 dias) e 1.62 (aos 720 dias), conforme disposição na tabela 9.

Esse resultado corrobora com os estudos realizados por Ferreira et al. (2018), que estudando diferentes combinações copa/porta-enxerto de citros, verificou que o citrandarin ‘Riverside’ apresentou maiores alturas. E Rodrigues et al. (2016), avaliando a produção de mudas de laranjeiras doces ‘Pera’ e ‘Westin’, tangerineira-tangor ‘Piemonte’ e limeira-ácida ‘Tahiti’ enxertadas em 14 porta-enxertos de citros em viveiro protegido, identificaram o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’, a tangerineira ‘Sunki Tropical’ e os citrandarins ‘Indio’ e ‘Riverside’ como os que apresentaram maior altura aos 90 dias.

Tabela 9. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	120 dias	240 dias	360 dias	480 dias	600 dias	720 dias
P1	1.08 ab	1.24 b	1.34 b	1.48 b	1.52 b	1.60 b
P2	1.10 b	1.27 b	1.32 b	1.50 b	1.55 b	1.62 b
P3	0.98 a	1.07 a	1.13 a	1.24 a	1.27 a	1.34 a
P4	1.01 ab	1.16 ab	1.23 ab	1.44 b	1.48 b	1.54 b

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

As menores alturas foram observadas em plantas enxertadas sobre genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3), resultado semelhante ao encontrado por Rodrigues et al. (2018), quando estuda o desempenho agrônômico de lima ácida Tahiti em combinação com diferentes porta-enxertos em Capixaba no estado do Acre, desse modo, permite inferir que o espaçamento adotado para esses porta-enxertos poderia ser menor e, com isso, permitiria o maior adensamento do plantio. Além disso, a redução do porte permite a melhor realização da colheita e aplicação dos tratos culturais (PORTELA et al., 2016). A redução do porte da planta na combinação copa/porta-enxerto é um atributo desejável, pois essa combinação favorece os tratos culturais, a colheita e possibilita o maior adensamento de plantio e proporciona maior produtividade com menos custo (POMPEU JUNIOR e BLUMER, 2005; WESTEPHALEN, 2008; PORTELA et al., 2016).

Auler et al. (2008) sugeriram que porta-enxertos que induzem copas menores e eficiência produtiva superior, como TSKC x (LCR x TR) - 059, TSKC x LHA - 006, TSC x (LCR x TR) - 020 e o citrandarin ‘San Diego’, são interessantes, pois possibilitam o incremento na produção com o adensamento do plantio. Além disso, a menor altura da planta favorece a eficiência na inspeção de controle de doenças e pragas, bem como a redução no custo das colheitas (BLUMER, 2005).

O processo de enxertia, geralmente, une dois materiais vegetais geneticamente distintos que passam a compartilhar uma série de fatores essenciais à sobrevivência de ambos.

Este relacionamento é considerado como simbiótico, mutuamente benéfico, embora os interesses e necessidades da copa e do porta-enxerto sempre sejam comuns.

Ao se analisar a relação do diâmetro do caule com a altura de planta, percebe-se que estas duas variáveis estão fortemente correlacionadas de forma positiva, conforme o coeficiente de correlação de Pearson ($r = 0,9601$), indicando que o crescimento do caule é acompanhado do aumento de seu diâmetro. Bernardi et al. (2000) concordam que o diâmetro do caule tem relação direta com a altura das plantas e é a característica morfológica do porta-enxerto que determina a possibilidade de realização da enxertia.

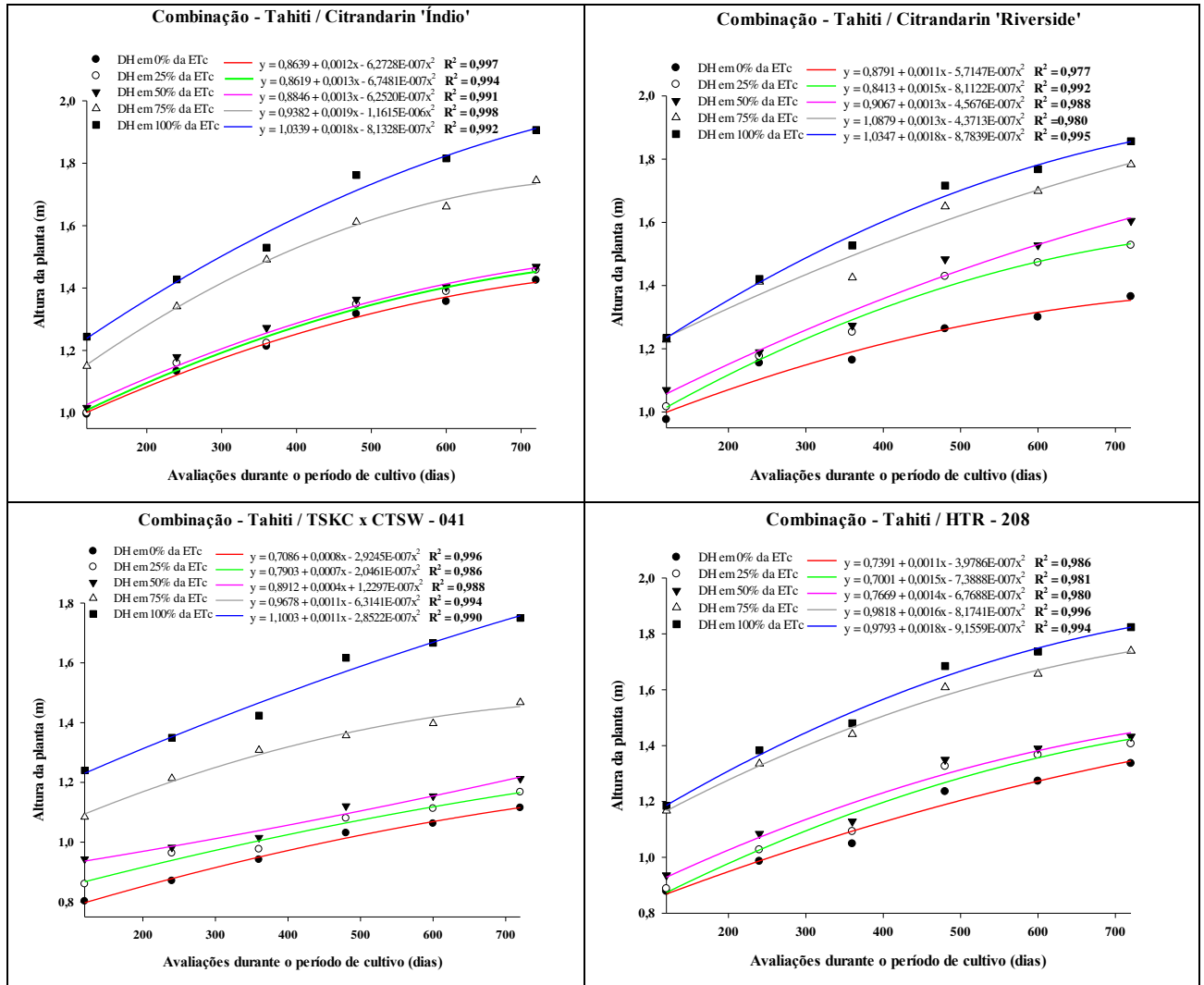
Nos dados referentes à altura de plantas, observou-se comportamento quadrático para todas as combinações copa/porta-enxerto, formando curva de crescimento através do método de regressão, apresentado na figura 15. Verifica-se que o fator disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc, exerceu influência significativa para altura do genótipo estudado.

A união do genótipo limeira ácida 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] com os porta-enxertos citrandarins 'Indio' e 'Riverside', proporcionaram alturas acima de 1,2 m para o nível de disponibilidade hídrica em 0% da ETc ao final do período avaliado. Verifica-se que esses valores são superiores aos encontrados para os porta-enxertos TSKC x CTSW - 041 (P3) e HTR - 208 (P4) submetidos ao maior nível de disponibilidade hídrica (100% de DH) da ETc para o período inicial de avaliação do experimento. Desde modo, evidencia-se o grande potencial desses genótipos para região de cerrado no estado do Tocantins.

O ganho esperado no desempenho da copa está em função da eficiência do porta-enxerto utilizado e da afinidade dos tecidos de ambos. Esta compatibilidade é fundamental para o sucesso de um pomar comercial ao longo do tempo. Associa-se a compatibilidade entre copas e porta-enxertos à uniformidade nos diâmetros dos troncos próximos à linha de enxertia. Entretanto, os troncos dos porta-enxertos como o trifoliata e seus híbridos, que geralmente apresentam um diâmetro maior que os de suas copas, são compatíveis com um grande número de espécies cítricas (CARLOS et al. 1997).

Ao se analisar à altura de plantas, verificou-se efeito isolado do fator disponibilidade hídrica (DH) e do fator combinação copa/porta-enxerto em todos os períodos avaliados. Entretanto, com a continuidade dos tratamentos em diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), observou-se que nos períodos de 240 a 720 dias ocorreu interação entre os fatores estudados, evidenciando-se a partir daquela avaliação que o efeito sobre a altura da planta dependeu da influência do nível de disponibilidade hídrica (DH) sobre os genótipos, proporcionando efeito diferenciado entre os genótipos, demonstrando comportamento distinto quanto à tolerância ao estresse hídrico (Tabela 10).

Figura 15. Representação do incremento no crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] sob quatro porta-enxertos em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



Durante todo o período de avaliação, verificou-se não existir crescimento com diferenças significativas entre as combinações copa/porta-enxerto para os níveis de disponibilidade hídrica em 0%, 75% e 100% da ETC. As culturas cítricas, tal como tantas outras culturas, passam por períodos de estresse que diminuem e até paralisam seu crescimento (MATTOS JUNIOR et. al., 2005).

Os genótipos citrandarin ‘Índio’ (P1) e citrandarin ‘Riverside’ (P2) obtiveram os maiores crescimentos para todos os níveis de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETC em todos os períodos avaliados. Esses resultados corroboram com o estudo realizado por Rodrigues et al. (2016), em que os citrandarins ‘Índio’ e ‘Riverside’ estavam entre os genótipos que apresentaram maiores alturas.

Tabela 10. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
120	P1	0.99 aA	1.00 aA	1.01 aA	1.15 aA	1.24 aA
	P2	0.97 aA	1.01 abA	1.07 abA	1.22 abA	1.23 bA
	P3	0.80 aA	0.86 abA	0.94 abA	1.08 bcA	1.24 cA
	P4	0.87 aA	0.88 aA	0.93 abA	1.16 bA	1.18 bA
240	P1	1.13 aA	1.15 abB	1.17 abA	1.34 abA	1.42 bA
	P2	1.15 aA	1.17 aB	1.18 aA	1.41 aA	1.42 aA
	P3	0.87 aA	0.96 abA	0.98 abA	1.21 bcA	1.35 cA
	P4	0.98 aA	1.02 aAB	1.08 abA	1.33 bcA	1.38 cA
360	P1	1.21 aA	1.22 aB	1.27 abA	1.49 abA	1.52 bA
	P2	1.16 aA	1.25 abB	1.27 abA	1.42 abA	1.52 bA
	P3	0.94 aA	0.97 aA	1.01 abA	1.30 bcA	1.42 cA
	P4	1.04 aA	1.09 aAB	1.12 aA	1.44 bA	1.48 bA
480	P1	1.31 aA	1.34 aAB	1.36 aAB	1.61 abA	1.76 bA
	P2	1.26 aA	1.42 abB	1.48 abB	1.65 bA	1.71 bA
	P3	1.03 aA	1.08 aA	1.12 aA	1.35 abA	1.61 bA
	P4	1.23 aA	1.32 abAB	1.35 abcAB	1.60 bcA	1.68 cA
600	P1	1.35 aA	1.38 aAB	1.40 aAB	1.66 abA	1.81 bA
	P2	1.30 aA	1.47 abB	1.52 abB	1.69 bA	1.76 bA
	P3	1.06 aA	1.11 aA	1.15 aA	1.39 abA	1.66 bA
	P4	1.27 aA	1.36 abAB	1.39 abcAB	1.65 bcA	1.73 cA
720	P1	1.42 aA	1.45 aA	1.46 aAB	1.74 abA	1.90 bA
	P2	1.36 aA	1.52 abA	1.60 abB	1.78 bA	1.85 bA
	P3	1.11 aA	1.16 aA	1.21 aA	1.46 abA	1.75 bA
	P4	1.33 aA	1.40 abA	1.43 abAB	1.73 bcA	1.82 cA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

É possível observar crescimento com diferença significativa em todos os períodos avaliados para disponibilidade hídrica (DH) a partir de 25% da ETc em cada combinação copa/porta-enxerto. Evidenciando que os níveis 25% e 50% foram os que proporcionaram maiores interações entre os tratamentos e as combinações copa/porta-enxertos. Lacerda (2000) relata que a habilidade para minimizar o efeito negativo de um fator estressor está na dependência do genótipo utilizado; nesse sentido, a seleção de materiais bem adaptados a condições de estresse e com alta produtividade, em 3 diferentes tipos de ambiente, é um dos

objetivos do melhoramento de plantas. No entanto, a seleção pode ser prejudicada pela interação genótipo x ambiente, resultando em comportamento variável dos materiais cultivados (BUENO et al., 2006)

Segundo Mattos Junior et. al., 2005, especificamente nessas espécies se ressalta que, da implantação à colheita, a mesma é submetida a contínuos e variados estresses de natureza biótica e abiótica de diferentes intensidades, associados às condições climáticas e edáficas; nos casos de estresses hídricos, estes se relacionam principalmente com a presença de água no solo em épocas e quantidades apropriadas. Acrescenta-se que a necessidade de água das plantas cítricas varia com a espécie, sistema de plantio, estágio de desenvolvimento, idade e condições climáticas, que afetam as características de absorção e transporte de água na planta, movimento dos estômatos e transpiração.

A diminuição do efeito da disponibilidade hídrica sobre a altura das plantas, sugeriu adaptação das plantas quando o estresse hídrico foi menos intenso, estando correlacionado pela influência dos genótipos.

As maiores taxas de crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] foram observadas nos genótipos citrandarin ‘Índio’ (P1), citrandarin ‘Riverside’ (P2) e no híbrido HTR - 208 (P4) em todos os períodos avaliados (Tabela 11).

O genótipo TSKC x CTSW - 041 de modo geral obteve as menores taxas de crescimento em altura, com redução em 33,57% entre o TCR-1 e TCR-2, e um incremento na taxa de crescimento em 31,38% entre o TCR-2 e TCR-3. É oportuno relatar que, mesmo se considerada as alterações morfofisiológicas, como meios de evitar os efeitos negativos da deficiência hídrica, as plantas têm decréscimos na acumulação de fitomassa, diminuição na taxa de crescimento da planta (MACHADO et al., 2010), porém, neste estudo as plantas de maneira geral tiveram impactos, embora com menor intensidade, os efeitos do estresse.

Conceitualmente, a análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento de uma planta ou de qualquer órgão é função de seu tamanho inicial (BENINCASA, 2003). Assim, a taxa de crescimento relativo é indicada como a medida mais precisa, uma vez que avalia o novo material alocado na planta, considerando o material previamente existente, de forma que o crescimento é proporcional ao tamanho da planta e da sua capacidade fotossintética (LIMA et al., 2007). Nesse sentido podem ser atribuídas ao genótipo HTR - 208 (P4), maior capacidade e eficiência fotossintética, considerando-se o efeito da disponibilidade hídrica.

Passos et al. (2006) relataram que híbridos trifoliados têm melhor adaptação às condições subtropicais ou temperadas e são mais indicados para condições tropicais.

Tabela 11. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) na altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	TCR-1	TCR-2	TCR-3	TCR-4	TCR-5	TCR-F
P1	1.209 ⁻³ a	7.75 ⁻⁴ a	1.186 ⁻³ a	2.48 ⁻⁴ b	4.02 ⁻⁴ a	6.59 ⁻⁴ b
P2	1.225 ⁻³ a	6.28 ⁻⁴ a	1.376 ⁻³ a	2.45 ⁻⁴ ab	4.01 ⁻⁴ a	6.70 ⁻⁴ b
P3	9.71 ⁻⁴ a	6.45 ⁻⁴ a	9.40 ⁻⁴ a	2.28 ⁻⁴ a	3.73 ⁻⁴ a	4.91 ⁻⁴ a
P4	1.243 ⁻³ a	6.59 ⁻⁴ a	1.421 ⁻³ a	2.49 ⁻⁴ b	4.01 ⁻⁴ a	7.07 ⁻⁴ b

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; TCR-1 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 240 dias de cultivo; TCR-2 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 240 a 360 dias de cultivo; TCR-3 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 360 a 480 dias de cultivo; TCR-4 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 480 a 600 dias de cultivo; TCR-5 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 600 a 720 dias de cultivo e TCR-F = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 720 dias de cultivo.

Observa-se na tabela 12 os resultados da taxa de crescimento em altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka], sendo úteis para se conhecer o efeito da disponibilidade hídrica (DH) na altura de plantas, tendo como base quanto já havia crescido antes (crescimento relativo), identificando-se os genótipos com maior tolerância ao estresse em diferentes níveis de disponibilidade hídrica em função da ETc.

Em todos os genótipos, constatou-se aumento da taxa de crescimento da altura em função da disponibilidade hídrica (DH). A literatura relata (ALVÉS JÚNIOR et al., 2005; FRAGA JÚNIOR et al. 2012) que o crescimento vegetativo é altamente afetado por menor disponibilidade hídrica e energética. Não foi observado diferença significativa entre os porta-enxertos para os níveis de disponibilidade hídrica 0%, 25% e 50% da ETc, nota-se no entanto que as maiores médias das taxas de crescimento foram obtidas pelo genótipo HTR - 208 (P4), sendo inferior ao genótipo citrandarin ‘Riverside’ (P2) apenas para a disponibilidade hídrica em 100% da ETc.

O volume de copa das plantas foi dependente da interação entre os porta-enxertos utilizados e os níveis de disponibilidade hídrica em função da ETc. Os porta-enxertos que proporcionaram maiores volumes de copa, em ordem decrescente foram citrandarin

‘Riverside’ (P2), citrandarin ‘Índio’ (P1) e TSKC x CTSW – 041 (P3) para o nível de disponibilidade hídrica (DH) em 100% da ETc (Figura 16).

Tabela 12. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) na altura da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.

DISPONIBILIDADE		COMBINAÇÃO COPA/PORTA-ENXERTO			
HÍDRICA					
DH	P1	P2	P3	P4	
0%	5.71 ⁻⁴ aA	5.63 ⁻⁴ aA	4.51 ⁻⁴ aA	5.74 ⁻⁴ aA	
25%	6.42 ⁻⁴ aA	6.30 ⁻⁴ aA	4.55 ⁻⁴ aA	6.63 ⁻⁴ aA	
50%	6.59 ⁻⁴ aA	6.63 ⁻⁴ aA	4.58 ⁻⁴ aA	7.27 ⁻⁴ aA	
75%	7.07 ⁻⁴ aB	6.73 ⁻⁴ aAB	5.13 ⁻⁴ aA	7.82 ⁻⁴ aB	
100%	7.15 ⁻⁴ aA	8.19 ⁻⁴ aB	5.76 ⁻⁴ aA	7.90 ⁻⁴ aA	

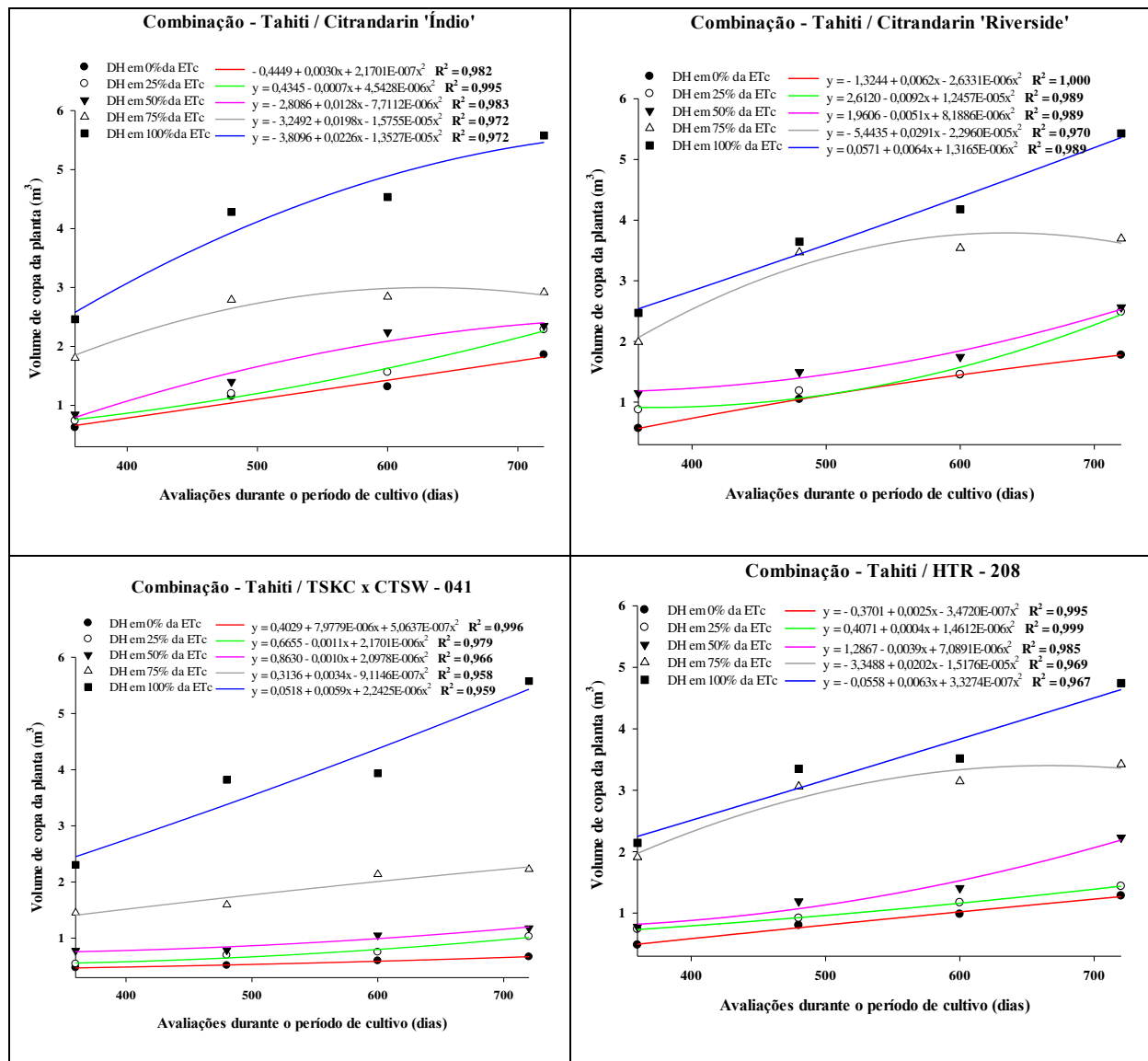
*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na linha para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

Dentro do nível de disponibilidade hídrica em 75% da ETc, os genótipos que obtiveram os maiores volumes em ordem decrescente foram, citrandarin ‘Riverside’ (P2), HTR - 208 (P4) e citrandarin ‘Índio’ (P1). Observa-se que esses genótipos apresentaram desempenhos semelhantes para os níveis de disponibilidade hídrica em 0%, 25% e 50%, não ultrapassando 2m³ de volume de copa.

O genótipo TSKC x CTSW – 041 (P3) obteve os menores volumes de copa para os níveis de disponibilidade hídrica em 75%, 50%, 25% e 0%, ressalte-se que o volume de copa menor desse genótipo, não o caracteriza precisamente como sensível, pois sob estresse esse genótipo não denotou redução significativa no crescimento enquanto nos genótipos de melhor classificação os decréscimos foram superiores a 30% em relação à condição de cultivo com maior disponibilidade hídrica. Rodrigues et al. (2018) verificaram que o citrandarin ‘Índio’ e o híbrido TSKC x CTSW - 041 obtiveram as menores alturas e apresentaram as maiores eficiências na produção do estudo realizado. A eficiência produtiva mede a produção de frutos

por volume de copa (LIMA et al., 2014). Quanto maior a produção por volume de copa maiores são as chances de se adotar altas densidades de plantio com consequente aumento de produtividade.

Figura 16. Efeito da disponibilidade hídrica (%) no crescimento do volume de copa da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] sob quatro porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



As combinações entre variedade copa e porta-enxerto, que resultem em menor altura e volume de copa são desejáveis, uma vez que essa redução no porte facilita os tratos culturais e a colheita permitindo aumento na densidade de plantio. O aumento na densidade de plantio tem resultado em aumento da produtividade não interferindo na qualidade dos frutos,

independente das copas e porta-enxertos na cultura dos citros (TEÓFILO SOBRINHO et al., 1992; TEÓFILO SOBRINHO et al., 2002).

Dessa forma, de acordo com os resultados observados é possível presumir que outras variedades de porta-enxerto apresentam potencialidade iguais ou superiores as encontradas nesse estudo, haja vista que são necessárias avaliações sobre a produção de frutos por cinco anos para que resultados conclusivos possam ser recomendados ao setor produtivo (SOARES FILHO, 2015).

5.2 Parâmetros morfológicos de pomar da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] em combinação com seis porta-enxertos no município de Dianópolis - TO

A laranjeira Pêra é uma das cultivares de laranja doce mais plantadas no Brasil, devido a sua versatilidade de uso tanto na indústria quanto para o consumo in natura. O limoeiro Cravo é ainda o porta-enxerto mais utilizado em extensas áreas de produção e sua diversificação tem sido recomendada, principalmente após o surgimento do declínio e da morte súbita (POMPEU JUNIOR e BLUMER, 2008).

A diversificação de porta-enxertos para a laranjeira Pêra tem sido mais restrita quando relacionada às demais cultivares de laranjeiras, por sua reportada incompatibilidade com o *Poncirus trifoliata* e seus híbridos, como o citrumeleiro Swingle, além de outros porta-enxertos, como o limoeiro Volkameriano (DONADIO, 1999).

Em qualquer lugar que as plantas cresçam e se desenvolvam, estarão sujeitas a condições de múltiplas adversidades, conhecidas como estresse, termo definido como “desvio das condições ótimas para o crescimento, os quais limitarão, além do próprio crescimento, o seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência” (LARCHER, 2006). O porta-enxerto exerce uma influência direta sobre as copas na adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, na tolerância às enfermidades virais ou fúngicas e nos níveis de produção e qualidade de fruta (BRAVO e GALLARDO, 1994).

Em sua grande maioria a exploração de citros é realizada em condições de sequeiro, e a deficiência hídrica é um dos fatores mais limitantes à produção (CRUZ, 2003). O déficit hídrico é produzido quando a absorção de água pelas raízes não é suficiente para atender de forma completa a demanda transpiratória da planta. A água é um fator de produção agrícola que influencia em todos os processos fisiológicos, sem a qual as plantas não conseguem expressar o seu potencial genético, exercendo também grande influência na resistência do solo à penetração radicular, que é função do conteúdo de água.

5.2.1 Crescimento de seis porta-enxertos em combinação com a copa da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense.

A água exerce fundamental importância no crescimento das plantas, tornando-se o fator que mais limita a produtividade agrícola, uma vez que o déficit hídrico pode influenciar no metabolismo (BEGG e TURNER, 1976, CRUZ et al., 2005) e na estrutura das plantas (BIANCHI et al., 2016). Além disso, a escassez de água é um fenômeno com ocorrência registrada em grandes áreas cultivadas (NOGUEIRA et al., 2001). A água disponível às plantas é considerada em função do teor de água presente entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murchamento permanente (PMP) (REICHARDT e TIMM, 2012).

O efeito dos diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) promoveram crescimento nos diâmetros dos porta-enxertos em função da quantidade de água aplicada nas plantas. Através do processo de regressão, verificou-se comportamento quadrático, onde os modelos matemáticos de ajustes expressam curva de crescimento para cada nível de disponibilidade hídrica em função do período de avaliação do cultivo (Figura 17).

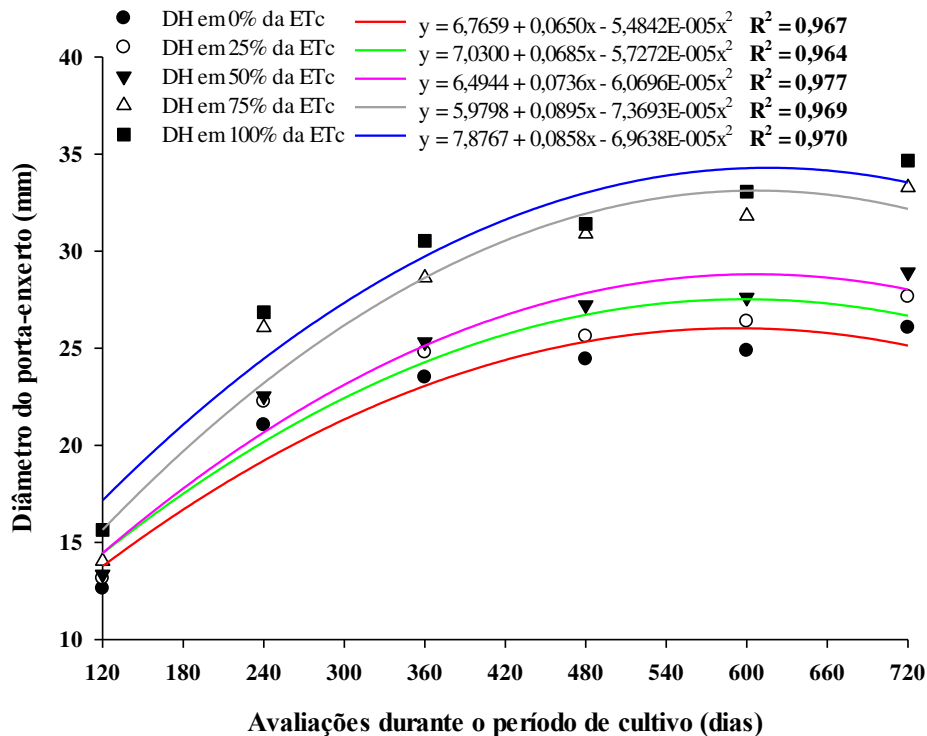
Nota-se que as maiores médias foram obtidas pelas plantas submetidas ao nível de disponibilidade hídrica (DH) em 100% da ETc, acreditando que esse nível possibilitou condições ótimas para o seu crescimento. A água é absorvida pelas células, gera no interior destas, uma força conhecida como turgor, a qual é importante em processos fisiológicos, como o alongamento celular, trocas gasosas nas folhas e transporte no floema (KERBAUY, 2009). Uma menor quantidade de água pode reduzir a pressão de turgor e, em consequência, o fluxo de seiva pelos vasos condutores, fato que influencia diretamente no crescimento e no crescimento das plantas.

No teste de médias para o incremento de fitomassa no diâmetro dos porta-enxertos, observou-se diferenças significativas para todo o período de cultivo (Tabela 13). Nota-se que os genótipos citrandarin ‘Índio’ (P1), citrandarin ‘Riverside’ (P2) e TSKC x CTSW - 041 (P3) não apresentaram diferenças significativas entre 120 e 720 dias, obtendo desempenho intermediário, quando comparados aos genótipos HTR - 208 (P4) e Cravo Santa Cruz (P5) que obtiveram as maiores médias. Já o porta-enxerto Sunki Tropical (P6) apresentou menor desempenho, obtendo as menores médias para o período avaliado.

Esses resultados divergem dos encontrados por Ferreira et al. (2018), avaliando parâmetros morfológicos iniciais do comportamento da laranja Pera [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], em combinação com seis porta-enxertos, identificaram os melhores resultados em

diâmetro do porta-enxerto os genótipos citrandarin ‘Riverside’ e a tangerineira ‘Sunki Tropical’.

Figura 17. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em diâmetro dos porta-enxertos em combinações com a copa da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



Rodrigues et al. (2015) avaliando atributos de frutos e a propagação de porta-enxertos híbridos de citros bem como de variedades comerciais em ambiente protegido, e no estudo de Rodrigues et al. (2016) para avaliar a produção de mudas de laranjeiras doces ‘Pera’ e ‘Westin’, tangerineira-tangor ‘Piemonte’ e limeira-ácida ‘Tahiti’ enxertadas em 14 porta-enxertos de citros em viveiro protegido. Identificaram no primeiro estudo o porta-enxerto Sunki Tropical entre os genótipos que apresentaram maiores diâmetros. Já no segundo estudo, classificaram esse genótipo em um grupo intermediário para a variável diâmetro do porta-enxerto.

Em estudo realizado por Costa (2019), avaliando o desempenho horticultural e tolerância à seca de laranjeira “Valência” sobre porta-enxertos híbridos de citros na região norte do Estado de São Paulo, constatou que os genótipos Cravo Santa Cruz (P5), citrandarin ‘Índio’ (P1), citrandarin ‘Riverside’ (P2) e TSKC x CTSW - 041 (P3) estão entre os que

apresentaram melhor desempenho, sendo resultados semelhantes aos obtidos nesse trabalho (Figura 18).

Tabela 13. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), Dianópolis-TO, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	120 dias	240 dias	360 dias	480 dias	600 dias	720 dias
P1	14.05 bc	24.65 cd	27.70 cd	27.78 bc	29.39 bc	30.83 bc
P2	12.82 abc	22.75 bc	25.44 bc	26.78 b	27.58 b	28.96 b
P3	12.55 ab	20.88 ab	23.50 b	25.09 ab	25.84 ab	26.96 ab
P4	14.48 c	26.36 d	29.74 de	31.41 cd	32.35 cd	33.89 cd
P5	17.65 d	29.65 e	32.92 e	34.85 d	35.39 d	37.11 d
P6	10.99 a	18.19 a	19.92 a	21.63 a	21.94 a	22.92 a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Não constatou diferença significativa para os níveis de disponibilidade hídrica em 0%, 25%, 50% e 75% da ETc no período de 120 dias após a adaptação em campo (Tabela 14), observando diferença significativa apenas para 100% da disponibilidade hídrica (DH) nesse período. Provavelmente isso ocorreu devido todas as combinações receberem 100% de disponibilidade hídrica durante o período de adaptação, e findado o período, coincidiu com a estação chuvosa, necessitando apenas de complementação hídrica.

Ao se analisar o crescimento do diâmetro de todas as combinações em função da disponibilidade hídrica, verifica existir resposta significativa a partir da disponibilidade em 25% da ETc, demonstrando existir influência direta do nível de disponibilidade hídrica (DH). Neves e Trombin (2017) afirmam que a tolerância à seca é uma das mais importantes características que um porta-enxerto de citros deve possuir, seja pela maior adaptabilidade a diversos ambientes e formas de cultivo no mundo, seja pela necessidade específica da citricultura brasileira em que o ambiente de produção nem sempre permite o uso de irrigação.

Figura 18. Representação do incremento no crescimento em diâmetro de seis porta-enxertos em combinação com a copa da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

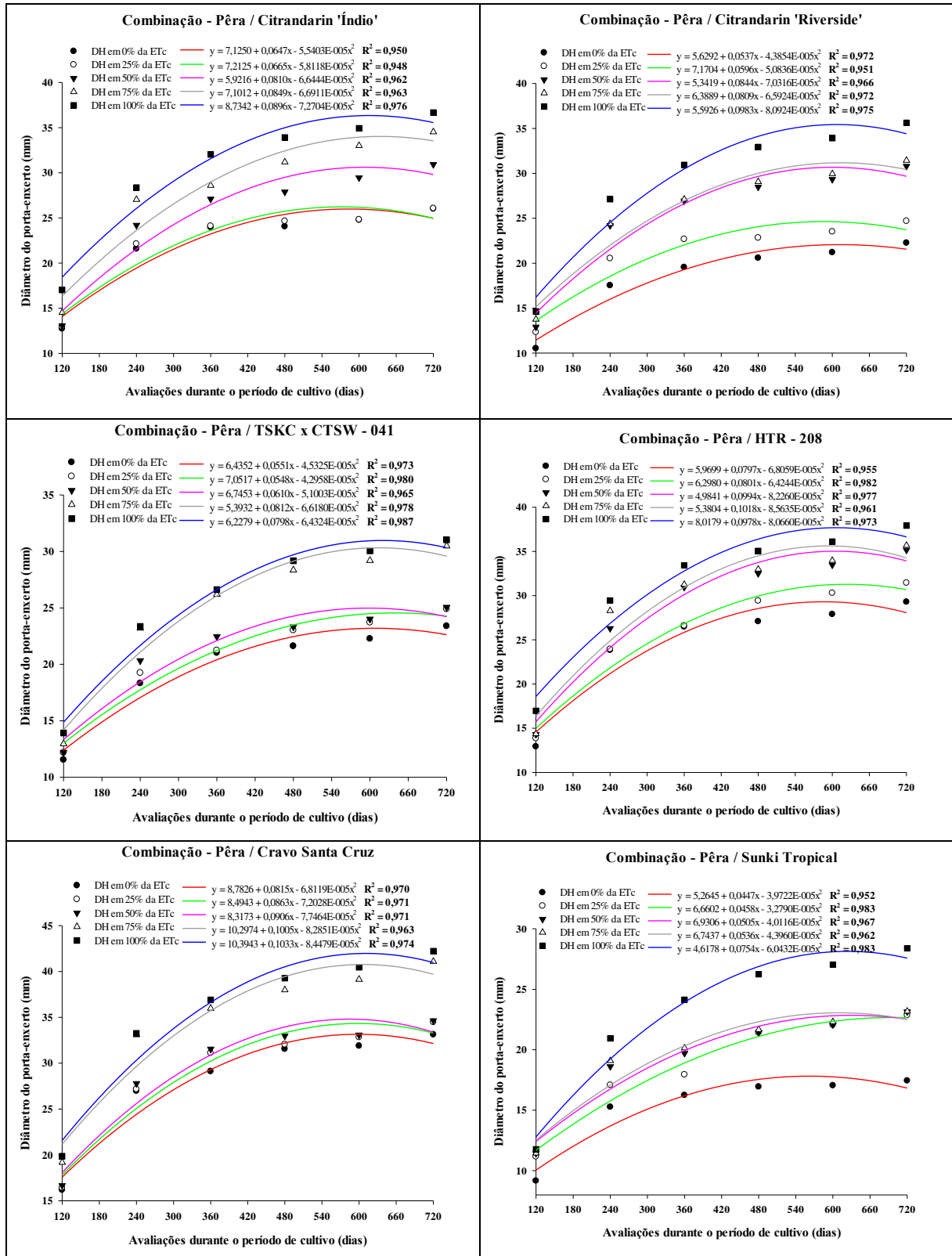


Tabela 14. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA Etc				
		0%	25%	50%	75%	100%
120	P1	12.72 aABC	12.94 aAB	13.06 abAB	14.52 abBC	17.02 bA
	P2	10.51 aAB	12.32 abAB	12.89 abAB	13.74 abAB	14.63 bA
	P3	11.53 aAB	12.16 aA	12.19 aA	12.96 aAB	13.92 aA
	P4	12.92 aBC	13.84 abAB	14.29 abAB	14.36 abBC	16.97 bA
	P5	16.17 aC	16.41 aB	16.66 aB	19.16 aC	19.85 aB
	P6	9.15 aA	11.16 aA	11.42 aA	11.45 aA	11.76 aA
240	P1	21.57 aABC	22.11 abBC	24.19 abAB	27.03 abBC	28.36 bABC
	P2	17.52 aAB	20.53 abABC	24.19 bcAB	24.39 bcAB	27.13 cABC
	P3	18.31 aAB	19.23 aAB	20.32 aA	23.19 aAB	23.35 aAB
	P4	23.83 aBC	23.93 aBC	26.28 aAB	28.29 aBC	29.45 aBC
	P5	26.96 aC	27.16 aC	27.77 aB	33.08 aC	33.25 aC
	P6	15.26 aA	17.07 aA	18.61 aA	19.08 aA	20.94 aA
360	P1	23.95 aABC	24.09 aBC	27.09 abAB	28.60 abBC	32.03 bBC
	P2	19.54 aAB	22.67 abABC	26.93 bcAB	27.12 bcAB	30.94 cABC
	P3	21.02 aAB	21.23 aAB	22.45 aA	26.19 aAB	26.61 aAB
	P4	26.47 aBC	26.59 aC	30.95 aB	31.26 aBC	33.42 aBC
	P5	29.10 aC	31.10 abC	31.54 abB	35.97 abC	36.90 bC
	P6	16.23 aA	17.93 aA	19.70 aA	20.13 aA	24.13 aA
480	P1	24.04 aABC	24.64 aAB	27.88 abAB	31.18 abB	33.91 bABC
	P2	20.58 aA	22.82 abA	28.48 abcAB	29.06 bcAB	32.93 cAB
	P3	21.61 aAB	23.01 aA	23.31 aA	28.34 aAB	29.18 aAB
	P4	27.08 aBC	29.41 aB	32.50 aB	32.98 aBC	35.06 aBC
	P5	31.55 aC	32.03 aB	32.99 aB	37.99 aC	39.28 aC
	P6	16.93 aA	21.40 abA	21.43 abA	21.66 abA	26.24 bA
600	P1	24.76 aABC	24.81 aAB	29.45 abAB	32.99 abBC	34.93 bABC
	P2	21.20 aA	23.51 abA	29.33 abcAB	29.94 bcAB	33.92 cABC
	P3	22.25 aAB	23.70 aAB	24.01 aA	29.19 aAB	30.05 aAB
	P4	27.89 aBC	30.29 aBC	33.47 aB	33.97 aBC	36.11 aBC
	P5	31.88 aC	32.83 abC	33.08 abB	39.13 abC	40.46 bC
	P6	17.04 aA	22.04 abA	22.07 abA	22.31 abA	27.03 bA
720	P1	26.00 aABC	26.05 aAB	30.93 abAB	34.52 abBC	36.67 bABC
	P2	22.26 aA	24.68 abAB	30.80 abcAB	31.43 bcAB	35.62 cABC
	P3	23.37 aAB	24.89 aAB	25.06 aAB	30.48 aAB	31.02 aAB
	P4	29.29 aBC	31.44 aBC	35.14 aB	35.68 aBC	37.92 aBC
	P5	33.12 aC	34.48 abC	34.64 abB	41.09 abC	42.21 bC
	P6	17.43 aA	22.84 abA	23.14 abA	23.18 abA	28.38 bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x

CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

O porta-enxerto Cravo Santa Cruz (P5) apresentou o melhor desempenho em todos os períodos avaliados, confirmando ser genótipo promissor ao enxerto da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], em regiões de cerrado. Observa-se ainda que os genótipos citrandarin ‘Índio’ (P1), citrandarin ‘Riverside’ (P2) e TSKC x CTSW – 041 (P3) não apresentaram diferença significativa para o crescimento do diâmetro em nenhuma das épocas avaliadas. Carlos et al. (1997) afirmaram que é o porta-enxerto que induz a melhor qualidade aos frutos e menor copa às plantas nele enxertadas.

Ao se considerar a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro do porta-enxerto, verifica-se que o genótipo citrandarin ‘Índio’ (P1) obteve as maiores médias para o TCR-3 e TCR-4, quando comparadas as médias obtidas pelo porta-enxerto Cravo Santa Cruz (P5), verifica-se aumento em 53,48% no TCR-3 e 77,21% no TCR-4, mostrando possuir um alto desempenho assimilatório (Tabela 15).

Tabela 15. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a copa da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), Dianópolis-TO, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	TCR-1	TCR-2	TCR-3	TCR-4	TCR-5	TCR-F
P1	47.44 ⁻⁴ ab	10.40 ⁻⁴ ab	15.05 ⁻⁴ b	10.62 ⁻⁴ b	3.87 ⁻⁴ a	13.10 ⁻⁴ ab
P2	45.41 ⁻⁴ ab	9.41 ⁻⁴ ab	5.00 ⁻⁴ a	2.34 ⁻⁴ a	3.86 ⁻⁴ a	12.81 ⁻⁴ ab
P3	42.45 ⁻⁴ a	11.69 ⁻⁴ b	6.81 ⁻⁴ a	2.38 ⁻⁴ a	3.88 ⁻⁴ a	12.50 ⁻⁴ ab
P4	50.97 ⁻⁴ b	10.27 ⁻⁴ ab	6.23 ⁻⁴ a	2.46 ⁻⁴ a	4.09 ⁻⁴ a	14.34 ⁻⁴ b
P5	44.13 ⁻⁴ ab	12.40 ⁻⁴ b	7.00 ⁻⁴ a	2.42 ⁻⁴ a	3.97 ⁻⁴ a	12.60 ⁻⁴ ab
P6	39.90 ⁻⁴ a	7.89 ⁻⁴ a	7.69 ⁻⁴ a	2.18 ⁻⁴ a	3.68 ⁻⁴ a	11.45 ⁻⁴ a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.); TCR-1 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 240 dias de cultivo; TCR-2 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 240 a 360 dias de cultivo; TCR-3 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 360 a 480 dias de cultivo; TCR-4 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 480 a 600 dias de cultivo; TCR-5 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 600 a 720 dias de cultivo e TCR-F = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 720 dias de cultivo.

De acordo com os dados apresentados na tabela 16, os níveis de disponibilidade hídrica promoveram acréscimos na taxa de crescimento relativo no diâmetro do porta-enxerto, ao se comparar as taxas do porta-enxerto Sunki Tropical (P6) sob os níveis de 0% e 100%, verifica-se de 47,56%, esse aumento é decorrente do déficit hídrico que provoca redução na turgescência celular e diminuindo o crescimento (TAIZ E ZEIGER, 2009). Os porta-enxertos citrandarin ‘Índio’ (P1), citrandarin ‘Riverside’ (P2), TSKC x CTSW - 041 (P3) e HTR - 208 (P4) obtiveram, 37,64%; 34,75%; 27,01% e 31,92%, respectivamente. Já o genótipo Cravo Santa Cruz (P6), obteve apenas 0,06%, apresentando alta eficiência sintetizante para os mesmos níveis de disponibilidade hídrica.

Tabela 16. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro dos porta-enxertos (DPE) em combinações com a laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.

DISPONIBILIDADE HÍDRICA	COMBINAÇÃO COPA/PORTA-ENXERTO						
	DH	P1	P2	P3	P4	P5	P6
0%		10.65 ⁻⁴ aAB	10.42 ⁻⁴ aAB	10.65 ⁻⁴ aAB	11.86 ⁻⁴ aAB	12.13 ⁻⁴ aB	7.98 ⁻⁴ aA
25%		12.25 ⁻⁴ aB	11.46 ⁻⁴ abAB	11.97 ⁻⁴ aAB	12.13 ⁻⁴ aB	12.49 ⁻⁴ aB	10.85 ⁻⁴ abA
50%		12.56 ⁻⁴ abA	11.59 ⁻⁴ abA	12.05 ⁻⁴ aA	12.93 ⁻⁴ abA	12.52 ⁻⁴ aA	11.16 ⁻⁴ abA
75%		12.98 ⁻⁴ abA	14.59 ⁻⁴ abA	13.23 ⁻⁴ aA	17.35 ⁻⁴ bA	12.91 ⁻⁴ aA	12.04 ⁻⁴ abA
100%		17.08 ⁻⁴ bA	15.97 ⁻⁴ bA	14.59 ⁻⁴ aA	17.42 ⁻⁴ bA	12.92 ⁻⁴ aA	15.22 ⁻⁴ bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na linha para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

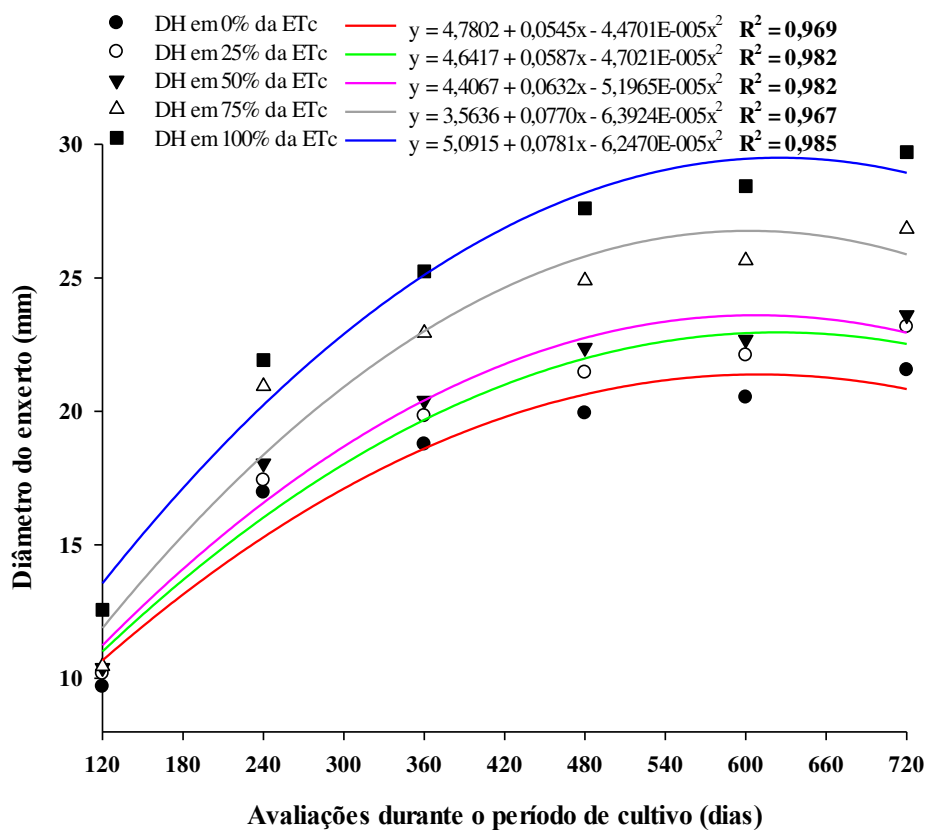
5.2.2 Crescimento do diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] em seis porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense

Por meio das equações de regressão (Figura 19) nota-se que o efeito foi crescente de forma quadrática, ocorrendo incremento no diâmetro do enxerto em torno de 60,00% por aumento da disponibilidade hídrica entre 0% e 100% da ETc. Estudos revelam que efeito do

estresse hídrico em plantas, proporcionam redução no incremento do caule, influenciando no crescimento e na produtividade de indivíduos submetidos a menor disponibilidade hídrica (SIQUEIRA e SILVA, 2000).

O diâmetro do caule em todas combinações copa/porta-enxerto, foi mais afetado na disponibilidade hídrica em 0% da ETc, desta forma, a redução no crescimento, em resposta ao decréscimo da disponibilidade de água no solo, pode ser atribuída à diminuição da atividade fotossintética, pelo fechamento estomático (KRAMER e BOYER, 1995).

Figura 19. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em diâmetro no enxerto da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] sob diferentes porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



O diâmetro do caule representa um dos fatores de grande importância na avaliação de porta-enxertos em que, quanto maior o crescimento em diâmetro, dá-se a possibilidade da redução do período de produção do porta-enxerto além da realização da enxertia, fato evidenciado em alguns genótipos estudados (Tabelas 17 e 13).

Acredita-se que o porta-enxerto possa influenciar mais de 20 características hortícolas, dentre as principais: vigor, adaptações as condições de solo, como excesso de

água, salinidade e resistência ou tolerância a patógenos de solo, profundidade de raiz, tolerância ao frio (CASTLE, 1995), características relacionadas ao fruto: produção, coloração e rendimento de suco, concentrações de ácido e sólidos solúveis, tamanho e coloração do fruto (CASTLE, 1995; FELLERS, 1985).

Em todas as combinações copa/porta-enxerto foram observadas diferenças entre o diâmetro do caule do porta-enxerto e do enxerto copa (Tabelas 17 e 13). O genótipo HTR - 208 (P4) que obteve os maiores valores para essa diferença. No entanto, essa diferença entre diâmetros não pode ser considerada, isoladamente, como um indicativo de incompatibilidade. No tecido do lenho exposto pela retirada da casca na região da enxertia não foram verificados anelamentos, depressões ou pontuações necróticas, que são sintomas típicos de incompatibilidade de enxertia já descritos por Barbasso et al. (2005), Pompeu Junior (2009) e Moraes et al. (2011). Ressalta-se que, até o momento, não foram verificados sintomas visuais de incompatibilidade em nenhuma das combinações avaliadas, apesar de existir relatos de incompatibilidade entre a copa de laranjeira 'Pêra' e alguns porta-enxertos, especialmente híbridos de *P. trifoliata* (MORAES et al., 2011).

A incompatibilidade nem sempre se expressa prontamente, sendo necessário realizar um número maior de anos em observações para se chegar a conclusões definitivas. Estudos realizados por Cristofani-Yaly et al. (2007) identificaram o desenvolvimento de sintomas típicos de incompatibilidade somente aos 4 anos de cultivo, em três dos 111 híbridos de 'Sunki' vs. *P. trifoliata* enxertados em laranjeira 'Pêra'. Já nas pesquisas envolvendo composição de copa/porta-enxerto em citros, Schinor et al. (2013), visualizou incompatibilidade em dois dos 42 híbridos de 'Sunki' vs. *P. trifoliata* avaliados aos 7 anos de idade. Com isso, acredita-se que sintomas de incompatibilidade nessas plantas podem ainda ser expressos.

Analisando o crescimento vegetativo da laranjeira 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] sob os diferentes porta-enxertos, quanto aos diâmetros de caule, acima e abaixo da enxertia (Tabelas 13 e 17), constatou-se que os índices de compatibilidade plena superior a 0,72 para todas combinações copa/porta-enxerto. Os menores valores do índice de compatibilidade foram observados no genótipo HTR - 208 (P4), variando entre 0,72 e 0,78 para os períodos iniciais e finais da avaliação. O porta-enxerto Sunki Tropical (P6), apesar de apresentar as menores médias em crescimento do diâmetro, obteve os maiores índices de compatibilidade, seguido do genótipo Cravo Santa Cruz (P5), variando entre 0,83 e 0,89; 0,80 e 0,86 respectivamente para todo o período avaliado.

Tabela 17. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	120 dias	240 dias	360 dias	480 dias	600 dias	720 dias
P1	10.71 a	19.45 b	21.43 bc	23.13 bc	23.82 bc	24.92 bc
P2	9.64 a	17.99 ab	20.25 abc	22.01 bc	22.67 bc	23.68 abc
P3	9.60 a	16.80 a	18.81 ab	20.59 ab	21.21 ab	22.20 ab
P4	10.53 a	20.19 b	22.57 c	24.55 c	25.28 c	26.45 c
P5	14.24 b	24.21 c	27.97 d	30.35 d	30.83 d	32.15 a
P6	9.19 a	15.70 a	17.55 a	18.88 a	19.45 a	20.42 a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW - 041; P4 = Porta-enxerto HTR - 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Rodrigues et al. (2016), avaliando índice de compatibilidade entre copa/porta-enxerto em citros, encontrou valores de IC de 0,72 e 0,73, para as combinações com limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e tangerineira ‘Sunki Tropical’, respectivamente, porém, com apenas 90 dias após a transplântio, valores inferiores aos obtidos no presente estudo, onde o maior período de avaliação, e as condições de cerrado, podem ter influenciado sob o resultado, que indicou alta afinidade entre a copa da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] e os respectivos porta-enxertos, sendo a afinidade plena equivalente à razão de compatibilidade igual a 1, mesmo considerando as diferentes exigências da copa e do porta-enxerto (LIMA, 2013).

A análise regressão para as médias do diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] possibilitou verificar por meio dos modelos de ajuste, o crescimento no diâmetro da variedade copa em função da disponibilidade hídrica em razão do tempo (Figura 20). Verifica-se que a disponibilidade hídrica (DH) em 75% e 100% da ETc possibilitou maior aproximação entre os rendimentos em diâmetro para combinações com os genótipos Citrandarin ‘Índio’ (P1), TSKC x CTSW - 041 (P3) e Cravo Santa Cruz (P5). Essa aproximação é verificada nos genótipos Citrandarin ‘Riverside’ (P2), HTR - 208 (P4) e Sunki Tropical (P6) nas disponibilidades hídricas (DH) em 50% e 75% da ETc.

Em situação isolada, o genótipo HTR - 208 (P4), apresentou maior aproximação dos rendimentos em diâmetro também nas disponibilidades hídricas (DH) em 0% e 25% da ETc. Isso pode estar relacionado as características genéticas do genótipo associadas as condições edafoclimáticas do cerrado, em que nas condições do experimento, apresentou menor sensibilidade ao déficit hídrico, o que o qualifica como porta-enxerto promissor para ambientes sujeitos a estiagem prolongada.

Para o genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3), observa-se certo distanciamento entre os rendimentos nos diâmetros aos níveis de disponibilidade hídrica em 75% e 100% da ETc na avaliação inicial do período de cultivo, e uma maior aproximação nos rendimentos do diâmetro ao final do período de cultivo para os níveis de disponibilidade hídrica (DH) em 0%, 25% e 50% da ETc, levando a crer em potencial de adaptabilidade à condições adversas por esse genótipo.

Observa-se ainda que o genótipo Sunki Tropical (P6) em combinação com a copa da laranjeira 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], na avaliação inicial do período de cultivo, obteve rendimentos em diâmetro próximos, para os níveis de disponibilidade hídrica (DH) em 25%, 50%, 75% e 100% da ETc, verificando acentuado rendimento do diâmetro no decorrer do período de cultivo no nível de disponibilidade hídrica em 100% da ETc.

Ferreira et al. (2018), avaliando combinações copa/porta-enxerto para laranjeira 'Pêra' no estado do Pará, verificou após 3 anos de cultivo, maiores rendimentos em diâmetro para os genótipos TSKC x CTSW - 041 e Sunki Tropical, sendo superiores aos rendimentos obtidos ao Cravo Santa Cruz. Esses resultados devem estar associados as condições climáticas do estado do Pará, que são muito diferentes, quando comparada as condições ambientais da região sudeste do Tocantins, local onde se realizou esse estudo.

No teste de médias realizado para o incremento em diâmetro da laranjeira 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], verificou-se diferenças significativas em todas combinações copa/porta-enxerto a partir dos níveis de disponibilidade hídrica (DH) em 25% da ETc para todos os períodos avaliados (Tabela 18), comportamento semelhante foi observado no crescimento dos diâmetros dos porta-enxertos visto na tabela 14.

Os maiores rendimentos em diâmetro do caule, foi observado para os genótipos Cravo Santa Cruz (P5) e HTR - 208 (P4), respectivamente, em todos os períodos avaliados. Esses rendimentos possibilitaram observar a distinção entre a adaptação e o crescimento vegetativo inicial entre as diferentes combinações copa/porta-enxerto avaliadas, ressaltando-se a forte influência que os porta-enxertos exercem sobre o vigor e o crescimento da copa enxertada (POMPEU JUNIOR et al., 1974; LIMA, 2013; RODRIGUES et al., 2016).

Figura 20. Representação do incremento no crescimento em diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] sob seis porta-enxertos em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

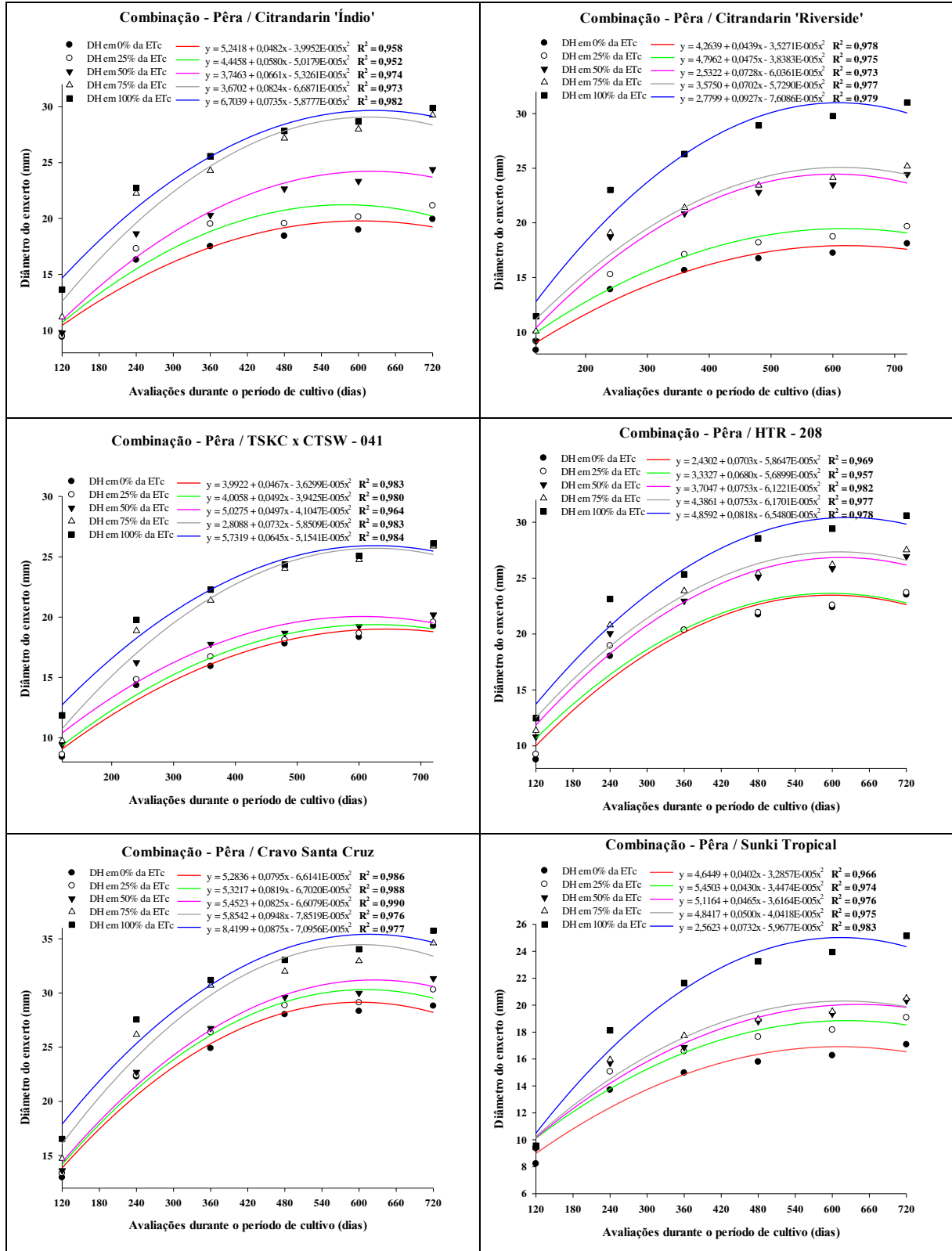


Tabela 18. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA Etc				
		0%	25%	50%	75%	100%
120	P1	9.42 aA	9.51 aA	9.78 aA	11.19 abB	13.64 bBC
	P2	8.34 aA	9.16 aA	9.18 aA	10.07 aAB	11.45 aAB
	P3	8.40 aA	8.60 abA	9.42 abA	9.74 abA	11.86 bAB
	P4	8.77 aA	9.24 abA	10.81 abAB	11.37 abB	12.48 bAB
	P5	12.97 aB	13.36 abB	13.62 abB	14.71 abC	16.53 bC
	P6	8.22 aA	9.36 aA	9.38 aA	9.42 aA	9.56 aA
240	P1	16.30 aA	17.30 abAB	18.65 abcAB	22.25 bcBC	22.74 cAB
	P2	13.89 aA	15.27 aA	18.70 abAB	19.08 abAB	23.01 bAB
	P3	14.34 aA	14.81 abA	16.23 abA	18.86 abAB	19.77 bA
	P4	18.02 aAB	18.95 aAB	20.04 aAB	20.80 aAB	23.13 aAB
	P5	22.27 aB	22.38 abB	22.70 abB	26.16 abC	27.56 bB
	P6	13.70 aA	15.05 aA	15.70 aA	15.93 aA	18.13 aA
360	P1	17.50 aA	19.52 abAB	20.30 abAB	24.28 bBC	25.57 bAB
	P2	15.64 aA	17.09 aA	20.83 abAB	21.38 abAB	26.31 bAB
	P3	15.92 aA	16.71 abA	17.76 abA	21.38 abAB	22.27 bA
	P4	20.34 aAB	20.35 aAB	22.95 aBC	23.85 aB	25.34 aAB
	P5	24.88 aB	26.36 abB	26.74 abC	30.69 abC	31.20 bB
	P6	14.96 aA	16.56 abA	16.86 abA	17.73 abA	21.64 bA
480	P1	18.43 aA	19.55 aAB	22.66 abAB	27.17 bBC	27.83 bAB
	P2	16.73 aA	18.18 abAB	22.81 abcAB	23.42 bcAB	28.91 cAB
	P3	17.79 aA	18.10 abAB	18.67 abA	24.03 abB	24.35 bA
	P4	21.74 aAB	21.92 aBC	25.09 abBC	25.44 abB	28.55 bAB
	P5	28.01 aB	28.85 aC	29.61 aC	31.99 aC	33.05 aB
	P6	15.78 aA	17.63 abA	18.80 abA	18.96 abA	23.25 bA
600	P1	18.98 aA	20.14 aAB	23.34 abAB	27.98 bBC	28.67 bAB
	P2	17.23 aA	18.72 abA	23.49 abcAB	24.13 bcAB	29.78 cAB
	P3	18.33 aA	18.64 aA	19.23 aA	24.75 a AB	25.08 aA
	P4	22.39 aAB	22.57 abAB	25.85 abBC	26.20 abBC	29.41 bAB
	P5	28.32 aB	29.11 aB	29.99 aC	32.95 aC	34.04 aB
	P6	16.25 aA	18.16 abA	19.36 abA	19.52 abA	23.94 aA
720	P1	19.93 aA	21.14 aAB	24.39 abAB	29.23 bBC	29.88 bAB
	P2	18.09 aA	19.66 aA	24.44 abAB	25.18 abAB	31.01 bAB
	P3	19.24 aA	19.57 aA	20.20 aA	25.88 aAB	26.09 aA
	P4	23.51 aAB	23.70 aAB	26.93 aAB	27.51 aBC	30.59 aAB
	P5	28.80 aB	30.29 aB	31.35 aB	34.59 aC	35.74 aB
	P6	17.07 aA	19.07 abA	20.33 abA	20.50 abA	25.14 bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x

CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Ao se avaliar a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) apresentados na tabela 19, verificou-se comportamento semelhante ao apresentado na tabela 15 para o crescimento do diâmetro dos porta-enxertos. Vale destacar o genótipo Cravo Santa Cruz (P5) que mesmo estando entre os porta-enxertos com maiores taxas de crescimento no diâmetro em todo período estudado, proporcionou a variedade copa, as menores taxas de crescimento no diâmetro para os TCR-1, TCR-3 e TCR-4. Esse fato pode estar associado as condições climáticas ocorrido nesses períodos, possibilitando condições favoráveis para todos os genótipos, e com isso proporcionando maiores incrementos ao diâmetro da variedade copa.

Tabela 19. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	TCR-1	TCR-2	TCR-3	TCR-4	TCR-5	TCR-F
P1	52.09 ⁻⁴ ab	10.84 ⁻⁴ ab	9.37 ⁻⁴ a	2.38 ⁻⁴ a	3.81 ⁻⁴ a	14.27 ⁻⁴ ab
P2	49.92 ⁻⁴ ab	10.67 ⁻⁴ ab	8.71 ⁻⁴ a	2.34 ⁻⁴ b	3.81 ⁻⁴ a	14.30 ⁻⁴ ab
P3	47.55 ⁻⁴ ab	10.82 ⁻⁴ ab	7.90 ⁻⁴ a	2.38 ⁻⁴ a	3.86 ⁻⁴ a	13.97 ⁻⁴ ab
P4	56.11 ⁻⁴ b	10.89 ⁻⁴ ab	8.24 ⁻⁴ a	2.46 ⁻⁴ a	3.94 ⁻⁴ a	15.66 ⁻⁴ b
P5	45.74 ⁻⁴ a	14.83 ⁻⁴ b	7.86 ⁻⁴ a	2.42 ⁻⁴ a	4.03 ⁻⁴ a	14.00 ⁻⁴ ab
P6	42.69 ⁻⁴ a	9.52 ⁻⁴ a	7.24 ⁻⁴ a	2.22 ⁻⁴ a	3.66 ⁻⁴ a	12.41 ⁻⁴ a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.); TCR-1 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 240 dias de cultivo; TCR-2 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 240 a 360 dias de cultivo; TCR-3 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 360 a 480 dias de cultivo; TCR-4 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 480 a 600 dias de cultivo; TCR-5 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 600 a 720 dias de cultivo e TCR-F = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 720 dias de cultivo.

Analisando o período final de avaliação do cultivo (aos 720 dias), verifica existir influência direta do nível de disponibilidade hídrica (DH) para o crescimento do diâmetro, como pode ser observado na tabela 20. Nota-se que os maiores incrementos, possibilitando diferenças significativas, ocorreram no nível 50% de disponibilidade hídrica (DH) em função ETc para os porta-enxertos citrandarin ‘Riverside’ (P2) e TSKC x CTSW - 041 (P3); no nível 75% de disponibilidade hídrica (DH) em função ETc para os porta-enxertos citrandarin ‘Riverside’ (P2), TSKC x CTSW - 041 (P3) e HTR - 208 (P4); e no nível 100% de disponibilidade hídrica (DH) em função ETc para os porta-enxertos citrandarin ‘Índio’ (P1), citrandarin ‘Riverside’ (P2), TSKC x CTSW - 041 (P3) e HTR - 208 (P4). O genótipo Cravo Santa Cruz (P5) não apresentou diferença significativa entre os níveis de disponibilidade hídrica (DH), demonstrando seu alto potencial de assimilação em condições adversas.

Tabela 20. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) no diâmetro da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.

DISPONIBILIDADE HÍDRICA	COMBINAÇÃO COPA/PORTA-ENXERTO						
	DH	P1	P2	P3	P4	P5	P6
0%		10.80 ⁻⁴ aA	10.78 ⁻⁴ aA	12.23 ⁻⁴ aA	11.94 ⁻⁴ aA	12.09 ⁻⁴ aA	9.14 ⁻⁴ aA
25%		12.85 ⁻⁴ aAB	11.62 ⁻⁴ aA	12.67 ⁻⁴ aAB	12.95 ⁻⁴ aAB	13.34 ⁻⁴ aB	10.64 ⁻⁴ aA
50%		12.98 ⁻⁴ aA	12.54 ⁻⁴ abA	13.12 ⁻⁴ abA	13.26 ⁻⁴ aA	14.32 ⁻⁴ aA	11.55 ⁻⁴ aA
75%		14.55 ⁻⁴ aA	17.38 ⁻⁴ bcA	13.71 ⁻⁴ abA	19.26 ⁻⁴ bA	15.03 ⁻⁴ aA	13.47 ⁻⁴ abA
100%		20.16 ⁻⁴ bAB	19.18 ⁻⁴ cAB	18.12 ⁻⁴ bAB	20.87 ⁻⁴ bB	15.23 ⁻⁴ aA	17.26 ⁻⁴ bAB

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na linha para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW - 041; P4 = Porta-enxerto HTR - 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

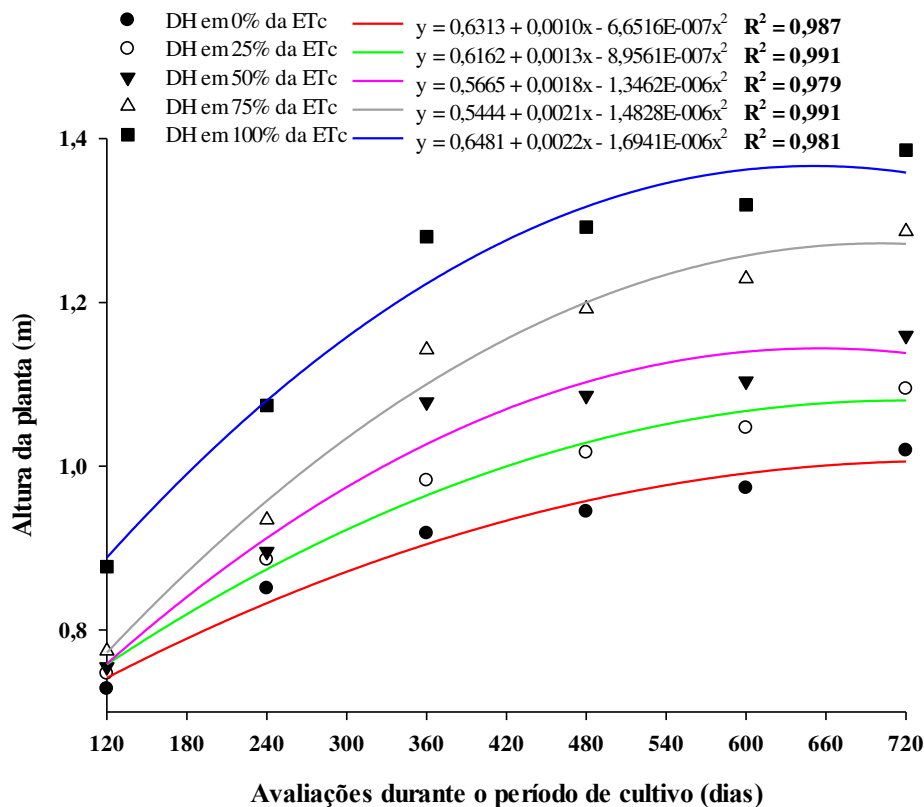
Verificou-se, dentro dos níveis de disponibilidade hídrica (DH), diferenças significativas entre as combinações copa/porta-enxerto, apenas para os níveis 25% e 100% da ETc, atribui-se esse resultado a capacidade de sintetização de cada genótipo, onde, ao nível disponibilidade hídrica (DH) 0% as plantas encontram-se em situações de extrema

adversidade, passando a ter maior disponibilidade hídrica, essas, através das características genéticas individuais, se diferenciam na capacidade assimilatória.

5.2.3 Crescimento em altura da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] em combinação com seis porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense

O crescimento em altura da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] e o crescimento em diâmetro de caule tanto do porta-enxerto, quanto do enxerto, foram influenciadas diretamente pelos níveis de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc, como se observa nas figuras 17, 19 e 21.

Figura 21. Efeito da disponibilidade hídrica (DH) no incremento do crescimento em altura da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] sob diferentes porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



Assim, observou-se que os diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc, proporcionaram aumento significativo nos parâmetros de crescimento analisados, contudo nota-se tendência ao comportamento linear e decrescente com reduções

da disponibilidade hídrica ao se comparar os valores do menor com o maior nível de água na irrigação (Figura 21).

Os maiores crescimentos em altura foram observados nas plantas submetidas aos maiores níveis de disponibilidade hídrica (DH), destacando que o nível de 75% de disponibilidade hídrica em função da ETc, proporcionou em todas combinações copa/porta-enxerto, maiores incrementos na altura de planta, quando comparados os períodos anteriores e posteriores dentro desse nível. Infere-se assim, visando o uso eficiente da água, que uma lâmina de irrigação suprimindo a exigência de 75% da ETc é capaz de garantir o crescimento satisfatório da planta.

Segundo Paiva et al (2005), a produção agrícola é dependente de vários fatores, tais como água, nutrientes e luz, sendo a água o fator mais limitante para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Por isso torna-se necessário o conhecimento das necessidades hídricas das plantas, a fase de maior exigência de água, para garantir o sucesso no cultivo.

Em todos os períodos avaliados, observou-se que o porta-enxerto Cravo Santa Cruz (P5), apresentou valores maiores em relação aos outros porta-enxertos estudados (Tabela 21).

Tabela 21. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento do crescimento em altura da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	120 dias	240 dias	360 dias	480 dias	600 dias	720 dias
P1	0.76 ab	0.99 bc	1.09 bc	1.11 b	1.15 b	1.20 b
P2	0.74 a	0.90 ab	1.05 ab	1.05 ab	1.08 ab	1.14 ab
P3	0.74 a	0.90 ab	1.05 ab	1.06 b	1.09 ab	1.14 ab
P4	0.75 ab	1.03 c	1.14 bc	1.18 bc	1.21 bc	1.27 bc
P5	0.80 b	1.08 c	1.23 c	1.28 c	1.31 c	1.37 c
P6	0.73 a	0.79 a	0.92 a	0.91 a	0.94 a	0.98 a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Destaca-se que o porta-enxerto Sunki Tropical (P6) proporcionou os menores crescimentos em altura da planta, resultados que corroboram com o estudo realizado por Schäfer et al. (2001), estes relatam que em geral esse porta-enxerto induzem um menor vigor a cultivar copa, quando comparados com porta-enxertos mais vigorosos como o limoeiro 'Cravo'. Comportamento observado também no trabalho de Sombra et al. (2016), onde verificou-se os menores crescimentos em altura da variedade copa, quando enxertadas nos genótipos Sunki Tropical e citrandarin 'Riverside', enquanto o limoeiro 'Cravo Santa Cruz' induziu os valores mais elevados para as variáveis de crescimento no período estudado.

No mesmo trabalho, observou ainda o citrandarin 'Índio' como o genótipo que proporcionou crescimento intermediário a variedade copa, mesmo não diferindo estatisticamente do genótipo citrandarin 'Riverside', resultado semelhante ao encontrado nesse estudo.

Ao analisar todo o período de avaliação do crescimento vegetativo inicial das diferentes combinações copa/porta-enxerto em condições do cerrado tocantinense, e utilizando como referência os dados biométricos aos 120, 246, 360, 480, 600 e 720 dias (Tabelas 21 e 22), por sua vez, utilizados para traçar as curvas de crescimento vegetativo das combinações entre variedade copa laranjeira 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] e os diferentes porta-enxertos (Figura 22), é possível constatar que a utilização do Cravo Santa Cruz (P5) como porta-enxerto, seguido da utilização do porta-enxerto HTR - 208 (P4), propiciaram os melhores índices de crescimento em altura em condições edafoclimáticas de cerrado e submetidos a diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc.

Ao se analisar as curvas de crescimento em altura de cada combinação copa/porta-enxerto (Figura 1), associado as interações de desdobramento (Tabela 22), verifica-se o nível de disponibilidade hídrica (DH) em 50% da ETc como o necessário ao crescimento da planta até 240 dias de cultivo para todas combinações estudadas. Após esse período, visando atender as necessidades hídricas para o desenvolvimento da planta e garantir o uso eficiente da água, reduzindo custos para produção, verifica-se como necessário a implementação hídrica com 75% da ETc. Ressaltando que, embora o nível de disponibilidade hídrica em 100% da ETc tenha proporcionado maiores aturas em todas as combinações, verifica-se que a manutenção dessa disponibilidade hídrica, não promoveu diferença significativa ao final do período de cultivo (aos 720 dias) entre as combinações copa/porta-enxertos estudadas (Tabela 22).

Figura 22. Representação do incremento no crescimento em altura da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] sob seis porta-enxertos em resposta a disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

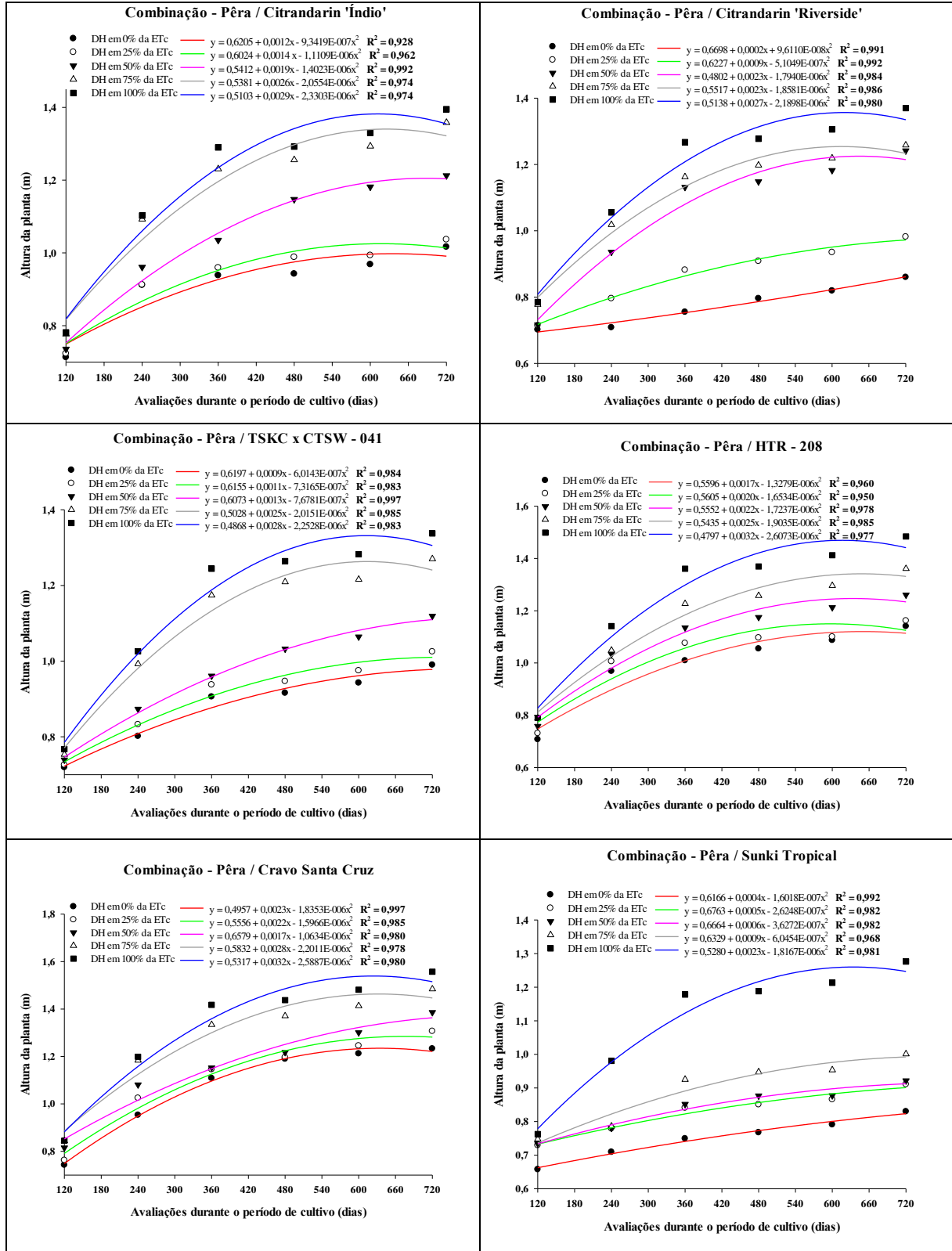


Tabela 22. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o incremento no crescimento em altura da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETC				
		0%	25%	50%	75%	100%
120	P1	0.71 aA	0.72 aA	0.73 aA	0.77 aA	0.78 aA
	P2	0.70 aA	0.71 aA	0.71 aA	0.77 aA	0.78 aA
	P3	0.71 aA	0.72 aA	0.73 aA	0.75 aA	0.76 aA
	P4	0.70 aA	0.73 aA	0.75 aAB	0.78 aAB	0.79 aAB
	P5	0.74 aA	0.76 aA	0.81 aB	0.84 aB	0.84 aB
	P6	0.65 aA	0.72 aA	0.73 aA	0.74aA	0.76 aA
240	P1	0.91 aABC	0.91 aAB	0.96 aAB	1.09 aB	1.10 aA
	P2	0.70 aA	0.79 abAB	0.93 abAB	1.01 bAB	1.05 bA
	P3	0.80 aAB	0.83 aAB	0.87 aAB	0.99 aAB	1.02 aA
	P4	0.96 aC	1.00 aB	1.03 aB	1.04 aAB	1.14 aA
	P5	0.95 aBC	1.02 aB	1.08 aB	1.18 aB	1.19 aA
	P6	0.70 aA	0.77 abA	0.78 abA	0.78 abA	0.98 bA
360	P1	0.93 aAB	0.95 aA	1.03 abA	1.23 abB	1.29 bA
	P2	0.75 aA	0.88 abA	1.13 bcAB	1.16 bcAB	1.26 cA
	P3	0.90 aAB	0.93 abA	0.96 abA	1.17 abAB	1.24 bA
	P4	1.00 aAB	1.07 aAB	1.13 abAB	1.22 abB	1.36 bA
	P5	1.10 aB	1.14 aB	1.15 aB	1.33 aB	1.41 aA
	P6	0.74 aA	0.84 aA	0.85 abA	0.92 abA	1.17 bA
480	P1	0.94 aAB	0.98 abAB	1.14 abcAB	1.25 bcB	1.29 cA
	P2	0.79 aA	0.90 abAB	1.14 bcAB	1.19 bcAB	1.27 cA
	P3	0.91 aAB	0.94 abAB	1.03 abAB	1.20 abAB	1.26 bA
	P4	1.05 aAB	1.09 aB	1.17 aAB	1.25 aB	1.36 aA
	P5	1.18 aB	1.19 aB	1.21 aB	1.37 aB	1.43 aA
	P6	0.76 aA	0.85 aA	0.87 aA	0.94 abA	1.18 bA
600	P1	0.96 aAB	0.99 aAB	1.18 abAB	1.29 abAB	1.33 bA
	P2	0.81 aA	0.93 abAB	1.18 bcAB	1.21 bcAB	1.30 cA
	P3	0.94 aAB	0.97 abAB	1.06 abAB	1.21 abAB	1.28 bA
	P4	1.08 aAB	1.10 aAB	1.21 aAB	1.29 aAB	1.41 aA
	P5	1.21 aB	1.24 aB	1.30 aB	1.41 aB	1.48 aA
	P6	0.79 aA	0.86 aA	0.87 aA	0.95 abA	1.21 bA
720	P1	1.01 aAB	1.03 aAB	1.21 abAB	1.35 abAB	1.39 bA
	P2	0.86 aA	0.98 abAB	1.24 bcAB	1.25 bcAB	1.37 cA
	P3	0.99 aAB	1.02 abAB	1.11 abAB	1.27 abAB	1.33 bA
	P4	1.14 aAB	1.16 aB	1.26 aAB	1.36 aB	1.48 aA
	P5	1.23 aB	1.30 aB	1.38 aB	1.48 aB	1.55 aA
	P6	0.83 aA	0.91 aA	0.92 aA	1.00 abA	1.27 bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x

CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Em relação a taxa de crescimento (TCR) em altura apresentado na tabela 23, constatou-se que os porta-enxertos não apresentaram crescimento com diferenças significativas para os períodos TCR-2, TCR-3 e TCR-5, provavelmente esse efeito esteja correlacionado a coincidência desses períodos com os períodos de condições climáticas mais adversas da região, caracterizado por ser período de estiagem severa, com altas temperaturas durante o dia, e baixas temperaturas durante à noite, em dias que chegam a 13 °C (Figura 6).

Tabela 23. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) na altura da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

PORTA- ENXERTO	AVALIAÇÕES DURANTE O PERÍODO DE CULTIVO					
	TCR-1	TCR-2	TCR-3	TCR-4	TCR-5	TCR-F
P1	23.10 ⁻⁴ ab	11.98 ⁻⁴ a	9.13 ⁻⁴ a	2.43 ⁻⁴ ab	3.99 ⁻⁴ a	7.88 ⁻⁴ bc
P2	21.03 ⁻⁴ ab	13.52 ⁻⁴ a	7.90 ⁻⁴ a	2.32 ⁻⁴ ab	3.86 ⁻⁴ a	7.34 ⁻⁴ abc
P3	23.74 ⁻⁴ ab	18.30 ⁻⁴ a	7.84 ⁻⁴ a	2.38 ⁻⁴ ab	3.97 ⁻⁴ a	7.23 ⁻⁴ ab
P4	26.28 ⁻⁴ b	10.85 ⁻⁴ a	6.46 ⁻⁴ a	2.53 ⁻⁴ b	4.10 ⁻⁴ a	8.59 ⁻⁴ bc
P5	31.05 ⁻⁴ b	15.74 ⁻⁴ a	5.69 ⁻⁴ a	2.44 ⁻⁴ ab	4.05 ⁻⁴ a	9.04 ⁻⁴ c
P6	13.58 ⁻⁴ a	10.54 ⁻⁴ a	5.64 ⁻⁴ a	2.22 ⁻⁴ a	3.73 ⁻⁴ a	5.71 ⁻⁴ a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.); TCR-1 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 240 dias de cultivo; TCR-2 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 240 a 360 dias de cultivo; TCR-3 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 360 a 480 dias de cultivo; TCR-4 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 480 a 600 dias de cultivo; TCR-5 = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 600 a 720 dias de cultivo e TCR-F = Taxa de Crescimento Relativo entre o intervalo de 120 a 720 dias de cultivo.

Observa-se que o porta-enxerto Cravo Santa Cruz (P5) obteve a maior taxa de crescimento relativo em altura ao final do período de final da avaliação do cultivo, mesmo não diferindo estatisticamente dos demais porta-enxertos utilizados nos períodos TCR-2, TCR-3, TCR-4 e TCR-5, ressalta-se que essa diferença é proveniente do crescimento desse genótipo no período inicial de avaliação cultivo, que se foi constituído em maior parte durante o

período chuvoso. Acredita-se que nessas condições, o genótipo tenha encontrado as condições ideais para seu bom crescimento.

Ao realizar análise do efeito das combinações copa/porta-enxerto dentro de cada nível de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc, verificou a ocorrência de taxas de crescimento relativos com diferenças significativas para os genótipos citrandarin ‘Índio’ (P1), citrandarin ‘Riverside’ (P2), TSKC x CTSW - 041 (P3), HTR - 208 (P4) e Cravo Santa Cruz (P5), como pode-se observar na tabela 24. O porta-enxerto Sunki Tropical não respondeu de forma significativa aos níveis de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc.

É possível verificar também o efeito de cada nível de disponibilidade hídrica (DH) dentro das combinação copa/porta-enxerto, constatando-se que com exceção do nível de disponibilidade hídrica em 0% da ETc, todos os outros promoveram interação, possibilitando maiores incrementos aos genótipos quando submetidos aos maiores níveis de disponibilidade hídrica (DH).

Tabela 24. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para a taxa de crescimento relativo (TCR) na altura da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.

DISPONIBILIDADE HÍDRICA	COMBINAÇÃO COPA/PORTA-ENXERTO						
	DH	P1	P2	P3	P4	P5	P6
0%		5.33 ⁻⁴ aA	5.13 ⁻⁴ aA	4.59 ⁻⁴ aA	6.04 ⁻⁴ aA	6.82 ⁻⁴ aA	3.80 ⁻⁴ aA
25%		6.55 ⁻⁴ abAB	5.38 ⁻⁴ aAB	6.39 ⁻⁴ abAB	7.49 ⁻⁴ abB	7.14 ⁻⁴ aB	4.39 ⁻⁴ aA
50%		7.74 ⁻⁴ abAB	7.55 ⁻⁴ abAB	7.46 ⁻⁴ abAB	7.86 ⁻⁴ abcAB	9.22 ⁻⁴ abB	4.55 ⁻⁴ aA
75%		9.55 ⁻⁴ bAB	9.26 ⁻⁴ bAB	8.30 ⁻⁴ bAB	10.37 ⁻⁴ bcB	9.61 ⁻⁴ abAB	6.84 ⁻⁴ abA
100%		10.22 ⁻⁴ bAB	9.39 ⁻⁴ bAB	9.39 ⁻⁴ bAB	11.21 ⁻⁴ cAB	12.42 ⁻⁴ bB	8.95 ⁻⁴ bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na linha para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

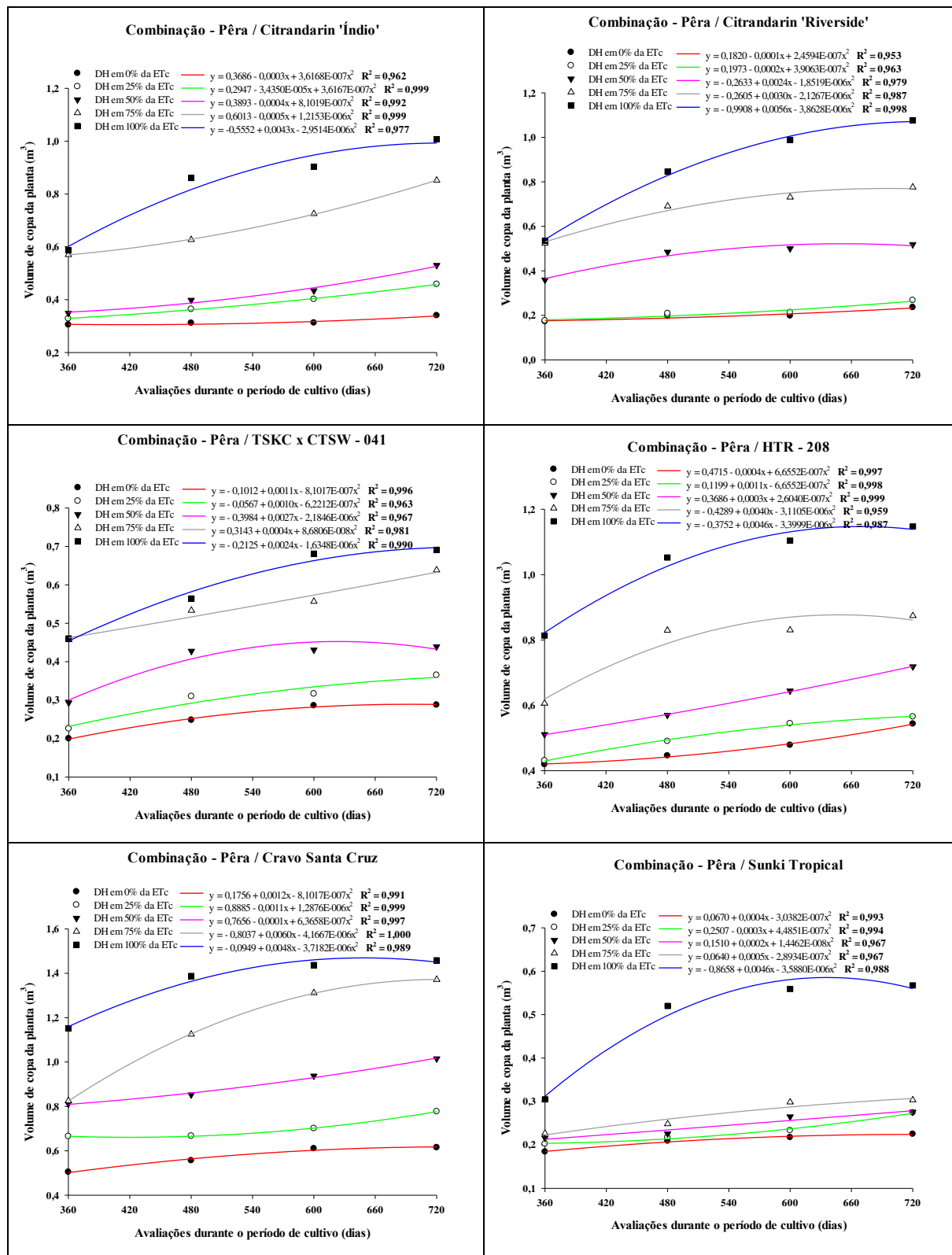
Os genótipos utilizados como porta-enxerto da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] influenciaram diretamente no crescimento em altura, proporcionando assim, diferentes volumes de copa (Figura 23). O maior volume de copa volume de copa foi

observado na combinação da variedade copa com o genótipo Cravo Santa Cruz (P5), verificando diferença em mais de 60% quando comparado ao volume de copa da combinação com o genótipo Sunki Tropical (P6), resultado esse, proveniente do alto crescimento em altura do porta-enxerto Cravo Santa Cruz (P5).

Verifica-se efeito ascendente no volume de copa nos genótipos citrandarin 'Índio' (P1), citrandarin 'Riverside' (P2), HTR - 208 (P4) e Sunki Tropical (P6), quando submetidas aos menores níveis de disponibilidade hídrica (DH), isso denota, maior possibilidade de crescimento, quando submetidas a maiores níveis de disponibilidade hídrica (DH), o que pode ser confirmado, ao se analisar o comportamento do crescimento da copa ao longo do período de cultivo, quando submetidas aos maiores níveis de disponibilidade hídrica.

Carvalho et al. (2016) estudando porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe, identificou dentre os genótipos com maiores volumes de copa para laranjeira (*Citrus sinensis*) 'Pêra CNPMF D6', os porta-enxertos citrandarin 'Índio', citrandarin 'Riverside', HTR - 208 e TSKC x CTQT1434 - 001, sendo que esses obtiveram volumes de copa superiores aos obtidos pelos limoeiro 'Cravo Santa Cruz', dessa forma, divergindo com os resultados encontrados nesse estudo. Isso pode estar relacionado as condições climáticas, como temperaturas, precipitação, radiação solar e pressão atmosférica, esse último diferindo bastante, uma vez que os tabuleiros costeiros de Sergipe possuem altitudes que chegam a 10 metros ao nível do mar, enquanto as condições do cerrado onde se realizou esse estudo possui altitude média de 565 metros ao nível do mar (Figura 1).

Figura 23. Efeito da disponibilidade hídrica (%) no crescimento do volume de copa da laranjeira 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] sob seis porta-enxertos durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



5.3 Parâmetros fisiológicos da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] em combinação com quatro porta-enxertos no município de Dianópolis - TO

O processo de crescimento e crescimento vegetal está em sinergismo com os processos fisiológicos das plantas, sendo os fotoassimilados os responsáveis pela manutenção e constituição dos órgãos das plantas, em que, aproximadamente 95% de toda matéria seca vegetal estão relacionados a compostos de carbono fixados fotossinteticamente, além de garantir a formação de tecidos de reserva ou serem perdidos por meio de exsudados radiculares, ataque de pragas e/ou senescência (TAIZ e ZEIGER, 2009).

As respostas fisiológicas e moleculares das plantas submetidas ao estresse hídrico podem ser complexas, e dependem do genótipo e do estágio de desenvolvimento da planta, além da duração, severidade e natureza no estresse. A sua sobrevivência depende, principalmente, da velocidade de resposta aos acúmulos externos (VIDAL et al., 2005).

São de fundamental importância estudos referentes às relações hídricas e interações causadas pelo déficit hídrico temporário nos processos fisiológicos, visto que o déficit hídrico tem efeitos em diversos processos fisiológicos das plantas, muitos dos quais refletem mecanismos de adaptação e de produção da cultura (JIFON e SYVERTSEN, 2003; JAIMEZ et al., 2005; GARCÍA-TEJERO et al., 2010).

5.3.1 Trocas gasosas e relações hídricas na limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] sob quatro porta-enxertos e submetida a diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense

A utilização de diferentes níveis de disponibilidade hídrica em função da ETC, proporcionou diferenças significativas na condutância estomática (gs), transpiração (E), taxa de assimilação de CO₂ (A), Concentração interna de CO₂ (Ci), eficiência no uso da água (EUA), eficiência instantânea da carboxilação (EiC) e conteúdo relativo de água na Folha (CRAF) como podem ser observados nas tabelas 25, 26, 27, 28, 29, 30 e 31.

Observou-se diferenças significativas entre os porta-enxertos na condutância estomática (gs) e na taxa de assimilação de CO₂ (A), em todos os períodos avaliados; na eficiência instantânea da carboxilação (EiC), aos 150 e 300 dias do período de avaliação, na eficiência no uso da água (EUA) e na transpiração (E), somente no período de avaliação em 450 e 700 dias, respectivamente. Não foi observada diferenças entre os porta-enxertos na concentração interna de CO₂ (Ci), em nenhum dos períodos avaliados. Com base nesses resultados, infere-se que a disponibilidade hídrica e a combinação correta entre copa e porta-

enxerto têm influência, em maior ou menor significância, no comportamento fisiológico de plantas de citros.

Silva (2005) estudando o esgotamento de água no solo nas respostas fisiológicas de lima ácida ‘Tahiti’, mostrou que com 40% de água disponível ocorreu queda significativa na transpiração, condutância estomática e assimilação de CO₂.

Os valores da condutância estomática (gs) da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH), variaram entre 0,007 e 0,320 mol de H₂O m⁻² s⁻¹, verifica-se os maiores valores aos 150 dias no período de avaliação do cultivo, com variações entre 0,090 a 0,320 mol de H₂O m⁻² s⁻¹. Já os menores valores foram observados aos 520 dias no período de avaliação do cultivo (Tabela 25). Esse comportamento pode ser justificado, em virtude das épocas de avaliações, sendo que a avaliação aos 150 dias ocorreu no período chuvoso, possibilitando as plantas condições mais favoráveis, já a avaliação realizada aos 520 dias no período de cultivo, se deu na estação seca, condições de pleno estresse para as plantas, sendo amenizado conforme os níveis de disponibilidade hídrica. Mattos Junior et al. 2005, afirmam que normalmente, em plantas de citros, a condutância estomática está em torno de 0,1 a 0,3 mol de H₂O m⁻² s⁻¹.

Com os resultados encontrados neste trabalho, pode indicar uma situação geral de estresse, em virtude das condições climáticas constituídas no cerrado, situação embasada na consideração de que as plantas de citros apresentam surtos de crescimento (BORROTO e BORROTO, 1991; DAVIES e ALBRIGO, 1994; SPIEGEL-ROY e GOLDSCHMIDT, 1996). Estes surtos estão vinculados a uma condição climática ou condição de umidade do solo, pois condições de alta radiação solar, aliados à baixa umidade do ar, mesmo com solo em capacidade de campo (devido à irrigação), podem proporcionar estresse.

Os maiores níveis de disponibilidades hídricas (DH), para todas as combinações, promoveram os maiores valores de condutância estomática (gs), verificando que a combinação da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] com o citrandarin ‘Riverside’ (P2) obteve os maiores valores de 0,030 a 0,320 mol de H₂O m⁻² s⁻¹. Enquanto o genótipo TSKC x CTSW - 041 (P3) possibilitou a variedade copa menor condutância estomática (gs), com valores entre 0,007 e 0,145 mol de H₂O m⁻² s⁻¹.

Os estômatos podem ser considerados então, como um órgão multissensorial, ou seja, responde as alterações tanto do ambiente como as alterações fisiológicas (ZEIGER et al., 1987). Altos valores de condutância estomática são comumente encontrados em folhas com potencial hídrico elevado, e são encontrados aproximadamente na metade da manhã (entre 9h

e 10h30min) sob condições subtropicais, independentes da estação do ano (MACHADO et al., 2002, 2006, 2007; RIBEIRO, 2006).

Tabela 25. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	0.187 aC	0.190 aC	0.197 abB	0.210 bC	0.235 cC
	P2	0.212 aD	0.220 aD	0.245 bC	0.277 cD	0.320 dD
	P3	0.090 aA	0.127 bA	0.132 bA	0.140 bA	0.145 bA
	P4	0.135 aB	0.150 abB	0.160 bcA	0.170 cB	0.175 cB
300	P1	0.140 aC	0.147 abC	0.162 bcC	0.170 cC	0.192 dC
	P2	0.172 aD	0.180 aD	0.202 bD	0.225 cD	0.250 dD
	P3	0.040 aA	0.070 bA	0.070 bA	0.080 bA	0.087 bA
	P4	0.075 aB	0.107 bB	0.112 bcB	0.120 bcB	0.130 cB
450	P1	0.050 aB	0.052 abB	0.067 bcB	0.070 cB	0.112 dC
	P2	0.080 aC	0.092 abC	0.107 bC	0.135 cC	0.165 dD
	P3	0.010 aA	0.020 abA	0.022 abA	0.027 bA	0.030 bA
	P4	0.022 aA	0.032 abA	0.040 bA	0.040 bA	0.045 bB
520	P1	0.080 aB	0.085 aC	0.107 bB	0.115 bC	0.147 cC
	P2	0.120 aC	0.135 abD	0.147 bC	0.172 cB	0.202 dD
	P3	0.007 aA	0.017 abA	0.022 abcA	0.032 bcA	0.040 cA
	P4	0.022 aA	0.042 bB	0.050 bcA	0.052 bcB	0.065 cB
700	P1	0.020 aB	0.022 abBC	0.030 bcC	0.030 bcC	0.035 cC
	P2	0.030 aC	0.030 aC	0.037 abC	0.045 bD	0.072 cD
	P3	0.007 aA	0.010 aA	0.010 aA	0.010 aA	0.012 aA
	P4	0.012 aAB	0.020 aAB	0.020 aB	0.020 aB	0.020 aB

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

A condutância estomática e a transpiração foram danificadas pelos menores níveis de disponibilidade hídrica, promovendo uma maior ‘gs’ e ‘E’ quando as plantas foram submetidas à maior lâmina de irrigação. De maneira especial nas combinações da variedade copa limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] com os genótipos TSKC x CTSW - 041 (P3) e o híbrido HTR - 208 (P4). No entanto, nas combinações com os citrandarins ‘Riverside’(P2) e ‘Índio’ (P1) o comportamento se apresentou de maneira

inversa, podendo-se constatar maior adaptação destas combinações às condições de menores disponibilidades hídricas, podendo representar um indicativo de material promissor para a produção em condições de cerrado na região sudeste do Tocantins. Alguns estudos têm-se mostrado os citrandarins 'Riverside' (P2) e 'Ídio' (P1) como promissores ao cultivo em condições adversas, a exemplo o estresse hídrico (SOARES FILHO, 2015; POMPEU JUNIOR e GARCÍA-TEJERO, et al., 2012; BLUMER, 2009).

Os estômatos são o principal ponto de controle de fluxo de água, sendo o déficit de pressão hídrica do ar a força motora da transpiração, e a água do solo o fator decisivo para o abastecimento hídrico da planta (TEIXEIRA FILHO, 2005). Ressalta-se que um dos primeiros mecanismos para redução da perda de água pelas plantas é a redução da abertura estomática. Tal comportamento foi observado por vários autores, como o Brito et al. (2008) e Fernandes et al. (2011) em plantas cítricas cultivadas sob água salina, tal como observado por Suassuna (2011) com porta-enxertos de citros sob redução progressiva da disponibilidade hídrica enquanto Gomes (2004) o observou em laranjeira doce, enxertada com limoeiro 'Cravo'.

Conforme entendimento de Prado e Casali (2006), a perda de água, decorrente da abertura estomática, é denominada transpiração (E), que ocorre em vista do gradiente de concentração da água entre a superfície interna hidratada e a atmosfera. Ante o contexto, espera-se que plantas com maior condutância venham a expressar maior transpiração, no entanto, verificou-se comportamento inverso para os genótipos TSKC x CTSW - 041 (P3) e HTR - 208 (P4), em que esses porta-enxertos apresentaram maiores valores de condutância estomática (gs) (Tabela 26). Resultados semelhantes podem ser constatado no trabalho de Carvalho et al. (2016), onde esses genótipos em combinações com a variedade copa da laranjeira 'Pêra', apresentaram os menores valores de condutância estomática (gs) e os maiores valores médios de transpiração (E), em especial o híbrido HTR - 208.

A taxa de assimilação de CO₂ (A) variaram de forma progressiva a cada nível de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc, para cada combinação copa/porta-enxerto (Tabela 27). Os maiores valores foram observados nas plantas cultivadas sobre o porta-enxerto citrandarin 'Riverside' (P2), que obteve taxas de 3,517 a 41,422 $\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ de CO₂. Conforme Flexas et al. (2006), o principal fator responsável pela menor assimilação de CO₂ nas plantas de citros sob deficiência hídrica é a reduzida disponibilidade de CO₂ atmosférico, decorrente de limitação na difusão por estômatos e mesófilo. Contudo, constatou-se que as taxas de assimilação de CO₂ observadas nas plantas sobre o genótipo citrandarin 'Riverside' (P2) condizem com as taxas de condutância estomática (gs) e de

transpiração (E), muito embora, tenha obtido um das menores médias de eficiência no uso da água para assimilação de CO₂ (Tabela 29), o que sugere sensibilidade à seca.

Tabela 26. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹) da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	2.065 aA	2.917 bA	3.245 bA	4.142 cA	4.602 cA
	P2	1.942 aA	2.927 bA	3.212 bA	4.050 cA	4.655 dA
	P3	2.132 aA	2.902 bA	3.047 bA	4.070 cA	4.897 dA
	P4	2.017 aA	2.930 bA	3.085 bA	4.155 cA	4.657 cA
300	P1	1.402 aA	1.622 aA	2.190 bA	2.660 cA	3.835 dA
	P2	1.310 aA	1.592 aA	2.360 bA	2.667 bA	3.810 cA
	P3	1.532 aA	1.640 aA	2.270 bA	2.645 bA	3.927 cA
	P4	1.325 aA	1.747 aA	2.235 bA	2.482 bA	3.965 cA
450	P1	0.727 aA	1.225 bA	1.510 cA	1.767 dA	2.207 eA
	P2	0.657 aA	1.187 bA	1.515 cA	1.785 dA	2.237 eA
	P3	0.762 aA	1.227 aA	1.485 cA	1.755 dA	2.282 eA
	P4	0.735 aA	1.212 bA	1.475 cA	1.735 dA	2.305 eA
520	P1	0.422 aA	1.137 abA	1.687 bA	3.000 cA	3.445 cA
	P2	0.417 aA	1.110 abA	1.710 bcA	2.602 cdA	3.462 dA
	P3	0.480 aA	1.110 abA	1.597 bA	2.605 cA	4.005 dA
	P4	0.452 aA	1.132 abA	1.620 bA	3.105 cA	4.075 dA
700	P1	0.257 aA	0.472 abA	0.605 bcA	0.772 cA	1.040 dA
	P2	0.212 aA	0.427 abA	0.600 bcA	0.765 cA	1.095 dAB
	P3	0.260 aA	0.472 abA	0.587 bcA	0.762 cA	1.182 dAB
	P4	0.247 aA	0.430 abA	0.565 bcA	0.755 cA	1.255 dB

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na linha para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1= Porta-enxerto Citrandarin 'Índio'; P2 = Porta-enxerto Citrandarin 'Riverside'; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

De acordo com Syvertsen (1984), Machado et al. (1994), Syvertsen e Lloyd (1994) e Medina e Machado (1998) folhas de citros maduras sem estresse, expostas à luz saturante, a taxa de assimilação de CO₂ varia entre 4 a 10 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, podendo atingir, em plantas novas, valores ao redor de 12 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, sendo estes valores, normalmente, obtidos com a abertura estomática entre 0,1 e 0,3 $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, sendo que os valores máximos encontrados sob condições naturais para a condutância estomática, raramente, ultrapassam 0,4 $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (MEDINA, 2005).

Raven et al. (2001), e Taiz e Zeiger (2009) afirmam que as taxas fotossintéticas das plantas C_3 variam entre 10 e 20 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, porém, quando essas taxas de assimilação são comparadas com as obtidas na cultura do citros, o fato é dado como normal, já que vários autores reportam valores entre 4 e 10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (SYVERTSEN, 1984; MACHADO et al., 1994; SYVERTSEN e LLOYD, 1994; MEDINA e MACHADO, 1998), constata-se ser baixa a taxa de assimilação de CO_2 em citros, fato também relatado por Mattos Junior et al. (2005).

Nesse sentido, os resultados aqui obtidos, se enquadram no citado na literatura.

De acordo com entendimento de Brito (2010), a taxa de assimilação de CO_2 (A) representa a fotossíntese, refere-se à absorção de energia luminosa, de modo geral, proveniente do sol, para sintetizar compostos orgânicos a partir do CO_2 e H_2O do ambiente, fato que não poderia ocorrer sem entrada de energia. Desta forma, tem-se a transformação de compostos com baixo potencial energético (H_2O e CO_2) em compostos ricos em energia (ATP e NADPH). O processo fotossintético está relacionado a três fases: a primeira é a fase difusiva, quando o CO_2 da atmosfera entra na câmara subestomática, fato regulado pela abertura estomática; a segunda fase é a fotoquímica, quando ocorre a absorção de energia luminosa, quebra da molécula da água para liberação de oxigênio e, principalmente, elétrons que foram usados na ativação de compostos e produção de ATP (trifosfato de adenosina) e NADPH (nicotinamida adenina dinucleotídeo piridina fosfato reduzida), estes elementos serão usados na terceira fase, que corresponde à fase bioquímica, onde ocorre a fixação de CO_2 por meio da Rubisco (Ribulose 1,5 bisfosfato carboxilase/oxigenase) (TAIZ e ZEIGER, 2009; LARCHER, 2006; PRADO e CASALI, 2006; RIBEIRO, 2006). Ressaltando-se que a segunda fase ocorre nas membranas dos tilacóides, enquanto a terceira ocorre no estroma, ambos dentro do cloroplasto. Assim, qualquer estresse que venha a interferir nos elementos ou nos mecanismos ligados aos processos fotossintéticos, tendem a comprometer o potencial produtivo do vegetal.

Estudando-se as trocas gasosas na variedade em função dos porta-enxertos, verifica-se baixa variação e ausência de diferença significativa na concentração interna de CO_2 (Tabela 28), no entanto, avaliando-se em função dos níveis de disponibilidade hídrica (DH), constata-se diferenças significativas, verificando-se aumento no “ C_i ” na maior disponibilidade de água. O aumento de “ C_i ” sob reduções na disponibilidade hídrica sugere queda de atividade nos mecanismos de assimilação de CO_2 , com decréscimo da eficiência de carboxilação (FARQUHAR e SHARKEY, 1982).

Tabela 27. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETC				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	7.040 aC	7.522 abC	7.942 bcC	8.292 cdC	8.615 dC
	P2	8.960 aD	9.170 abD	9.685 bcD	10.062 cD	11.535 dD
	P3	1.607 aA	2.485 bA	3.257 cA	3.917 dA	4.855 eA
	P4	5.480 aB	5.910 abB	6.165 cdB	6.350 cdB	6.600 cB
300	P1	5.222 aC	5.622 bC	5.837 bcC	6.272 cC	6.770 dC
	P2	7.242 aD	7.670 bD	8.292 cD	8.922 dD	9.437 eD
	P3	0.087 aA	0.387 bA	1.110 cA	1.862 dA	2.307 eA
	P4	2.720 aB	3.575 bB	4.117 cB	4.470 dB	4.850 eB
450	P1	2.007 aC	2.225 abC	2.537 bcC	2.790 cdC	3.175 dC
	P2	3.517 aD	4.030 bD	4.642 cD	5.312 dD	7.230 eD
	P3	0.195 aA	0.400 abA	0.550 abA	0.667 bA	0.802 bA
	P4	0.937 aB	1.247 abB	1.455 bcB	1.707 cdB	1.905 dB
520	P1	2.837 aC	3.020 abC	3.355 abcC	3.840 bcC	4.035 cC
	P2	4.600 aD	4.962 abD	5.740 bD	6.882 cD	11.512 dD
	P3	0.302 aA	0.680 abA	0.922 abA	1.127 abA	1.382 bA
	P4	1.477 aB	1.752 abB	2.040 abcB	2.457 bcB	2.722 cB
700	P1	4.220 aB	4.477 aB	5.042 aB	5.570 abB	8.547 bB
	P2	12.070 aC	14.977 aC	20.107 bC	26.165 cC	41.422 dC
	P3	0.722 aA	1.400 aA	1.792 aA	2.032 aA	2.322 aA
	P4	2.537 aAB	2.802 aAB	3.032 aAB	3.370 aAB	3.875 aA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

A baixa disponibilidade hídrica pode afetar a fotossíntese das plantas devido à limitação estomática e/ou pela redução na atividade e concentração da Rubisco (VU e YELENOSKY, 1988; MACHADO et al., 2002). Neste trabalho os valores de “Ci” ficaram entre 150,500 e 432,750 $\mu\text{mol mol}^{-1}$. Esses resultados diferem aos estabelecidos por Mattos Junior et al. (2005), essa diferença pode estar relacionada as épocas de coletas das informações e/ou condições na realização do estudo, ou simplesmente as condições ambientais encontradas na região do cerrado tocantinense.

Tabela 28. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	218.250 aA	230.500 abA	248.750 bA	274.000 cA	291.500 cA
	P2	219.000 aA	238.250 bA	249.000 bA	276.500 cA	291.750 cA
	P3	221.250 aA	235.000 abA	245.500 aA	276.500 cA	299.250 dA
	P4	220.250 aA	238.500 abA	243.000 bA	274.750 cA	302.750 dA
300	P1	219.250 aA	251.750 bA	275.500 cA	299.000 dA	355.000 eA
	P2	220.000 aA	251.500 bA	275.250 cA	297.500 dA	358.250 eA
	P3	221.250 aA	250.750 bA	274.000 cA	296.000 cA	365.250 dA
	P4	225.500 aA	251.750 aA	274.250 cA	295.500 cA	368.250 dA
450	P1	162.250 aA	280.250 bA	330.250 bcA	353.250 cA	368.750 cA
	P2	175.000 aA	281.500 bA	328.750 bcA	354.000 cA	368.750 cA
	P3	189.250 aA	281.750 bA	320.750 bcA	355.250 cA	377.250 cA
	P4	189.500 aA	280.250 aA	322.500 bcA	344.250 cA	376.750 cA
520	P1	150.500 aA	257.500 bA	298.000 bA	328.000 bA	417.250 cA
	P2	154.000 aA	256.250 bA	296.750 bA	326.500 bA	408.750 cA
	P3	162.750 aA	258.000 bA	292.500 bA	322.750 bA	435.500 cA
	P4	163.000 aA	255.750 bA	293.500 bA	325.250 bA	434.750 cA
700	P1	116.750 aA	190.750 bA	233.000 bcA	285.500 cdA	319.750 dA
	P2	89.000 aA	202.250 bA	235.000 bcA	300.000 cdA	308.250 dA
	P3	122.750 aA	176.750 abA	224.000 bA	302.000 cA	348.000 cA
	P4	118.000 aA	186.750 abA	221.000 bcA	288.250 cdA	347.500 dA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

Em decorrência das trocas gasosas reguladas pelos estômatos, a absorção de dióxido de carbono do meio externo promove perda de água em que a diminuição dessa perda também restringe a entrada de CO_2 (SHIMAZAKI et al., 2007), com isso, as plantas necessitam absolver o máximo de CO_2 com o mínimo de perda de água, garantindo maior eficiência de uso da água (JAIMEZ et al., 2005; TAIZ e ZEIGER, 2009). Ao se avaliar o efeito da disponibilidade hídrica sob as combinações copa/porta-enxerto, verifica-se que os menores níveis de disponibilidades hídricas reduziram a eficiência no uso da água EUA (Tabela 29).

Tabela 29. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica eficiência no uso da água (EUA) (A/E) [$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)⁻¹] da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	1.156 aA	1.370 aA	2.055 bA	2.512 cA	3.240 dA
	P2	0.995 aA	1.563 bA	2.024 cA	2.466 dA	3.243 eA
	P3	1.144 aA	1.512 aA	2.041 bA	2.440 bA	3.456 cA
	P4	1.174 aA	1.565 aA	2.071 bA	2.458 bA	3.460 cA
300	P1	0.538 aA	1.587 bA	2.000 bcA	2.551 cdA	3.136 dA
	P2	0.458 aA	1.762 bA	1.878 bA	2.850 cA	3.153 cA
	P3	0.586 aA	1.630 bA	1.896 bA	2.915 cA	3.326 cA
	P4	0.508 aA	1.730 bA	1.839 bA	2.564 cA	3.520 dA
450	P1	0.455 aA	0.688 abA	1.477 bcA	2.074 cA	3.333 dA
	P2	0.501 aA	0.728 abA	1.478 bcA	2.074 cA	3.139 dA
	P3	0.492 aA	0.674 abA	1.396 bcA	2.053 cA	4.192 dB
	P4	0.503 aA	0.764 aA	1.394 abA	2.053 bA	3.726 cAB
520	P1	0.600 aA	1.160 abA	2.039 bA	2.178 bA	3.994 cA
	P2	0.625 aA	1.185 abA	1.835 bA	2.275 bA	3.859 cA
	P3	0.693 aA	1.158 abA	1.848 bA	2.260 bA	4.649 cA
	P4	0.690 aA	1.148 abA	1.867 bA	2.207 bA	4.408 cA
700	P1	1.491 aA	3.295 abA	3.783 abcA	5.458 bcA	7.556 cA
	P2	1.565 aA	3.273 abA	3.399 abA	5.791 bcA	7.312 cA
	P3	1.717 aA	3.256 abA	3.412 abA	5.878 bA	10.170 cA
	P4	1.642 aA	3.266 abA	3.302 abA	5.555 bcA	8.972 cA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

A eficiência na carboxilação (A/Ci) é uma forma de se estudar os fatores não estomáticos que interferem na taxa fotossintética (SCHOLLES e HORTON, 1993; KONRAD et al., 2005 e MACHADO et al. 1999). Na Tabela 30 é possível observar, bem como na maioria das variáveis fisiológicas estudadas, maiores médias estão nas combinações provenientes com os cintrandarins ‘Riverside’ (P2) e ‘Índio’ (P1). Muito embora não se observou diferenças significativas entre as combinações copa/porta-enxerto, tampouco, para os níveis de disponibilidade hídrica a partir de 450 dias de cultivo.

Tabela 30. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) da limeira ácida Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA- ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	0.0278 aC	0.0305 bC	0.0330 cC	0.0357 dC	0.0369 dC
	P2	0.0383 aD	0.0406 bD	0.0426 cD	0.0452 dD	0.0526 eD
	P3	0.0050 aA	0.0081 bA	0.0116 cA	0.0141 dA	0.0181 eA
	P4	0.0212 aB	0.0220 abB	0.0230 bB	0.0250 cB	0.0260 cB
300	P1	0.0190 aC	0.0205 bC	0.0227 cC	0.0252 dC	0.0273 eC
	P2	0.0289 aD	0.0324 bD	0.0345 cD	0.0361 dD	0.0396 eD
	P3	0.0002 aA	0.0010 aA	0.0034 bA	0.0065 cA	0.0079 dA
	P4	0.0091 aB	0.0131 bB	0.0143 cB	0.0159 dB	0.0173 eB
450	P1	0.0061 aA	0.0072 aA	0.0081 aA	0.0101 aA	0.0118 aA
	P2	0.0137 aA	0.0158 aA	0.0209 aA	0.0274 aA	0.0236 aA
	P3	0.0005 aA	0.0011 aA	0.0015 aA	0.0019 aA	0.0025 aA
	P4	0.0030 aA	0.0037 aA	0.0048 aA	0.0055 aA	0.0056 aA
520	P1	0.0109 aA	0.0126 aA	0.0139 aA	0.0151 aA	0.0160 aA
	P2	0.0172 aA	0.0196 aA	0.0244 aA	0.0337 aA	0.0399 aA
	P3	0.0007 aA	0.0020 aA	0.0026 aA	0.0038 aA	0.0047 aA
	P4	0.0057 aA	0.0069 aA	0.0077 aA	0.0092 aA	0.0099 aA
700	P1	0.0226 aA	0.0251 aA	0.0275 aA	0.0369 aA	0.0452 aA
	P2	0.0598 aA	0.0687 aA	0.0776 aA	0.1337 aA	0.2172 aA
	P3	0.0025 aA	0.0061 aA	0.0075 aA	0.0086 aA	0.0104 aA
	P4	0.0121 aA	0.0137 aA	0.0148 aA	0.0170 aA	0.0194 aA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

O conteúdo relativo de água (CRA), apresentado na tabela 31, constata-se não haver efeitos significativos dos fatores estudados sobre o conteúdo relativo de água (CRA). Esses resultados são condizentes com Medina et al. (1998), que estudando os efeitos da deficiência hídrica sobre trocas gasosas e relações hídricas em laranjeira ‘Valência’ enxertada sobre o limoeiro ‘Cravo’ e Trifoliata não observaram alterações no CRA, onde afirmam que a menor disponibilidade de água no solo, antes de afetar o estado hídrico das folhas, afeta os mecanismos de controle de perda de água através do fechamento parcial dos estômatos.

Tabela 31. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o conteúdo relativo de água na folha da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.

DISPONIBILIDADE HÍDRICA		COMBINAÇÃO COPA/PORTA-ENXERTO			
DH	P1	P2	P3	P4	
0%	0.77 aA	0.73 aA	0.69 aA	0.78 aA	
25%	0.78 aA	0.79 aA	0.76 aA	0.79 aA	
50%	0.81 aA	0.81 aA	0.76 aA	0.82 aA	
75%	0.82 aA	0.82 aA	0.77 aA	0.82 aA	
100%	0.81 aA	0.83 aA	0.80 aA	0.83 aA	

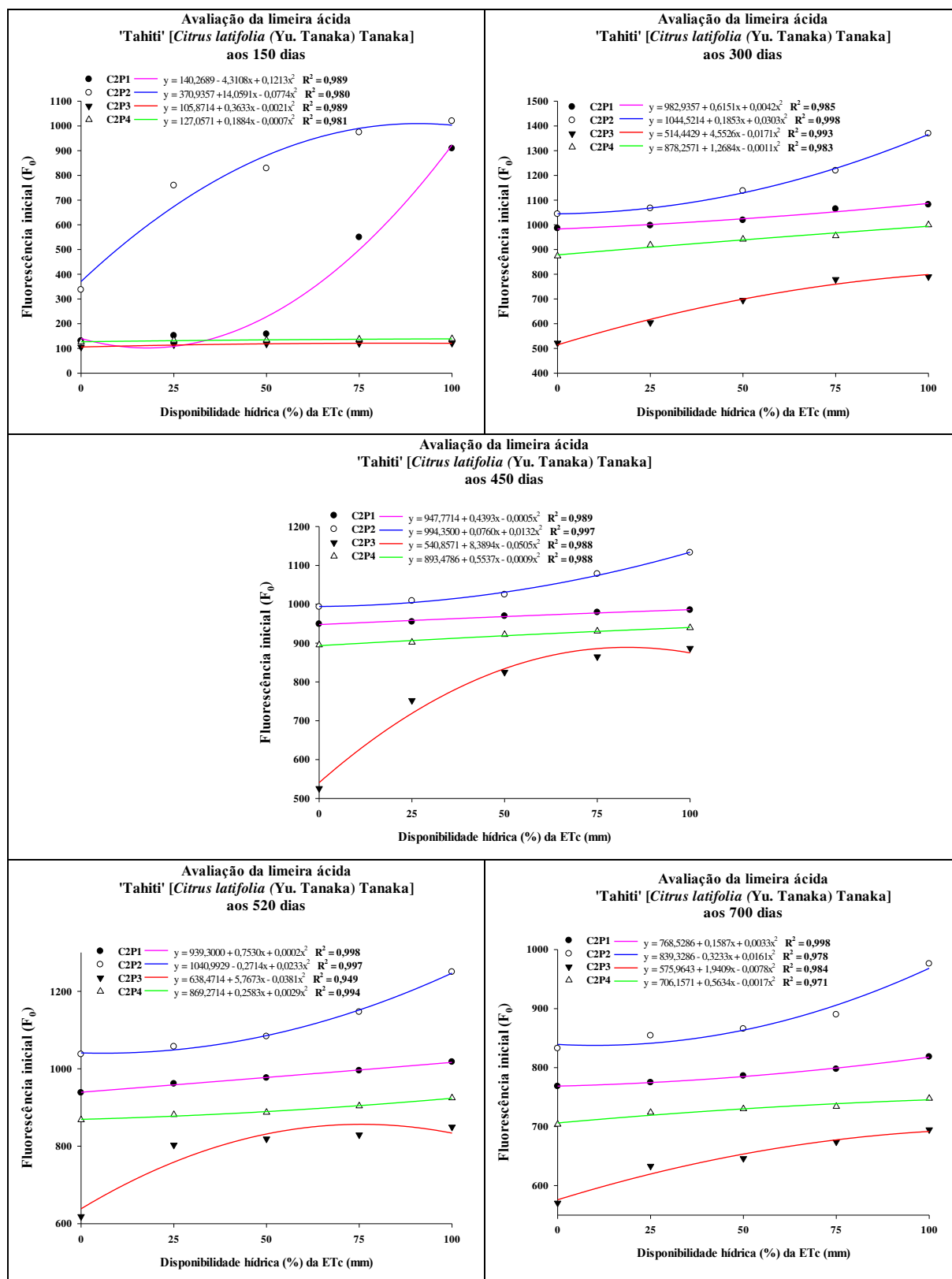
*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na linha para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

5.3.2 Fluorescência da clorofila *a* em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica no cerrado tocantinense

No estudo de fluorescência da clorofila *a*, observou-se que os genótipos avaliados divergiram entre si, mesmo quando submetidos aos mesmos níveis de disponibilidade hídrica (DH) em função da E_{Tc} , quanto à fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e na eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) (Figuras 24, 25, 26 e 27).

Na avaliação da eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), verificou-se comportamentos diferentes entre os genótipos para cada período avaliado, identificando o genótipo TSKC x CTSW - 041 como o mais susceptível as alterações ambientais, apresentando em alguns momentos as maiores eficiências e em outros, as menores, como ocorre no período de avaliação aos 700 dias de cultivo.

Figura 24. Fluorescência inicial (F_0) em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



C2P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; **C2P2** = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; **C2P3** = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; **C2P4** = Porta-enxerto HTR – 208.

Comportamento semelhante é verificado também no porta-enxerto citrandarin ‘Riverside’, aos 300 e 520 dias do período de avaliação do cultivo. Mesmo apresentando esse comportamento variável durante o período de cultivo, o genótipo citrandarin ‘Riverside’ manteve-se com os valores próximos em todos os períodos avaliados, mostrando-se ser mais adaptado às condições de cerrado (Figura 27).

Em se tratando da fluorescência inicial (F_0), presume-se, que sua emissão ocorre dentro do estágio rápido da fluorescência, que representa a energia liberada pelas moléculas de clorofila a da antena do fotossistema II, antes dos elétrons migrarem para o centro de reação P_{680} (PSII), sendo o componente mínimo do sinal da fluorescência (MATHIS e PALLOTIN, 1981). Portanto, é uma perda fotoquímica que se espera, não influenciável ou pouco influenciável pela presença ou não do N. Porém, na literatura, muitos resultados, controversos, têm sido apresentados.

Aumentos de fluorescência inicial (F_0) podem ocorrer, mas quando há dano no centro de reação do fotossistema II, ou por uma redução na transferência de energia de excitação do sistema coletor de luz para o centro de reação (MATHIS; PALLOTIN, 1981; BAKER; ROSENQVIST, 2004). Comportamento verificado nos genótipos citrandarins ‘Riverside’ e ‘Índio’ aos 150 dias do período de avaliação do cultivo. Ao se avaliar taxa de assimilação de CO_2 (A) disposta na tabela 27, verifica que nesse período foi registrado as maiores taxas de assimilação de CO_2 (A) para esses porta-enxertos, desse modo influenciando diretamente no aumento da fluorescência inicial (F_0).

Griffin e Seemann (1996) afirma que a fotossíntese, ao converter o CO_2 da atmosfera em carbono orgânico, liga diretamente a biosfera com a atmosfera, e também liga o funcionamento das plantas (e de sistemas agrícolas ou de ecossistemas) com as mudanças globais. Desta forma o aumento da concentração de CO_2 pode estimular a taxa de fotossíntese e aumentar a produtividade dos sistemas agrícolas e naturais de forma que os ecossistemas naturais seriam capazes de incorporar mais carbono.

Os resultados de Fluorescência inicial (F_0) apresentaram-se em consonância com os observados para trocas gasosas (Tabela 27), reforçando os postulados de Ayers e Westcot (1999), de que as repostas aos efeitos adversos variam entre as espécies e entre plantas de uma mesma espécie. Semelhantemente, Cruz et al. (2009), estudando combinações copa-porta-

enxerto de citros sob estresse hídrico, verificaram efeito significativo nas variáveis de fluorescência, relacionando essa resposta a danos no fotossistema.

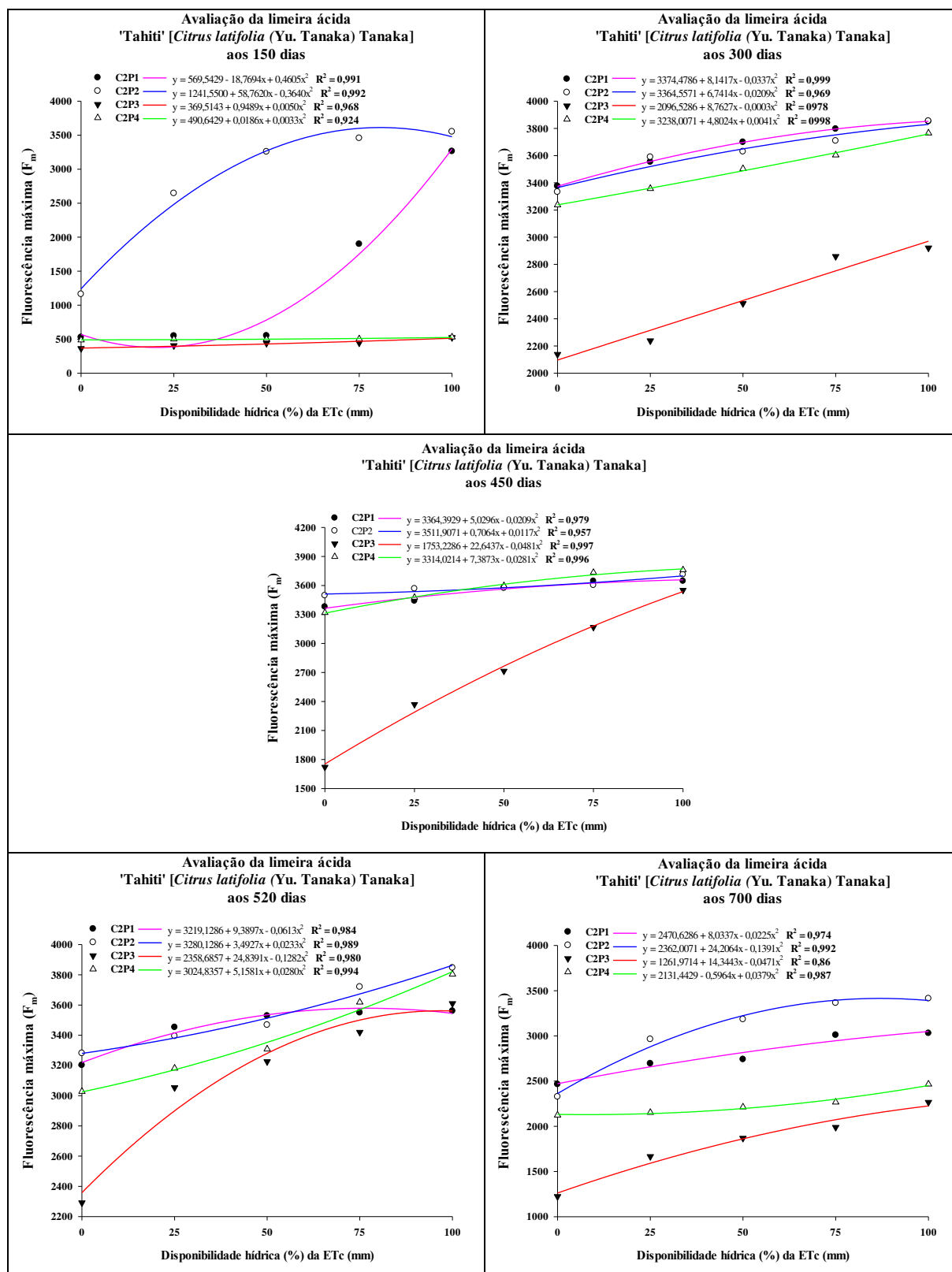
Quando estudada a fluorescência máxima (F_m) da clorofila (Figura 25), foram verificados efeitos da disponibilidade hídrica (DH) em todas as combinações copa/porta-enxerto, destacando o genótipo TSKC x CTSW - 041 que nos períodos de avaliação em 300, 450 e 520 dias de cultivo, apresentou ampliação acentuada na fluorescência dentro dos níveis de disponibilidade hídrica, entendo assim, que essa combinação, copa/porta-enxerto, em condições adversas, gasta mais energia buscando uma maior eficiência de concentração interna de CO_2 (C_i), como apresentado na tabela 28.

Para o citrandarin 'Índio', como já apresentado na figura 24, observou-se uma ampliação na fluorescência máxima (F_m) no período inicial da avaliação do cultivo, o que pode estar relacionado a uma compensação do processo fotossintético em busca de aumentar a taxa de assimilação de CO_2 , já que se estabilizou após nos períodos avaliativos subsequentes.

Quanto à fluorescência variável (F_v), disposta na figura 26, verifica comportamento semelhantes aos já apresentados nas figuras 24 e 25, trazendo uma observação para o genótipo citrandarin 'Índio', que após 150 dias do período de cultivo, atingiu os maiores valores de fluorescência, não apresentando diferenças consideráveis entre os níveis de disponibilidade hídrica (DH) para os demais períodos avaliativos, o que pode estar relacionado à sua eficiência assimilatória associada a maior tolerância aos efeitos de déficit hídrico, já que não se verificou diferenças nas trocas gasosas desse genótipo.

Com relação a eficiência do fotossistema II (F_v/F_m), resultados dispostos na figura 27, observa-se comportamento variado para todas as combinações copa/porta-enxerto ao longo do período de avaliação do cultivo. Verificando que os valores da eficiência do fotossistema II (F_v/F_m), obtidos nas disponibilidades hídricas em 0%, 25% e 50% da ET_c , foram inferiores a 0,725 indicando para comprometimento do fotossistema. Podendo recomendar a disponibilidade hídrica em 75% da ET_c como a necessária para evitar a ocorrência de fotoinibição, assegurando ainda o uso e eficiência dos recursos hídricos.

Figura 25. Fluorescência máxima (F_m) em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



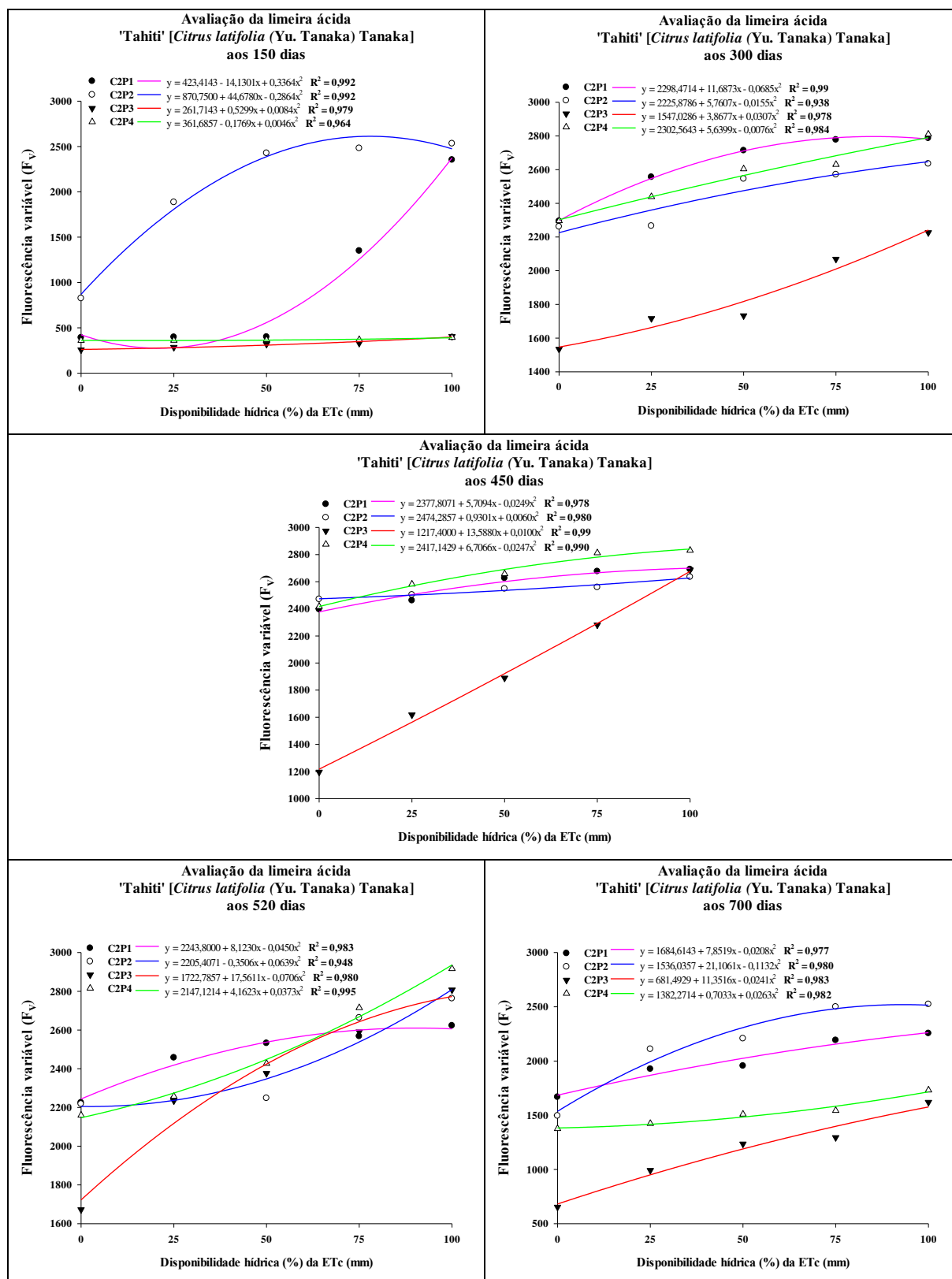
C2P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; **C2P2** = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; **C2P3** = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; **C2P4** = Porta-enxerto HTR – 208.

O decréscimo da relação F_v/F_m tem evidenciado a resposta das plantas de citros ao estresse. Em condições de campo, o estresse causado por deficiência hídrica pode ser severo, dada a deficiência hídrica encontrar-se associada a outras condições adversas do ambiente, como temperatura e radiação altas, que podem causar danos mais evidentes à eficiência quântica do fotossistema II (CHAVES, 1991). Como os resultados apresentados, neste trabalho, em que o estresse causado por deficiência hídrica submetido às plantas não ocorreu sob condições controladas, com variações climáticas ao longo do período de avaliação, portanto, provavelmente, promovendo algum dano sobre o fotossistema II das plantas submetidas aos menores níveis de disponibilidade hídrica.

Nas condições do presente estudo, o estresse causado pela deficiência hídrica submetido a limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] reduziu a eficiência quântica potencial do fotossistema II (F_v/F_m). Estudos devem ser realizados a fim de verificar se após a irrigação, as plantas poderão apresentar valores dos parâmetros de fluorescência similares àqueles verificados aos níveis de disponibilidade hídrica em 75% e 100% da ETC.

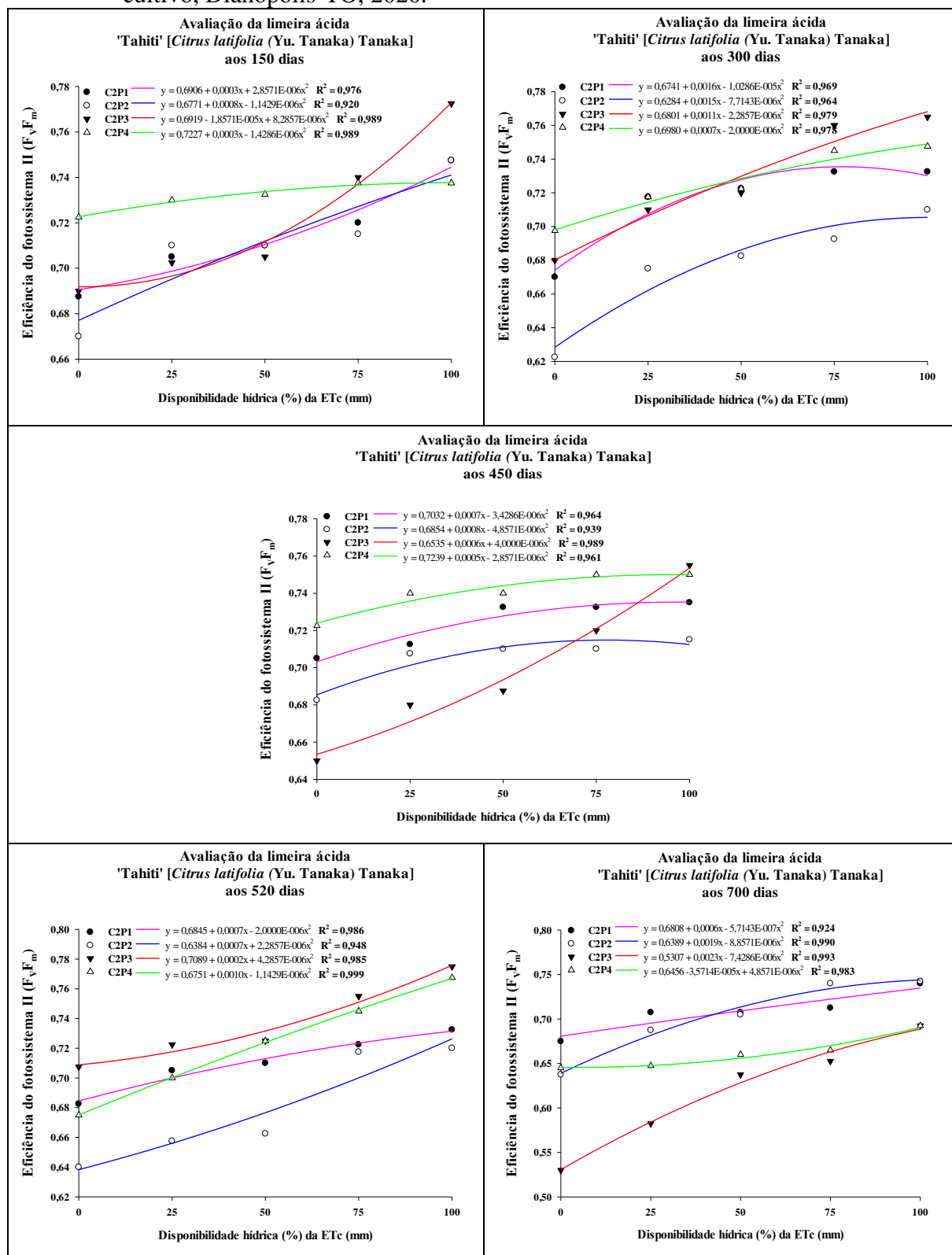
A Eficiência do fotossistema II (F_v/F_m) representa a eficiência máxima que a luz absorvida pela antena do PSII é convertida em energia química (em condições adequadas, apresenta valores em torno de 0,80) e é um indicador da ocorrência de fotoinibição, quando plantas estão sujeitas a vários tipos de estresses (BAKER, 2008). Quando a disponibilidade de energia de excitação é superior à capacidade de utilização na fotossíntese (reações bioquímicas), há fotoinibição, indicada por valores de $F_v.F_m^{-1}$ menores que 0,725 (CRITCHLEY, 1998).

Figura 26. Fluorescência variável (F_v) em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



C2P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; C2P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; C2P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; C2P4 = Porta-enxerto HTR – 208.

Figura 27. Eficiência do fotossistema II dada pela relação F_v/F_m em folhas da limeira ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



C2P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; **C2P2** = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; **C2P3** = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; **C2P4** = Porta-enxerto HTR – 208.

5.3.3 Trocas gasosas e relações hídricas na laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] sob seis porta-enxertos e submetida a diferentes níveis de disponibilidade hídrica na região do cerrado tocantinense

Conhecendo-se as funções do porta-enxerto e sua significância para o sucesso da citricultura, inclusive sobre sua influência na tolerância de fatores de estresse, é de grande relevância a identificação de materiais genéticos de citros promissores para cultivo em tais condições. Na citricultura do estado do Tocantins, bem incipiente, não se tem materiais recomendados. São desejáveis boas características de adaptação dos porta-enxertos a essa região, sendo importante a identificação de genótipos tolerantes à seca, possibilitando a diversificação de materiais que sustentam a citricultura.

Lacerda (2000) relata que a habilidade para minimizar o efeito negativo de um fator estressor está na dependência do genótipo utilizado; nesse sentido, a seleção de materiais bem adaptados a condições de estresse e com alta produtividade, em 3 diferentes tipos de ambiente, é um dos objetivos do melhoramento de plantas.

Cerqueira et al. (2004), registraram alguns porta-enxertos cítricos em condições de deficiência hídrica e verificaram maior tolerância à desidratação, em genótipos como o HTR – 051 (Híbrido Trifoliado), e TSKC x CTTR - 017, originado do cruzamento de Tangerineira “Sunki” [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum, com citrange “Troyer” (*C. sinensis* Osbeck x *Poncirus trifoliata* [L.] Raf.), o que os indica como potenciais a compor sistema de produção de citros em condições de déficit hídrico; além desses híbridos, a laranjeira “Azeda” (*C. aurantium*) e o TSKC x CTTR – 002, cruzamento de Tangerineira „Sunki“ Comum com um citrange “Troyer”, manifestam maior poder de recuperação após o déficit hídrico, sendo capazes de manter as trocas gasosas e a produção de matéria seca e os porta-enxertos tradicionais, limoeiros “Volkameriano” (*C. volkameriana* V. Tem. e Pasq.) e “Cravo” (*C. limonia* Osbeck), foram mais sensíveis ao déficit hídrico, com maior redução do potencial hídrico e baixa capacidade de recuperação.

Alguns trabalhos já foram realizados com porta-enxertos cítricos sob déficit hídrico (CERQUEIRA et al., 2004; PASSOS et al., 2006 e PEIXOTO et al., 2006); entretanto, se restringem a períodos curtos de estresse hídrico e, mesmo assim, realizados em condições de cultivo distintas, necessitando-se de estudos, principalmente, sob deficiência hídrica contínua e progressiva.

Na tabela 32 observa-se significância estatística dos fatores níveis de disponibilidade hídrica (DH), e a combinação copa/porta-enxerto.

Tabela 32. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETC				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	0.140 aD	0.140 aD	0.147 aD	0.150 aD	0.150 aD
	P2	0.117 aC	0.120 abC	0.120 abC	0.130 bC	0.130 bC
	P3	0.085 aB	0.090 aB	0.095 abB	0.102 bcB	0.110 cB
	P4	0.160 aE	0.165 abE	0.172 bcE	0.180 cdE	0.190 dE
	P5	0.195 aF	0.212 bF	0.220 bcF	0.230 cF	0.250 dF
	P6	0.030 aA	0.047 bA	0.052 bcA	0.060 cA	0.072 dA
300	P1	0.095 aD	0.100 aD	0.100 aD	0.107 bD	0.110 bD
	P2	0.080 aC	0.080 aC	0.080 aC	0.082 aC	0.090 bC
	P3	0.060 aB	0.070 bB	0.070 bB	0.070 bB	0.070 bB
	P4	0.117 aE	0.120 abE	0.120 abE	0.125 bE	0.135 cE
	P5	0.142 aF	0.150 bF	0.160 cF	0.175 dF	0.185 eF
	P6	0.037 aA	0.050 bA	0.052 bA	0.060 cA	0.060 cA
450	P1	0.095 aC	0.100 aD	0.105 aC	0.110 aD	0.110 aC
	P2	0.080 aC	0.080 aC	0.082 aB	0.090 aC	0.090 aB
	P3	0.060 aB	0.062 aB	0.070 abB	0.072 abB	0.080 bB
	P4	0.117 aD	0.122 aE	0.130 abD	0.130 abE	0.140 bD
	P5	0.145 aE	0.150 aF	0.160 aE	0.245 bF	0.325 cE
	P6	0.027 aA	0.032 abA	0.040 abA	0.047 bcA	0.057 cA
520	P1	0.040 aC	0.042 aC	0.050 abC	0.050 abC	0.057 bC
	P2	0.030 aBC	0.030 aB	0.035 aB	0.040 aBC	0.040 aB
	P3	0.020 aB	0.027 aB	0.030 aAB	0.030 aAB	0.030 aAB
	P4	0.060 aD	0.070 abD	0.077 bD	0.090 cD	0.100 cD
	P5	0.117 aE	0.130 bE	0.135 bE	0.160 cE	0.19 dE
	P6	0.007 aA	0.012 abA	0.020 bA	0.020 bA	0.020 bA
700	P1	0.020 aB	0.027 abB	0.030 bC	0.030 bC	0.030 bC
	P2	0.020 aB	0.020 aB	0.020 aB	0.020 aB	0.020 aB
	P3	0.010 aA	0.010 aA	0.010 aA	0.012 abAB	0.020 bB
	P4	0.037 aC	0.040 abC	0.047 bcD	0.052 cD	0.072 dD
	P5	0.087 aD	0.100 bD	0.120 cE	0.142 dE	0.182 eE
	P6	0.002 aA	0.010 aA	0.010 aA	0.010 aA	0.010 aA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Ao se avaliar os níveis de disponibilidade hídrica, constata-se o genótipo Cravo Santa Cruz (P5) com as maiores médias de condutância estomática (gs), variando entre 0,87 e 0,195 mol de H₂O m⁻² s⁻¹ para disponibilidade hídrica em 0% da ETc, e 0,100 a 0,325 mol de H₂O m⁻² s⁻¹ para disponibilidade hídrica em 100% da ETc, constatando-se que a condutância é afetada de acordo a disponibilidade hídrica para as plantas.

Quando se avalia as médias (0,325; 0,190; 0,150; 0,130; 0,110 e 0,072) oriundas do maior nível de disponibilidade hídrica (DH em 100% da Etc) em comparação com as médias (0,087; 0,037; 0,020; 0,020; 0,010 e 0,002) do menor nível (DH em 0% da ETc), para cada genótipo Cravo Santa Cruz (P5); HTR - 208 (P4); citrandarin 'Índio' (P1); citrandarin 'Riverside' (P2); TSKC x CTSW - 041 (P3); e Sunki Tropical (P6), respectivamente, verifica-se diferenças na condutância estomática na ordem de 73,23%, 80,52%, 86,67%, 84,61%, 90,00% e 97,22% confirma-se a influência da disponibilidade hídrica nos parâmetro fisiológicos. Resultados similares foram encontrados por Suassuna (2011), avaliando a tolerância de genótipos de citros ao estresse hídrico na fase de formação de porta-enxerto. Constata-se, que mesmo ocorrendo redução na disponibilidade hídrica, é possível manter os valores de gs estão dentro da faixa de 0,1 a 0,3 mol m⁻² s⁻¹, comumente observada em plantas de citros (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

As médias de condutância determinadas foram semelhantes às relatadas por Suassuna et al. (2012) para laranjeiras 'Valência' em deficit hídrico. Magalhães Filho et al. (2008) verificaram, em laranjeiras 'Valência' sobre 'Cravo' e trifoliata, condutância estomática próxima à zero, ou seja, fechamento estomático após 12 dias de interrupção na irrigação; segundo os autores, este foi o primeiro mecanismo de defesa acionado. Christmann et al. (2007) concluíram que, em arbóreas, como o citros, a rapidez na resposta estomática deve-se à ação de forças hidráulicas geradas no sistema capilar das plantas em resposta ao deficit hídrico no solo. Já Campos et al. (2011), ao avaliar plantas de citrumelo 'Swingle' transformadas, observaram condutância baixa e altas taxas de assimilação de CO₂, e sugeriram a participação de um mecanismo de proteção adicional, em que a prolina age como agente estabilizador de proteínas.

Carvalho et al. (2016) avaliando fatores fisiológicos da laranjeira (*Citrus sinensis*) 'Pêra CNPMF D6' sobre 43 porta-enxertos, identificaram entre os que apresentaram maiores médias para condutância estomática, em ordem decrescente os genótipos Citrandarin 'Riverside', HTR - 208, TSKC x CTSW - 041, Cravo Santa Cruz e Citrandarin 'Índio'.

Destaca-se que a diminuição na condutância estomática (gs) em consequência do déficit hídrico, o que significa aumento da resistência estomática para manutenção do

potencial hídrico nas folhas, resposta já esperada em plantas nessa condição. É necessário lembrar, contudo, que esta redução ocorre a custos de energia, sendo um dreno que limita o crescimento e a produção do vegetal. Dessa forma, pode-se afirmar que a condutância estomática em citros é responsiva à queda da umidade do solo, fato evidenciado neste trabalho e em laranjeira, por Machado et al. (1999), ressaltando-se que, no presente estudo, essa resposta foi dependente também do genótipo utilizado.

Sabe-se que a abertura dos estômatos depende do grau de saturação hídrica das células estomáticas, podendo haver grande restrição da transpiração caso o déficit de água na planta seja muito grande (CERQUEIRA et al., 2004). A intensidade dessa transpiração varia com a ação de fatores internos (área superficial, distribuição e número dos estômatos) e de fatores externos (luz, umidade do ar, temperatura e disponibilidade de água no solo) (CERQUEIRA et al., 2004). Evidencia-se que, mesmo havendo interferência de outros fatores sobre os estômatos e, por consequência, sobre a condutância estomática (g_s) é possível evidenciar, através dos resultados encontrados, o efeito do estresse hídrico sobre a condutância estomática (g_s) nas plantas jovens de citros, neste caso, na dependência do genótipo.

O fechamento estomático num maior valor de fração de água transpirável no solo, durante um déficit de curta duração, segundo Ray e Sinclair (1997), será traduzido em perda de produtividade. Porém, em condições de monocultura, a espécie que fecha os estômatos em maior fração de água transpirável no solo apresenta uma estratégia ‘conservativa’, já que irá poupar água e aumentar suas chances de sobrevivência durante as secas de longo prazo, ainda que haja perda na produtividade (RODRIGUES et al., 2015).

Na análise da transpiração, verificou-se influência da disponibilidade hídrica em todas as combinações copa/porta-enxerto, não se registrando diferenças significativa entre os genótipos, a exceção para a análise realizada aos 150 dias (Tabela 33). Nesse período as combinações copa/porta-enxerto apresentaram diferenças significativas quando submetidas ao nível de disponibilidade hídrica em 100% da ET_c , devendo esse efeito ser as condições ambientais, não necessariamente efeito do tratamento.

Verifica-se ainda, que os valores de transpiração (E) vão diminuindo no decorrer do tempo de cultivo, podendo estar associado ao processo de estabilização as condições climáticas, aperfeiçoando os mecanismos fisiológicos para as condições ambientais. Setin (2007) explica que a maior transpiração reflete em melhor hidratação das plantas resultando em maior crescimento, fato constatado nas plantas cultivadas em condição ideal de suprimento hídrico. A redução da transpiração é um mecanismo que ajuda a reduzir a rápida exaustão da água no solo pelas plantas (LARCHER, 2006).

Tabela 33. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA Etc				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	1.892 aA	3.560 bA	3.667 bA	4.565 cA	5.327 dAB
	P2	1.970 aA	3.382 bA	3.682 bA	4.742 cA	5.160 cA
	P3	2.075 aA	3.500 bA	3.525 bA	4.530 cA	5.095 cA
	P4	1.942 aA	3.372 bA	3.517 bA	4.660 cA	5.162 c
	P5	2.190 aA	3.427 bA	3.672 bA	4.657 cA	5.760 dB
	P6	2.092 aA	3.352 bA	3.667 bA	4.692 cA	5.365 dAB
300	P1	1.120 aA	1.797 bA	1.897 bA	2.587 cA	3.512 dA
	P2	1.172 aA	1.707 bA	1.892 bA	2.817 cA	3.280 cA
	P3	1.150 aA	1.777 bA	1.820 bA	2.585 cA	3.227 dA
	P4	1.160 aA	1.695 bA	1.792 bA	2.730 cA	3.297 dA
	P5	1.210 aA	1.737 bA	1.897 bA	2.722 cA	3.690 dA
	P6	1.172 aA	1.685 abA	1.882 bA	2.717 cA	3.675 dA
450	P1	1.037 aA	1.682 bA	2.347 cA	2.407 cA	3.392 dA
	P2	1.000 aA	1.630 bA	2.235 cA	2.515 cA	3.260 dA
	P3	0.995 aA	1.600 bA	2.252 cA	2.527 cA	3.182 dA
	P4	1.027 aA	1.610 bA	2.237 cA	2.560 dA	3.222 eA
	P5	1.107 aA	1.640 bA	2.342 cA	2.550 cA	3.425 dA
	P6	1.042 aA	1.672 bA	2.347 cA	2.542 cA	3.437 dA
520	P1	0.595 aA	0.982 aA	1.692 bA	1.890 bA	4.280 cA
	P2	0.667 aA	0.900 aA	1.505 bA	2.062 cA	4.067 dA
	P3	0.675 aA	0.977 aA	1.537 bA	2.037 bA	4.017 cA
	P4	0.675 aA	0.917 aA	1.497 bA	2.170 cA	3.997 dA
	P5	0.680 aA	0.975 aA	1.705 bA	2.162 bA	4.457 cA
	P6	0.697 aA	0.907 aA	1.672 bA	2.145 bA	4.365 cA
700	P1	0.312 aA	0.517 aA	0.902 bA	0.965 bA	2.057 cA
	P2	0.347 aA	0.460 abA	0.805 bcA	1.077 cA	1.912 dA
	P3	0.337 aA	0.515 abA	0.815 bcA	1.095 cA	1.855 dA
	P4	0.325 aA	0.460 abA	0.800 bcA	1.130 cA	1.872 dA
	P5	0.335 aA	0.517 aA	0.900 bA	1.125 bA	2.177 cA
	P6	0.350 aA	0.472 aA	0.890 bA	1.117 bA	2.162 cA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Magalhães Filho et al. (2008) constataram relação entre a redução na disponibilidade hídrica no solo com redução do potencial de água na folha, situação que causa fechamento parcial dos estômatos e redução na condutância estomática, implicando em queda da

transpiração e da taxa de assimilação de CO₂. Larcher (2006), explica que, à medida em que a disponibilidade de água no solo diminui, o fechamento dos estômatos provoca um decréscimo na taxa de transpiração, fato constatado neste trabalho, uma vez que os genótipos com maior redução na gs foram, também, os que tiveram a E mais afetada pelo estresse hídrico. Tatagiba et al. (2007) acrescentam que, quando os estômatos estão totalmente abertos, a absorção de CO₂ é mais limitada pela resistência de transferência do que a perda de água por transpiração. Assim, os autores relatam que a melhor relação entre absorção de CO₂ e perda de água é alcançada quando os estômatos estão parcialmente fechados; esta situação é observada no início da deficiência hídrica, quando os dois processos de difusão são reduzidos e a relação fotossíntese/transpiração atinge os maiores valores.

Em estudo sob deficiência hídrica em laranjeira “Valência” enxertada em limoeiro “Cravo” e em *P. trifoliata*, Magalhães Filho et al. (2008) registraram assimilação máxima de CO₂ de 12,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na combinação “Valência”/”Cravo” e 11,8 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, na combinação “Valência”/”Poncirus”, em condições normais de umidade do solo. Resultados semelhantes aos encontrados neste estudo (Tabela 34). Registra-se nas plantas submetidas à deficiência hídrica, em relação àquelas cultivadas sem restrição de umidade, tal como se constataram decréscimos em gs e em E, em razão desse fator de estresse. Decréscimos de gs e, conseqüentemente, de A, induzidos pelo déficit hídrico, são resultados comumente relatados em espécies cultivadas (PIMENTEL, 2004; SINGELS et al., 2005; CHAVES et al., 2009).

Vários autores (MACHADO et al., 2002, MEDINA e MACHADO, 1999; RIBEIRO e MACHADO, 2007; RIBEIRO et al., 2009) explicam que em função das resistências associadas ao fluxo da água no sistema solo-planta-atmosfera, ocorre defasagem entre a absorção de água pelas raízes e a transpiração. Com isto, o fechamento parcial dos estômatos é uma estratégia para evitar desidratação excessiva ou uma consequência de desbalanço hídrico na epiderme das folhas, levando à redução de fotossíntese. Ressalte-se que, neste trabalho, maiores taxas de assimilação de CO₂ (A) foram constatadas nos mesmos genótipos em que se observou maior transpiração, sob déficit hídrico.

Tabela 34. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	5.995 aD	6.312 abD	6.707 bcD	6.865 bcD	6.932 cD
	P2	4.820 aC	5.060 abC	5.225 abC	5.477 bcC	5.795 cC
	P3	3.027 aB	3.140 aB	3.565 aB	4.347 bB	4.635 bB
	P4	7.257 aE	7.602 abE	7.890 bcE	8.130 bcE	8.357 cE
	P5	7.390 aE	8.795 bE	9.310 bF	10.335 CF	11.525 cF
	P6	0.460 aA	1.135 bA	1.620 bA	2.512 cA	3.827 dA
300	P1	4.527 aD	4.707 abD	4.882 bcD	5.052 cD	5.070 cD
	P2	3.590 aC	3.820 abC	3.970 bcC	4.162 cdC	4.385 dC
	P3	2.277 aB	2.417 abB	2.722 bcB	3.030 cdB	3.310 dB
	P4	5.342 aE	6.217 bE	6.477 bcE	6.685 cE	6.797 cE
	P5	5.745 aF	6.942 bE	7.350 cF	7.802 dF	8.502 eF
	P6	0.185 aA	1.102 bA	1.455 cA	2.082 dA	2.805 eA
450	P1	5.145 aCD	5.490 aD	5.710 aB	5.880 aC	5.910 aCD
	P2	4.045 aBC	4.290 aC	4.440 aB	4.637 aBC	4.895 aBC
	P3	2.530 aB	2.622 aB	2.755 aA	3.405 aAB	3.657 aAB
	P4	6.310 aDE	7.012 abE	7.340 abC	7.637 abD	8.252 bD
	P5	6.657 aE	8.970 bE	9.250 bD	9.575 bE	12.357 cE
	P6	0.260 aA	0.725 aA	1.492 abA	2.182 bcA	2.925 cA
520	P1	2.710 aD	2.905 abD	3.015 abcD	3.172 bcD	3.327 cC
	P2	1.832 aC	1.957 aC	2.155 abC	2.355 bcC	2.520 cB
	P3	1.127 aB	1.172 aB	1.370 abB	1.600 bB	1.712 bA
	P4	3.722 aE	4.302 bE	4.857 cE	5.267 dE	6.097 eD
	P5	4.065 aE	6.507 bF	7.047 cF	8.262 dF	9.552 eE
	P6	0.320 aA	0.577 abA	0.700 bcA	1.025 cA	1.412 dA
700	P1	2.127 aB	2.365 aB	2.782 aB	3.095 aB	3.157 aB
	P2	1.530 aAB	1.665 aAB	1.752 aAB	1.837 aAB	1.930 aAB
	P3	0.805 aAB	0.847 aA	1.045 aA	1.327 aAB	1.435 aA
	P4	4.177 aC	7.060 bC	8.222 bC	10.720 cC	12.810 dC
	P5	5.035 aC	15.182 bD	16.492 bcD	17.805 cD	21.832 dD
	P6	0.215 aA	0.350 aA	0.582 aA	0.812 aA	1.177 aA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Na concentração interna de CO_2 ou concentração de CO_2 na câmara subestomática (Ci), constatou diferença significativa apenas em função da disponibilidade hídrica (DH), registrando os maiores valores para combinações copa/porta-enxerto submetida aos maiores

níveis de disponibilidade (Tabela 35). Percebeu-se no estudo desta variável, que a C_i teve padrão de resposta semelhante nas plantas submetidas ou não ao estresse hídrico.

Apesar de o fechamento parcial dos estômatos, evidenciado neste trabalho pela diminuição da condutância estomática, causar redução de C_i , não houve variação significativa dessa característica entre os tratamentos hídricos, fato devido ao decréscimo na atividade fotossintética (MACHADO et al., 2010).

Entende-se que decréscimo em C_i poderia acarretar queda em A devido à redução na concentração de CO_2 para atividade da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase-oxigenase (rubisco). Entretanto, menores valores de C_i também estimulam a abertura dos estômatos permitindo maior influxo de CO_2 para a cavidade subestomática, o que tende a um equilíbrio entre consumo e entrada de CO_2 , mantendo C_i aproximadamente constante (MACHADO et al., 2009).

Os resultados encontrados em Carvalho et al. (2016), corroboram com esse estudo, onde encontram os genótipos TSKC x CTSW – 041; citrandarin ‘Riverside’; citrandarin ‘Índio’; HTR – 208 e Cravo Santa Cruz com maiores valores para o uso eficiente no uso da água (EUA) e Eficiência instantânea da Carboxilação (EiC), ao se analisar as tabelas 36 e 37, verifica-se os genótipos relacionados como sendo promissores as condições de cerrado.

Destaca-se o genótipo Cravo Santa Cruz (P5), que ao final do período e sob nível de disponibilidade hídrica em 100% da E_{Tc} , obteve $10.307 [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}]$, bem acima do referenciado na literatura, muito embora, Carvalho et al. (2016) tenha encontrado valores de 25,880 e 24,850 $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}]$ para os genótipos, TSKFL x CTC13 - 012 e TSKC x CTRK – 001.

A eficiência na carboxilação, dada pela relação entre a taxa de assimilação de CO_2 e a concentração de CO_2 intercelular (A/C_i), é uma forma de se estudar os fatores não estomáticos que interferem na taxa fotossintética (KONRAD et al., 2005 e MACHADO et al., 2005). Nesta variável os efeitos em função da disponibilidade hídrica (DH) e combinação copa/porta-enxerto foram isolados e na interação entre ambos (Tabela 37). Sendo possível identificar ainda redução nas médias de EiC das plantas submetidas a estresse. É provável que este resultado seja reflexo de maior assimilação de CO_2 em relação ao CO_2 encontrado na câmara subestomática nesses genótipos, pois é notório que, se C_i aumenta em consequência da taxa de abertura dos estômatos, a relação A/C_i , também, aumenta; em outra hipótese, a entrada de CO_2 no mesófilo foliar pode ter diminuído em função do decréscimo de g_s mas o consumo de CO_2 no cloroplasto pode, também, ter sido reduzido.

Tabela 35. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) da laranja 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	213.75 aA	235.75 bA	249.75 cA	267.75 dA	288.75 eA
	P2	217.25 aA	235.25 bA	249.50 cA	269.75 dA	283.75 eA
	P3	218.00 aA	234.75 bA	250.50 cA	269.50 dA	282.50 dA
	P4	217.25 aA	234.75 bA	248.00 bA	267.75 cA	284.25 dA
	P5	219.75 aA	234.75 bA	249.75 cA	268.25 dA	295.00 eA
	P6	218.00 aA	235.50 bA	249.25 cA	270.50 dA	287.50 eA
300	P1	222.75 aA	253.25 abA	261.50 bA	283.50 bA	334.50 cA
	P2	224.50 aA	248.25 aA	260.75 abA	288.25 bcA	318.00 cA
	P3	222.50 aA	250.00 aA	260.50 abA	288.25 bcA	308.50 cA
	P4	222.75 aA	252.50 abA	260.75 abA	286.00 bcA	316.00 cA
	P5	229.50 aA	248.25 abA	261.00 abA	285.75 bA	345.50 cA
	P6	226.50 aA	252.00 abA	261.25 abA	286.00 bA	334.00 cA
450	P1	238.00 aA	269.25 abA	302.00 bcA	349.00 cA	434.00 dA
	P2	238.00 aA	270.75 abA	297.50 bA	359.25 cA	411.00 cA
	P3	237.25 aA	262.00 abA	297.75 bA	360.75 cA	403.25 cA
	P4	234.50 aA	271.50 abA	296.25 bA	353.75 cA	410.25 dA
	P5	248.00 aA	262.25 abA	301.00 bA	354.25 cA	437.75 dA
	P6	236.75 aA	272.25 abA	301.00 bA	356.00 cA	420.25 dA
520	P1	187.75 aA	233.50 bA	259.50 cA	288.75 dA	321.25 eA
	P2	183.75 aA	230.50 bA	255.75 cA	296.25 dA	313.00 dA
	P3	186.00 aA	232.00 bA	255.75 cA	294.25 dA	311.00 dA
	P4	188.00 aA	229.75 bA	254.75 cA	290.50 dA	313.25 eA
	P5	198.75 aA	232.00 bA	258.25 cA	293.00 dA	322.75 eA
	P6	195.00 aA	231.00 bA	258.25 cA	293.50 dA	313.75 dA
700	P1	125.00 aA	193.25 bA	252.75 cA	288.75 cA	373.75 dA
	P2	129.50 aA	198.50 bA	247.00 bcA	305.50 cdA	352.75 dA
	P3	118.75 aA	182.00 bA	248.50 cA	303.25 cdA	347.00 dA
	P4	115.50 aA	197.50 bA	247.25 bcA	297.25 cdA	350.00 dA
	P5	134.75 aA	183.25 aA	251.50 bA	296.25 bA	393.00 cA
	P6	129.50 aA	198.00 bA	251.75 bcA	295.00 cA	362.00 dA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin 'Índio'; P2 = Porta-enxerto Citrandarin 'Riverside'; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW - 041; P4 = Porta-enxerto HTR - 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Tabela 36. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica eficiência no uso da água (EUA) (A/E) $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}]$ da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	1.508 aC	1.560 abD	1.616 abD	1.654 abD	1.704 bC
	P2	1.346 aC	1.363 aC	1.387 aC	1.418 aC	1.444 aB
	P3	0.907 aB	0.922 aB	1.110 bB	1.246 bcB	1.312 cAB
	P4	1.774 aD	1.899 abE	1.899 abE	1.961 bE	2.028 bD
	P5	1.923 aD	2.121 bF	2.211 bF	2.380 cF	2.648 dE
	P6	0.308 aA	0.555 bA	0.719 cA	0.872 cA	1.187 dA
300	P1	2.080 aD	2.155 abD	2.237 bcD	2.316 cdD	2.436 dD
	P2	1.745 aC	1.787 aC	1.835 abC	1.948 bcC	2.032 cC
	P3	1.229 aB	1.269 aB	1.352 aB	1.595 bB	1.676 bB
	P4	2.519 aE	2.696 bE	2.732 bcE	2.824 bcE	2.871 cE
	P5	2.736 aF	3.165 bF	3.502 cF	3.813 dF	5.081 eF
	P6	0.206 aA	0.665 bA	0.869 cA	1.176 dA	1.469 eA
450	P1	2.359 aC	2.449 aC	2.571 aB	2.675 aC	2.832 aC
	P2	2.054 aBC	2.110 aC	2.170 aB	2.214 aBC	2.263 aB
	P3	1.352 aB	1.450 abB	1.601 abA	1.806 abB	1.936 baB
	P4	2.915 aD	3.224 abD	3.308 abD	3.397 abD	3.559 bC
	P5	3.354 aD	4.179 bE	4.394 bcE	4.752 cE	6.308 dD
	P6	0.156 aA	0.541 abA	0.844 bcA	1.213 cdA	1.662 dA
520	P1	1.789 aD	1.837 abD	1.923 abcD	1.997 bcD	2.059 cD
	P2	1.509 aC	1.551 abC	1.599 abC	1.651 abC	1.719 bC
	P3	1.020 aB	1.033 aB	1.093 aB	1.380 bB	1.456 bB
	P4	2.180 aE	2.368 abE	2.379 abE	2.466 bcE	2.618 cE
	P5	2.408 aF	2.784 bF	2.897 bF	3.309 cF	4.100 dF
	P6	0.386 aA	0.622 bA	0.740 bcA	0.912 cA	1.164 dA
700	P1	2.519 aC	2.630 aC	2.768 aC	2.925 aC	3.171 bC
	P2	2.017 aBC	2.062 aBC	2.199 aBC	2.303 aBC	2.401 aBC
	P3	1.356 aB	1.377 aAB	1.417 aAB	1.769 aAB	1.972 aAB
	P4	3.468 aD	4.487 bD	4.723 bcD	5.402 cD	6.584 dD
	P5	4.855 aE	7.246 bE	7.657 bcE	8.474 cE	10.307 dE
	P6	0.299 aA	0.717 abA	1.071 abA	1.290 bA	1.479 bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Tabela 37. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para variável fisiológica eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.

DIAS	PORTA-ENXERTO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM FUNÇÃO DA ETc				
		0%	25%	50%	75%	100%
150	P1	0.024 aD	0.025 abD	0.026 abD	0.027 abC	0.027 bD
	P2	0.019 aC	0.019 aC	0.021 abC	0.023 bB	0.023 bC
	P3	0.009 aB	0.010 aB	0.012 aB	0.017 bA	0.018 bB
	P4	0.028 aE	0.029 abE	0.032 bcE	0.034 cD	0.035 cE
	P5	0.031 aE	0.034 aF	0.039 bF	0.045 cE	0.053 dF
	P6	0.001 aA	0.004 abA	0.005 bA	0.014 cA	0.015 cA
300	P1	0.017 aD	0.018 aD	0.018 abD	0.020 bcC	0.020 cD
	P2	0.013 aC	0.014 abC	0.015 bcC	0.015 bcB	0.016 cC
	P3	0.007 aB	0.007 aB	0.008 aB	0.011 bA	0.011 bB
	P4	0.022 aE	0.022 aE	0.025 bE	0.026 bcD	0.027 cE
	P5	0.023 aE	0.026 bF	0.031 cF	0.033 dE	0.035 eF
	P6	0.001 aA	0.003 bA	0.004 bA	0.009 cA	0.010 cA
450	P1	0.016 aD	0.017 abD	0.018 abcC	0.019 bcC	0.020 cC
	P2	0.012 aC	0.013 abC	0.013 abB	0.014 abB	0.015 bB
	P3	0.006 aB	0.006 aB	0.008 abA	0.010 bA	0.011 bA
	P4	0.021 aE	0.022 aE	0.026 bD	0.028 bD	0.031 cD
	P5	0.024 aE	0.028 bF	0.035 cE	0.039 dE	0.046 eE
	P6	0.001 aA	0.002 abA	0.004 bA	0.009 cA	0.010 cA
520	P1	0.010 aD	0.011 aC	0.011 aC	0.012 aC	0.013 aC
	P2	0.007 aC	0.008 aB	0.008 aB	0.009 aB	0.010 aB
	P3	0.003 aB	0.003 abA	0.004 abcA	0.006 bcA	0.007 cA
	P4	0.014 aE	0.016 aD	0.021 bD	0.024 cD	0.026 cD
	P5	0.018 aF	0.022 bE	0.031 cE	0.034 dE	0.040 eE
	P6	0.001 aA	0.002 aA	0.002 aA	0.005 bA	0.006 bA
700	P1	0.009 aA	0.010 aA	0.012 aA	0.013 aA	0.014 aA
	P2	0.006 aA	0.007 aA	0.007 aA	0.008 aA	0.008 aA
	P3	0.003 aA	0.003 aA	0.003 aA	0.005 aA	0.006 aA
	P4	0.016 aA	0.020 aA	0.045 aAB	0.055 aA	0.080 aA
	P5	0.034 aA	0.060 aA	0.108 abB	0.174 bB	0.664 cB
	P6	0.001 aA	0.001 aA	0.002 aA	0.004 aA	0.005 aA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na coluna para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

O conteúdo relativo de água na folha representa as condições hídricas das plantas em relação ao conteúdo máximo de água que as células comportariam em condições de plena turgescência; ressalta-se que o crescimento vegetal depende da turgescência dos tecidos

meristemáticos, sendo maior o potencial para crescimento do genótipo quanto maior for o TRA (LARCHER, 2000). Não se verificou diferença significativa entre porta-enxerto e nível de disponibilidade hídrica (Tabela 38).

Tabela 38. Teste de médias (Tukey, $p < 0,05$) para o conteúdo relativo de água na folha da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em diferentes combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica (DH) aos 720 dias após o período de adaptação em campo, Dianópolis-TO, 2020.

DISPONIBILIDADE HÍDRICA	COMBINAÇÃO COPA/PORTA-ENXERTO						
	DH	P1	P2	P3	P4	P5	P6
0%		0.48 aA	0.43 aA	0.48 aA	0.48 aA	0.48 aA	0.39 aA
25%		0.50 aA	0.45 aA	0.55 aA	0.55 aA	0.53 aA	0.50 aA
50%		0.55 aA	0.54 aA	0.58 aA	0.57 aA	0.62 aA	0.57 aA
75%		0.57 aA	0.57 aA	0.62 aA	0.62 aA	0.67 aA	0.64 aA
100%		0.59 aA	0.58 aA	0.63 aA	0.70 aA	0.74 aA	0.66 aA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para disponibilidade hídrica, e de mesma letra maiúscula na linha para as combinações copa/porta-enxerto, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com significância do teste F de até 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; P2 = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; P3 = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; P4 = Porta-enxerto HTR – 208; P5 = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; P6 = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

5.3.4 Fluorescência da clorofila *a* em folhas da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em seis combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica no cerrado tocantinense

A fluorescência inicial explica a fluorescência quando a quinona, receptora primária de elétrons (Q_A) do fotossistema II (PSII), está totalmente oxidada e o centro de reação (P_{680}) está aberto, indicando ativação das reações fotoquímicas (MUNNS e TESTER, 2008; LUCENA et al., 2012).

Na etapa fotoquímica da fotossíntese o Complexo de Evolução de Oxigênio (CEO) quebra a molécula de água liberando prótons (H^+) e elétrons (e^-). O elétron resultante irá reduzir a molécula de clorofila *a* (P_{680}^+) do FSII. O elétron da clorofila *a* (P_{680}) é transferido para transportadores intermediários tais como feofitina (PHE), Quinona A (Q_A), Quinona B (Q_B), plastoquinonas (P_Q), e, finalmente, ferredoxina NADP⁺ redutase (FNR) que transfere

um elétron de cada uma das duas moléculas de ferredoxina para um terminal aceitador de dois elétrons NADPH. CEO é, portanto, um dos complexos protéicos mais vulneráveis em plantas e extremamente suscetível a condições de estresse biótico e abiótico (BHATTACHARYYA et al., 2015).

Os níveis de disponibilidade hídrica (DH) impostos a laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] causaram aumento atenuado da Fluorescência inicial (F_0), em todas as combinações cultivadas, para todos os períodos de avaliados (Figura 28). A elevação foi proporcional aos níveis de disponibilidade hídrica, a Fluorescência inicial (F_0) detectada nas folhas da variedade copa laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] variou entre 110 e 1200 com o menor nível de disponibilidade hídrica (DH) e entre 120 e 1.340 nas plantas submetidas ao maior nível de disponibilidade hídrica (DH) em 100% da ETc. Resultado semelhante foi observado por Suassuna et al., 2010, que avaliando lâminas de água sobre o crescimento, a partição de fitomassa e eficiência do fotossistema II em mudas de maracujazeiro amarelo “IAC 273/277”, identificou aumento em 12,46% da F_0 quando as plantas foram submetidas a maiores lâminas de irrigação.

Baker e Rosenqvist (2004) mencionam que a F_0 evidencia a fluorescência quando a quinona receptora primária de elétrons (Q_A) do fotossistema II (PSII) está totalmente oxidada e o centro de reação (P_{680}) está “aberto”, indicando iminência à ativação das reações fotoquímicas. Acrescentam que o aumento excessivo de F_0 revela destruição do centro de reação do PSII (P_{680}) ou diminuição na capacidade de transferência da energia de excitação da antena ao PSII.

Compreendendo que a fixação do CO_2 (fase bioquímica da fotossíntese) é a reação principal acionada pelo ATP e pelo redutor produzidos na fase fotoquímica. Nesta fase (fotoquímica), os elétrons ejetados dos pigmentos fotossintetizantes não utilizados na produção de ATP e NADPH através dos fotossistemas retornam aos pigmentos reemitindo a luz absorvida, na forma de fluorescência e calor (CAMPBELL; FARRELL, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2008). Verifica-se na tabela 34, as taxas de assimilação de CO_2 (A), em que os genótipos que obtiveram as maiores médias, também apresentaram os maiores índices de fluorescência inicial (F_0), nota-se então, diferenças significativas entre os genótipos, no entanto, na análise de regressão para fluorescência inicial (F_0), observa-se efeito insignificante para os níveis de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc. Comportamento semelhante foi verificado no trabalho de Cruz et al. (2009) quando avaliaram o estresse causado por deficiência hídrica para induzir o florescimento sobre a fluorescência da clorofila a em tangerineira ‘Ponkan’ e limeira ácida ‘Tahiti’.

O valor de F_0 pode ser modificado por quaisquer estresses que causam alterações estruturais nos pigmentos fotossintéticos do PSII (BAKER, 2008), nesse caso, pode não estar relacionado ao efeito da disponibilidade hídrica, mas sim, aos processos de adaptabilidade dos genótipos às condições de cerrado.

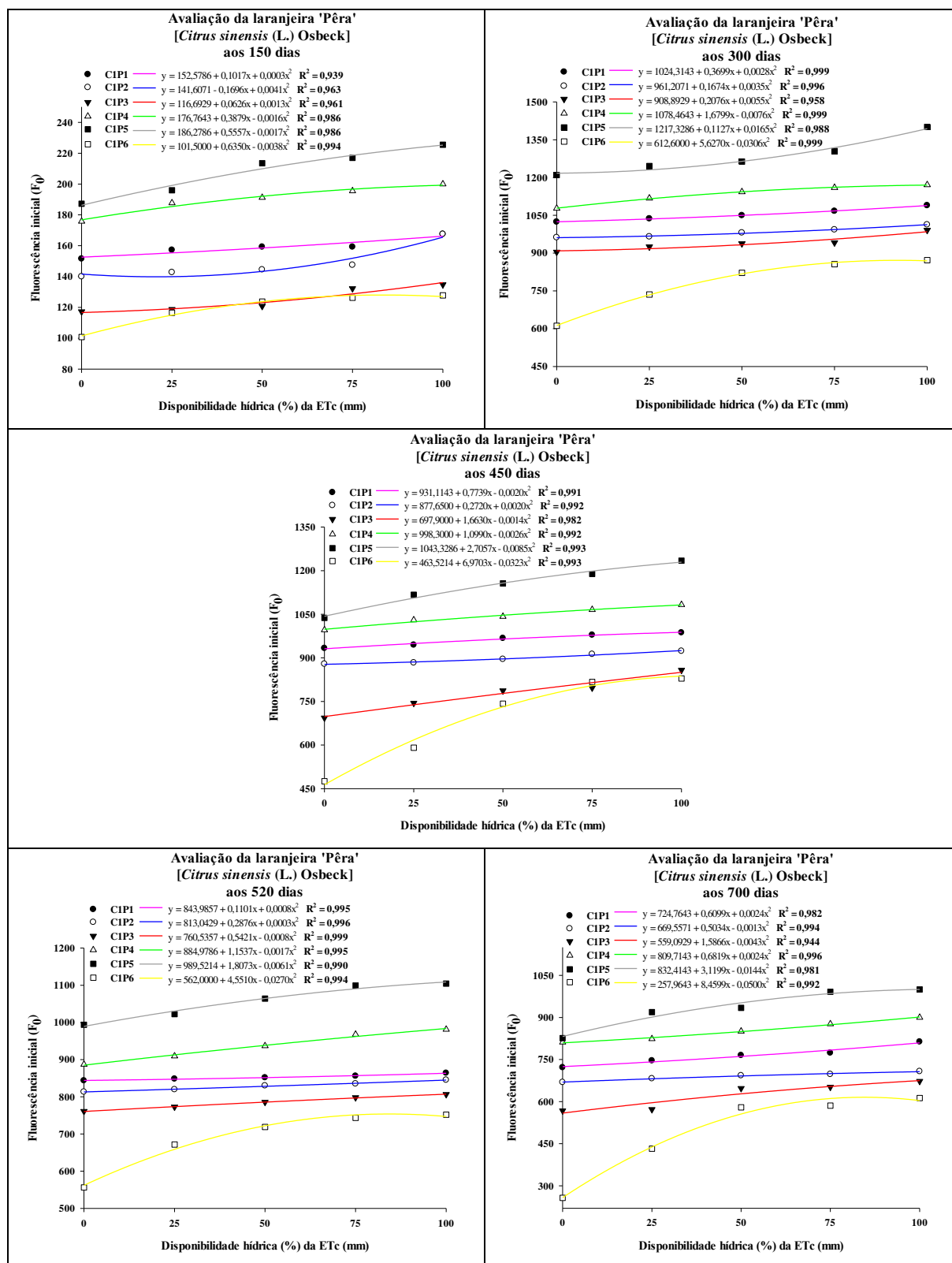
Quanto à Fluorescência máxima (F_m), observa-se na figura 29, que houve decréscimo dos valores com a elevação do estresse causado por deficiência hídrica para todas as combinações copa/porta-enxerto, e em todos os períodos avaliados. Ou seja, quanto menor o nível de disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc, maior é o nível de estresse por cerceamento de água causado à planta.

O menor percentual de redução da Fluorescência máxima (F_m), ocorreu aos 300 dias do período de avaliação do cultivo, com variação menor que 1% obtido pelo genótipo citrandarin 'Riverside'. Já o maior percentual foi observado aos 700 dias do período de cultivo na composição da variedade copa com o genótipo Sunki Tropical, chegando a 61,53% de redução.

Esse comportamento indica que o decréscimo prolongado da água disponível no solo pode culminar em danos irreversíveis aos tecidos foliares. Pois, à medida que a disponibilidade de água para a planta diminui, a transpiração é reduzida, a senescência é acelerada e as folhas mais velhas sofrem dessecação e, posteriormente, abscisão. As restrições estomáticas no suprimento de CO_2 , pela falta de água, podem provocar limitações em componentes não estomáticos, com danos nos centros de reação do fotossistema II. Angelopoulos et al. (1996) observaram decréscimos pequenos na capacidade de transporte de elétrons do fotossistema II sob condições de estresse moderado; no entanto, quando as plantas foram submetidas a estresse hídrico severo, houve diminuição expressiva. Esses resultados indicam que o fotossistema II foi o principal sítio afetado pelo estresse causado por deficiência hídrica.

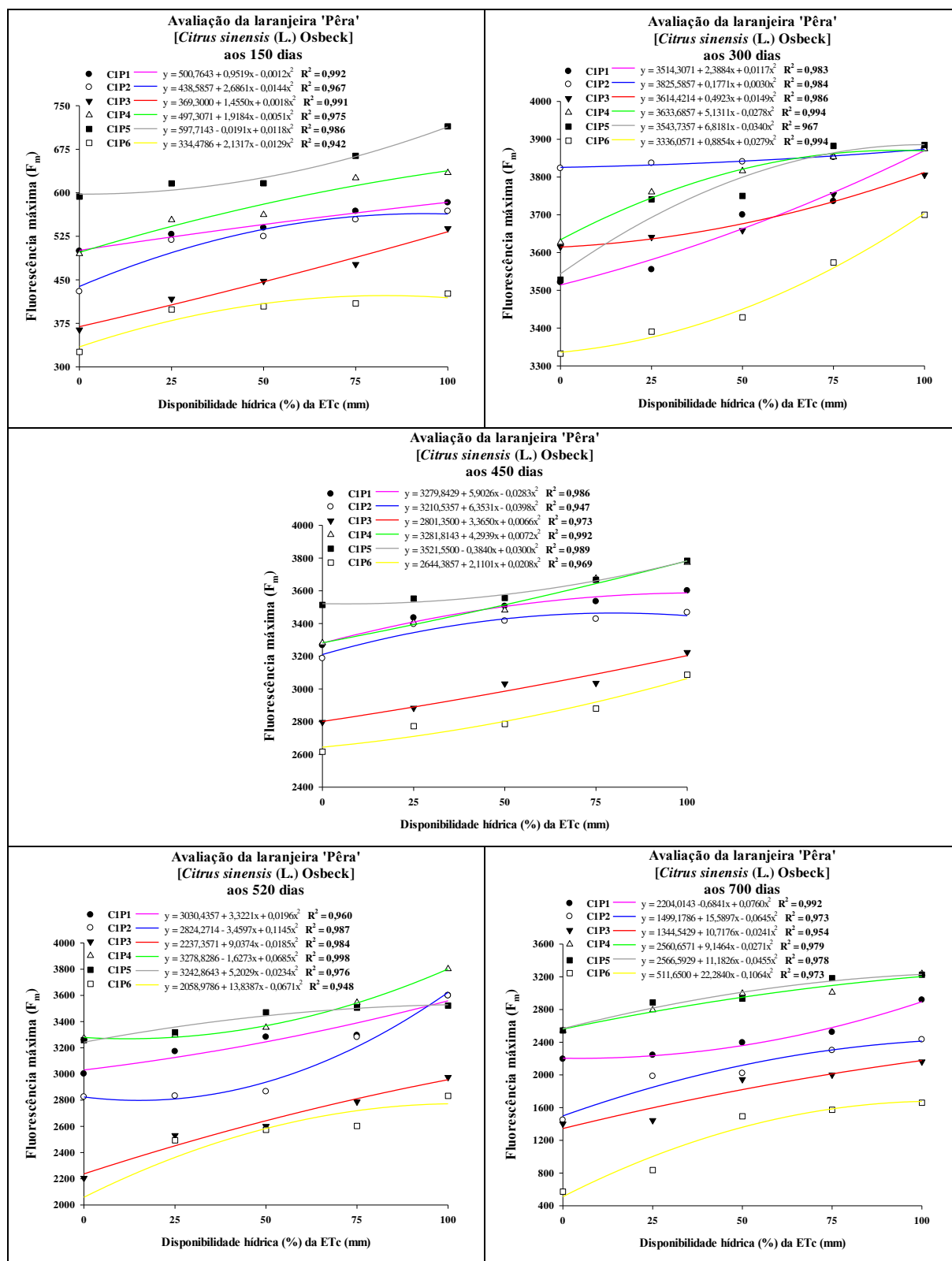
Variação dos valores da Fluorescência máxima (F_m) nas espécies pode demonstrar alterações nas propriedades dos aceptores de elétrons do FSII, causadas por mudanças conformacionais induzidas pelo estresse no principal constituinte do complexo proteico que forma o FSII, a proteína D1 (BULKHOV et al., 1999).

Figura 28. Fluorescência inicial (F_0) em folhas da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



CIP1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; **CIP2** = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; **CIP3** = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; **CIP4** = Porta-enxerto HTR – 208; **CIP5** = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; **CIP6** = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Figura 29. Fluorescência máxima (F_m) em folhas da laranjeira ‘Pêra’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



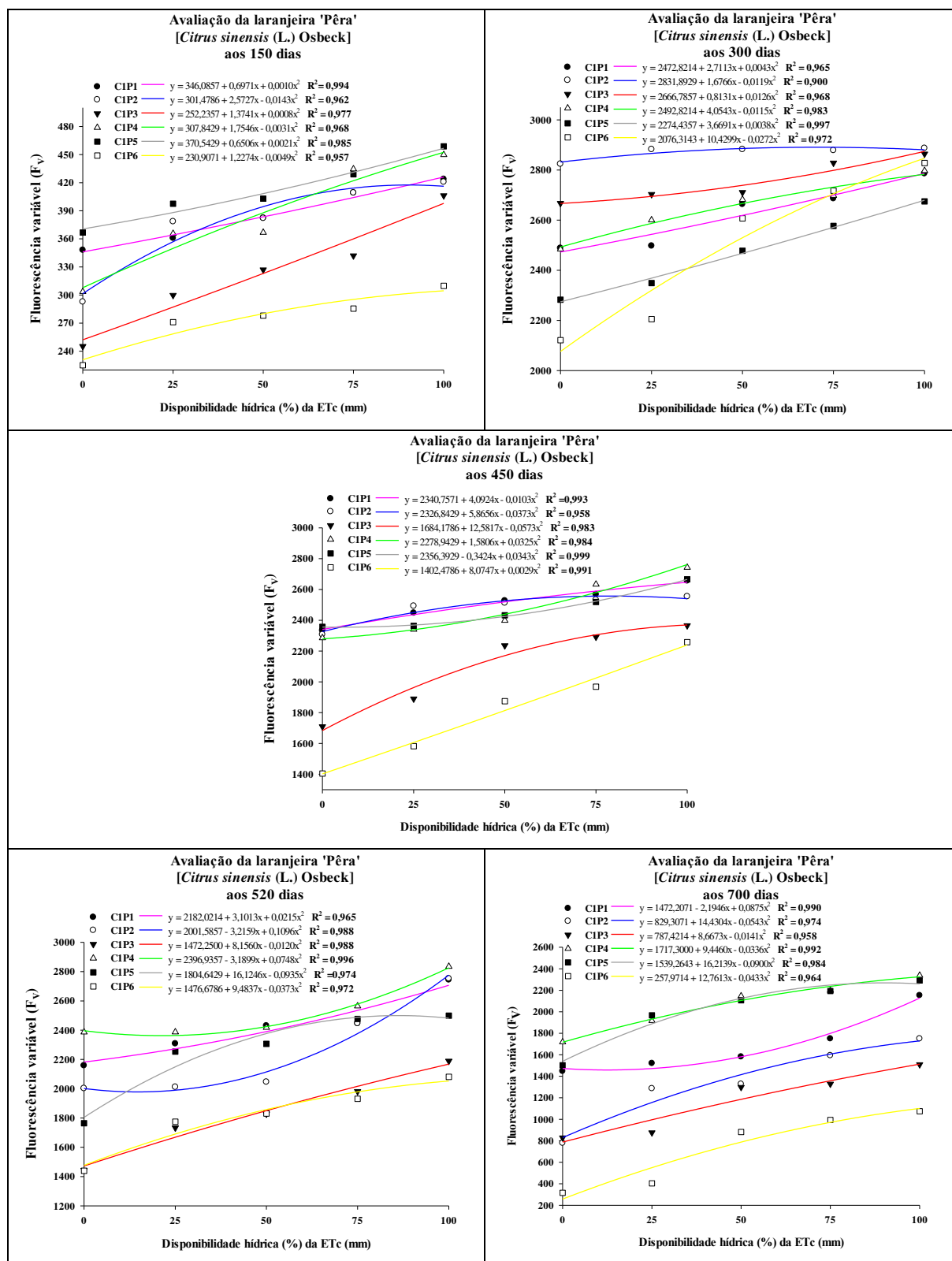
CIP1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; **CIP2** = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; **CIP3** = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; **CIP4** = Porta-enxerto HTR – 208; **CIP5** = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; **CIP6** = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Na Figura 30, é possível observa-se que de modo geral, a Fluorescência variável (F_v) apresentou queda acentuada em função do nível de disponibilidade hídrica (DH), em todos os períodos avaliados. Esse comportamento gradativo de redução, foi registrado entre todos os níveis de disponibilidade hídrica (DH), em especial entre os níveis de 75% e 50% da ETc. a partir do 15º dia após a suspensão da irrigação, alcançando valores mínimos aos 35 dias de estresse. Verificou-se ainda que, a variação máxima em todos os períodos ocorreu no maior nível de disponibilidade hídrica (DH), alcançando valores superiores a 3800 aos 300 dias do período de avaliação do cultivo.

Os valores mínimos obtidos, sob a máxima disponibilidade hídrica, para eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) de todos os genótipos estudados, foram registrados aos 700 dias do período de avaliação, onde o valor máximo obtido nesse período foi de 0,72 pelo genótipo citrandarin 'Índio' (Figura 31). Acredita-se que, o comportamento desses resultados, estejam diretamente relacionados à época de coleta dos dados, coincidindo com períodos chuvosos e secos, como é o caso da última avaliação realizada. No entanto, mesmo com plantas recebendo disponibilidade hídrica (DH) em 100% da ETc, é possível observar valores abaixo dos registrados na literatura, embora não exista trabalhos realizados em condições de cerrado para se garantir maior fidedignidade nas comparações. Vale destacar ainda, avaliações de fluorescências, são de registros pontuais, expressando certa condição atual de situação.

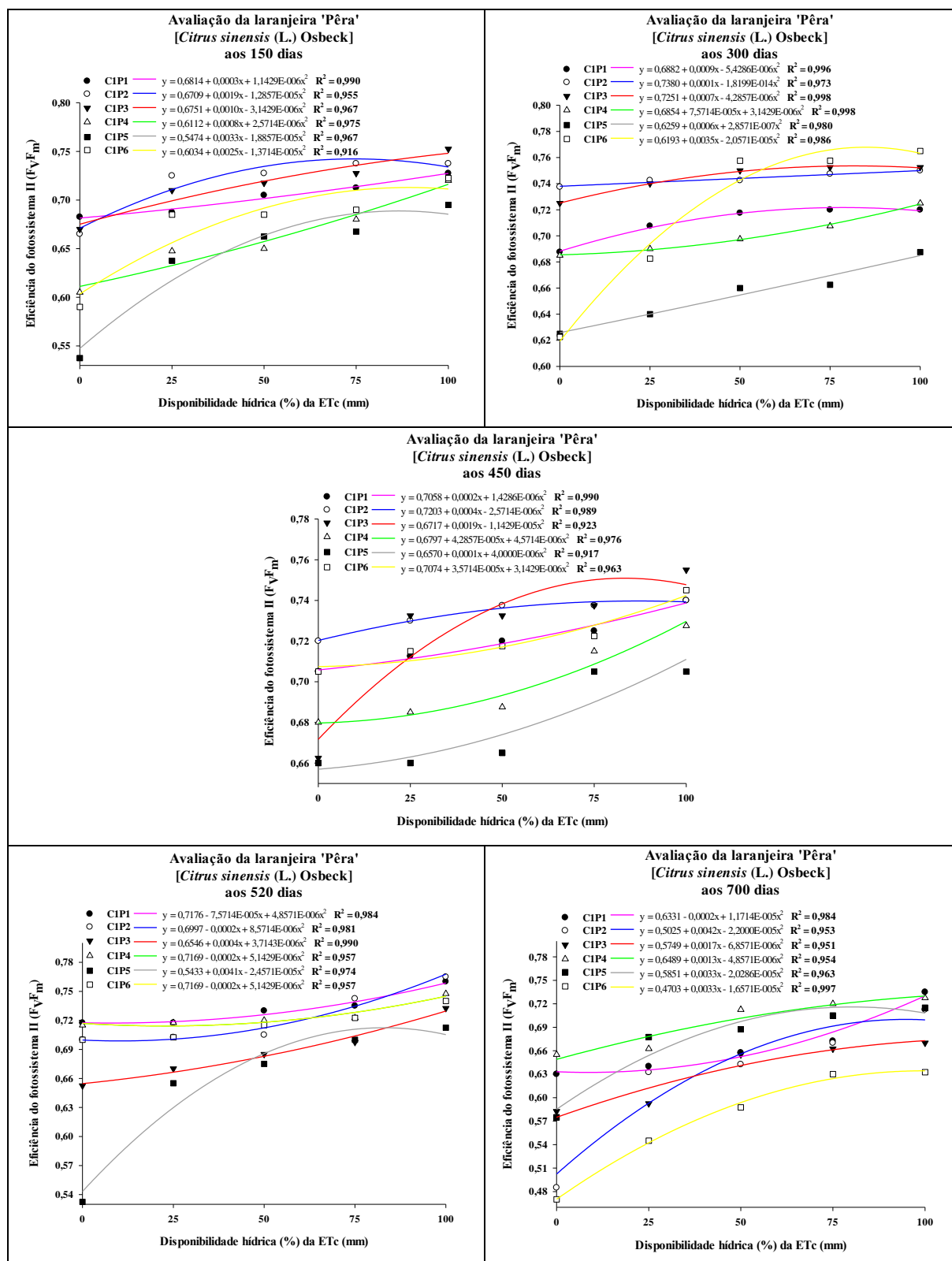
Em condições de pleno sol, ou folhas expostas diretamente ao sol, os valores típicos da eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) estão em torno de 0,8 ou um pouco abaixo. Já em folhas de sombra, esses valores estão sempre entre 0,83 e 0,85, com uma diferença em torno de 4%. Valores abaixo de 0,725 indicam que as folhas certamente foram submetidas ao dano fotoinibitório (CRITCHLEY, 1998).

Figura 30. Fluorescência variável (F_v) em folhas da laranjeira 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



CIP1= Porta-enxerto Citrandarin 'Índio'; **CIP2** = Porta-enxerto Citrandarin 'Riverside'; **CIP3** = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; **CIP4** = Porta-enxerto HTR – 208; **CIP5** = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; **CIP6** = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

Figura 31. Eficiência do fotossistema II dada pela relação F_v/F_m em folhas da laranja 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cultivada em quatro combinações de porta-enxertos sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica durante o período de cultivo, Dianópolis-TO, 2020.



C1P1= Porta-enxerto Citrandarin ‘Índio’; **C1P2** = Porta-enxerto Citrandarin ‘Riverside’; **C1P3** = Porta-enxerto TSKC x CTSW – 041; **C1P4** = Porta-enxerto HTR – 208; **C1P5** = Porta-enxerto Cravo Santa Cruz; **C1P6** = Porta-enxerto Sunki Tropical (*Citrus sunki* Hort. Ex Tan.).

A eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) é relacionada por Pereira et al. (2000) com indicativo de perturbações no sistema fotossintético causadas por estresses ambientais e bióticos, visto que a diminuição indica inibição da atividade fotoquímica, fato confirmado neste trabalho com a variação da disponibilidade hídrica (DH) em função da ETc, corroborando com afirmação de Krause e Weis (1991), que descrevem que essa razão decresce em plantas submetidas a algum tipo de estresse. No presente trabalho, infere-se que houve condição de estresse para a planta, uma vez que esta relação apresentou decréscimo de valores tanto na condição de menor disponibilidade hídrica, quanto nos níveis mais elevados. Melo et al. (2007), estudando o efeito de lâminas de irrigação em frutíferas, verificaram redução da eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) em plantas sob hipoxia em condições de campo.

6 CONCLUSÕES

O menor nível de disponibilidade hídrica em função da ETc, comprometeu o crescimento em diâmetro do caule do porta-enxerto, diâmetro do caule do enxerto, crescimento em altura de planta e volume de copa, tanto nas combinações copa/porta-enxerto da limeira ácida 'Tahiti', quanto nas combinações copa/porta-enxerto da laranjeira 'Pêra'.

Para a condição de estresse hídrico, mudas de limeira ácida 'Tahiti' enxertadas no genótipo citrandarim 'Riverside' e mudas de laranjeira 'Pêra' enxertadas em limoeiro 'Cravo Santa Cruz' apresentaram os melhores índices de crescimento quando irrigadas com a disponibilidade hídrica correspondente a 75% e 100% da ETc.

As maiores variações fisiológicas nas composições de copa/porta-enxerto das duas variedades copas, ocorreram nos períodos de maiores estiagens, necessitando, nesses períodos, realizar as complementações hídricas adequadas ao bom crescimento das plantas.

As plantas quando submetidas aos níveis de disponibilidade hídrica em 75% e 100% da ETc, resultam em menor comprometimento das trocas gasosas, fotossíntese, respectivamente, das combinações das copas (limeira ácida 'Tahiti' e laranjeira 'Pêra') e os porta-enxertos (citrandarim 'Riverside' e limoeiro 'Cravo Santa Cruz') de citros;

A composição da limeira ácida 'Tahiti' e citrandarim 'Riverside', assim como a composição da laranjeira 'Pêra' com o limoeiro 'Cravo Santa Cruz', têm potencial para o cultivo em condições de cerrado, devido apresentarem melhor comportamento fisiológico e maior eficiência no uso da água;

Visando o uso eficiente da água, recomenda-se a disponibilidade hídrica em 75% da ETc para o cultivo dessas combinações copa/porta-enxerto em condições edafoclimáticas do cerrado tocantinense, certo que as plantas submetidas a esse regime hídrico, não diferiram em sua maioria das plantas que receberam a disponibilidade hídrica em 100% da ETc.

Os genótipos citrandarins 'Riverside' e 'Índio' apresentaram os melhores resultados quando combinados à variedade copa da limeira ácida 'Tahiti' [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka]. Em composição com a variedade copa laranjeira 'Pêra' [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], os porta-enxertos limoeiro 'Cravo Santa Cruz' e o híbrido HTR - 208 obtiveram os melhores resultados. Indicando ser, esses quatro genótipos os mais recomendados ao cultivo nas condições de cerrado no estado do Tocantins.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHAKZAI, A. K. K. Effect of water stress on imbibition, germination and seedling growth of maize cultivars. **Sarhad Journal of Agriculture**, v.25, p.165-172, 2009.
- AGROBYTE. **Citros**. 2019. Disponível em: <http://www.agrobyte.com.br/index.php?pag=laranja>. Acessado em 31/07/2019.
- ALBRIGO, G. Influências ambientais no desenvolvimento dos frutos cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS - FISILOGIA, 2., 1992, Bebedouro-SP. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992. 226p. p.100 - 106.
- ALVES JÚNIOR, J. Necessidade hídrica e resposta da cultura de lima ácida ‘Tahiti’ a diferentes níveis de irrigação. Tese (Doutorado). 2006. 100f. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2006.
- ALVÉS JÚNIOR, J.; CLÁUDIO R. S.; RAFAEL V. R.; TONNY J. A. S.; MARCOS V. F. Crescimento de plantas jovens de limeira ácida ‘tahiti’ sob lâminas de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 170-178, 2005.
- ALVES, P.R. B.; MELO, B. **Cultura dos citros**. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/citros2.htm#3%20%E2%80%93%20Descr%C3%A7%C3%A3o%20Bot%C3%A2nica>. Acesso em: 31/07/2019.
- AMARAL, J.A.T.; RENA, A.B.; AMARAL, J.F.T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e suas relações com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.
- ANGELOPOULOS, K.; DICHIO, B.; XILOYANNIS, C. Inhibition of photosynthesis in olive trees (*Olea europaea* L.) during water stress and rewatering. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 47 p. 1093-1100, 1996.
- AULER, P.A.M.; FIORI- TUTIDA, A.C.G.; TAZIMA, Z.H. Comportamento da laranjeira 'Valência' sobre seis porta- enxertos no noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.229- 234, 2008. DOI: 10.1590/S0100- 29452008000100042.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1999. 153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29.
- AZÊVEDO, C. L. L. Sistemas de produção de citros para o nordeste: Colheita e pós colheita. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/importancia.htm>. Acessado em: 29/03/2020.
- BAKER, N. R.; ROSENQVST, E. Application of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, p. 1607- 1621, 2004.
- BAKER, N.R. Chlorophyll fluorescence a probe of photosynthesis in vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.89-113, 2008. Doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092759.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.

- BARBASSO, D.V.; Pio, R.M. CARVALHO, S.A. (2005) Compatibilidade de variedades e híbridos de tangerinas enxertadas em Citrumelo ‘Swingle’. **Laranja**, 26 (1): 59-67. 2005
- BARBOZA, C. R. A. Evapotranspiração da lima ácida ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tan.) determinada por lisimetria de pesagem. 2007. 66 p. **Dissertação** (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2007.
- BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; de SÁ, J. F.; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.35, n.281, p.36-45, 2014.
- BEGG, S.E.; TURNER, N.C. Crop water deficits. **Advances in Agronomy**, v.28, p.161-217, 1976
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2003. 42 p.
- BERNARDI, A. C. C.; CARMELLO, Q. A. C.; CARVALHO, S. A. Desenvolvimento de mudas de citros cultivadas em vaso, em resposta à adubação NPK. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v. 57, n.4, p. 733-738. 2000.
- BHATTACHARYYA, D.; GNANASEKARAN, P.; KUMAR, R. K.; KUSHWAHA, N. K.; SHARMA, V. K.; YUSUF, M. A.; CHAKRABORTY, S. A geminivirus betasatellite damages the structural and functional integrity of chloroplasts leading to symptom formation and inhibition of photosynthesis. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 19, p. 5881–5895, 2015.
- BLUMER, S. 2005. Citrandarin e Outros Híbridos de Trifoliata como Porta-enxertos Nanicantes para a Laranja Valência (*Citrus Sinensis* L. Osbeck). Tese, escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo. Piracicaba-SP, 69pp.
- BOLIANI, A. C. **Cultura dos citros - Origem e dispersão dos citros no mundo**. 2017. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitotecniatecnologiadealimentoseseocioeconomia716/aparecidaconceicaooboliani2384/roteiro-de-aula--citrus-.pdf>. Acesso em: 31/07/2019.
- BRASIL. CEPEA-Centro de Estudos Avançados em Economia aplicada. **Lima ácida tahiti: mercado e perspectivas para 2019**. HF Brasil. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/upload/kceditor/files/Dia%20do%20Lima%cc%83o%20PDF.pdf>. Acesso em: 31/07/2019.
- BRAVO, I.M.; GALLARDO, E. Comportamiento del naranjo ‘Valencia’ sobre trece patrones em Lara, Venezuela I. Crecimiento. **Agronomia Tropical**, Maracay, v.44, n.4, p.619-628, 1994.
- BRITO, M. E. B. **Tolerância de genótipos de citros ao estresse salino**. Campina Grande, 2010. 155f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
- BRITO, M. E. B.; DOS A. SOARES, L. A.; FERNANDES, P. D.; DE LIMA, G. S.; DA S. SÁ, F. V.; DE MELO, A. S. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. vol. 7, 2012, pp. 857-865 Universidade Federal Rural de Pernambuco. Pernambuco. Brasil.
- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; Melo, A. S. de; CARDOSO, J. A. F.; SOARES FILHO, W. S. Sensibilidade de variedades e híbridos de citrange à salinidade na formação de porta-enxertos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, p.343-353, 2008. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v3i4a364>.

- BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento Genético de Plantas: Princípios e Procedimentos**. 2ª ed., Editora UFLA, 2006.
- BULKHOV, N.; WIESE, C.; NEIMANIS, S. et al. Heat sensitivity of chloroplasts and leaves: Leakage of protons from thylakoids and reversible activation of cyclic electron transport. **Photosynthesis Research**, New York, v.59, p.81-93, 1999.
- CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. de L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (eds.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005. cap. 2, p. 95-104.
- CARLOS, E. F.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C. **Porta-enxertos para citricultura paulista**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. 47 p. (Boletim citrícola n. 1).
- CARVALHO, L. M. DE.; CARVALHO, H. W. L. DE.; SOARES FILHO, W. DOS S.; MARTINS, C. R.; PASSOS, O. S. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro 'Cravo', nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.51, n.2, p.132-141, fev. 2016. 141, DOI: 10.1590/S0100-204X2016000200005.
- CARVALHO, S.A. Produção de porta-enxertos cítricos, sob doses crescentes de nitrato de potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.87-90, 1994.
- CASTEL, J.R. Response of young Clementine citrus trees to drip irrigation. I. Irrigation amount and number of drippers. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v.69, n.3, p.481-9, 1994.
- CASTLE, W. S. A career perspective on citrus rootstocks, their development, and commercialization. **HortScience**, St. Joseph, v. 45, n. 1, p. 11-15, 2010.
- CASTLE, W.S. Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduous tree crops. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, New Zealand, v.23, p.383- 394, 1995.
- CASTRO NETO, M.T. Efeito do déficit hídrico na transpiração e resistência estomática da mangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 25, n. 1, p. 23-95, 2003.
- CERQUEIRA, E. C.; PEIXOTO, C. P.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T.; LEDO, C. A. S.; MATOS, F. S.; OLIVEIRA, J. G. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.26, n.3, p.515-519, 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v26n3/23158.pdf>>. 02 Jul. 2012. doi:10.1590/S0100-29452004000300034.
- CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.42, n.234, p.1-16, 1991.
- CINTRA, F.L.D. LIBARDI, P. L.; SAAD, A. M. Balanço hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.4, n.1, p.23-28, Campina Grande, PB, 2000.
- CNA, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **A importância da citricultura nacional**. 2019. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/a-importancia-da-citricultura-nacional>. Acessado em 10/02/2020.
- COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; SIMÕES, W. L.; COELHO, Y. S. Irrigação em citros nas condições do nordeste do Brasil. **Laranja**. v.27, p.297-320, 2006.

- COELHO, Y.S. **Lima ácida - ‘Tahiti’ para exportação: aspectos técnicos da produção.** 35p. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural. Brasília: EMBRAPA – SPI. (Série Publicações Técnicas FRUPEX), 1993.
- COELHO, Y.S.; NASCIMENTO., H.G. **Citricultura no Amazonas: Problemas, potencial produtivo e qualidade dos frutos.** Citros em Foco. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Mandioca e Fruticultura. n. 26. 2004.
- COOPER, W. C. **In search of Golden apple:** na adventure in Citrus science and travel. Ney York: Vantage, 1982. 291 p.
- COSTA, D. P. Desempenho horticultural e tolerância à seca de laranjeira “Valência” sobre porta-enxertos híbridos de citros na região norte do Estado de São Paulo. Danilo Pereira Costa. Ilhéus: UESC, 2019. 102f.: il. **Tese (Doutorado)** – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular.
- CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; FALDONI, L.; BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J.; CAMPOS, T.M. de P.; SANTOS JÚNIOR, J.A; MACHADO, M.A. dos. Seleção de citrandarins (tangerina Sunki vs. Poncirus trifoliata) para porta-enxertos de citros. **Laranja**, v.28, p.71-79, 2007.
- CRITCHLEY, C. Photoinhibition. In: RAGHAVENDRA, A.S. (Ed.). **Photosynthesis: a comprehensive treatise.** Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p. 264-272.
- CRUZ, A. C. R. Consumo de água por cultura de citros cultivada em latossolo vermelho amarelo. 2003. 92p. **Tese (Doutorado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas).** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- CRUZ, A. C. R.; LIBARDI, P. L. ROCHA, G. C.; CARVALHO, L. A. de. Evapotranspiração real de uma cultura de laranja em produção num Latossolo Vermelho-Amarelo. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:659-668, 2005.
- CRUZ, M. C. M. DA; SIQUEIRA, D. L. DE; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R. Fluorescência da clorofila a em folhas de tangerineira ‘Ponkan’ e limeira ácida ‘Tahiti’ submetidas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.896-901, 2009.
- CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A. F. J.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S. **Cultura do Citros.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. v. 1. 399p.
- CUNHA, M.A.P. da, SOARES FILHO, W. dos S. Melhoramento genético dos citros: Novas variedades copa e porta-enxerto. **Revista Brasileira de Fruticultura.** Cruz das Almas, v.10, n.3, p.63-70. 1988.
- DI GIORGI, F., IDE, B. Y., DIB, K. Qualidade da laranja para industrialização. **Laranja.** Corderópolis, v.14, n.1, p.:97-118, 1993.
- DONADIO, L. C. **Laranja Pêra.** 51 p. il.: 21 cm. (Boletim citrícola, 11). Jaboticabal-SP Funep, 1999.
- DONADIO, L. C., CABRITA, J.R.M., SEMPIONATO, O.R., et al. Tangerineira Cleópatra: vantagens e desvantagens como porta-enxerto na citricultura. **Laranja**, Corderópolis, v.14, n.2, p.565-579, 1993.

- DONATO, S. L. R.; PEREIRA, C. S.; BARROS, Z. J.; SIQUEIRA, D. L. de; SALOMÃO, L. C. C. Respostas de combinações de variedades copa e porta-enxerto de citros à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.42, n.10, p.1507-1510, 2007. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007001000020&lng=pt&nrm=iso>. 02 Jul. 2012. doi:10.1590/S0100204X2007001000020.
- DUARTE, V. M.; COELHO, B. E. S.; SILVA, L. F. M. DA.; CARVALHO, I. R. B. DE.; SOUSA, K. DOS S. M. DE. **Qualidade de Laranjas ‘Pêra’ Produzidas Sob Sistemas de Cultivo Orgânico e Convencional em Juazeiro-Ba**. 2018. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. CONTECC. 2018. Maceió-AL.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. **Produção brasileira de citros em 2017**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/limao/b1_limao.pdf. Acesso em: 31/07/2019.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. **Programa de Melhoramento Genético**. 2003. Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/busca-de-publicacoes/-/publicacao/636540/programa-de-melhoramento-genetico-de-fruticultura-do-cnpmfembrapa>. Acesso em: 31/07/2019.
- EMMANOULIDOU, M.G.; KYRIACOU, M.C. Rootstock-modulated yield performance, fruit maturation and phytochemical quality of ‘Lane Late’ and ‘Delta’ sweet orange. **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 112–121. 2017. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.06.056.
- ESPINOZA NÚÑEZ, E., MOURÃO FILHO, F.A.A., STUCHI, E.S., Cantuarias-Avilés, T., Dias, C.T.S. (2011) Performance of ‘Tahiti’ lime on twelve rootstocks under irrigated and non-irrigated conditions **Sci. Hortic**. 129:227-231. 2011.
- FADEL, A. L.; STUCHI, E.S.; COUTO, H.T.Z.; RAMOS, Y.C.; MOURÃO FILHO, F.A.A. Trifoliolate hybrids as alternative rootstocks for ‘Valencia’ sweet orange under rainfed conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 235, n. 01, p. 397- 406, 2018.
- FAO. **Agricultural production: primary crops**. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 18 mai. 2019.
- FARQUHAR, G.D. & SHARKEY, T.D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology**, Boca Raton, 33:317-345, 1982.
- FAVA NEVES, M.; TROMBIN, V. G. **Anuário da Citricultura 2017**. 1ª Edição. CitrusBr. São Paulo-SP. 2017. ISBN 978-85-54955-00-7.
- FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; GHEYI, H. R.; SOARES FILHO, W. S.; MELO, A. S. DE; CARNEIRO, P. T. Crescimento de híbridos e variedades porta-enxerto de citros sob salinidade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.33, n.2, p.259-267, 2011. doi:10.4025/actasciagron.v33i2.5582.
- FERREIRA, D.F. SISVAR 5.6 **Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2011.
- FERREIRA, P. dos S.; NASCIMENTO, J. S. do; MERCÊS, J. K. R. das; SANTOS, H. C. A. dos; GURGEL, F. de L. Parâmetros avaliativos de pomar de laranjeira ‘pera’ em combinação com diferentes porta-enxertos no município de Capitão Poço - PA. III **Congresso Internacional das**

Ciências Agrárias – COINTER/PDVAGRO. 2018 DOI: 10.31692/2526-7701.IICOINTERPDVAGRO.2018.00179.

- FERREIRA, O. R.; SOUZA, L. DA. S.; NASCIMENTO, M. N. DO.; SILVEIRA, F. G. F. DA. Permanent wilt point from two methods for different combinations of citrus rootstock. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.50:1, e20190074, 2020. ISSN 1678-4596. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20190074>
- FIGUEIREDO, J. O. DE. STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C.; SOBRINHO, J. T.; LARANJEIRA, F. F.; PIO, R. M.; SEMPIONATO, O. R. Porta-enxertos para a lima-ácida - 'tahiti' na Região de bebedouro, sp. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 155-159, 2002.
- FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, n.396, p. 307-319, 2004.
- FOCHESATO, M. L.; SOUZA, P. V. D. DE; SCHAFER, G.; MACIEL, H. S. Crescimento vegetativo de porta-enxertos de citros produzidos em substratos comerciais. **Ciência Rural**, v.37, p.970-975, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000400008>
- FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005.
- FRAGA JÚNIOR, E. F.; MAURI, R.; LEAL, D. P. V.; BARBOSA, F. S.; VELLAME, L. M.; COELHO, R. D. Área foliar de citros irrigado por gotejamento sob estresse hídrico contínuo e intermitente. **Irriga**, v. 1, p. 83-96, 2012.
- FUNDECITRUS, (Fundo de Defesa da Citricultura). **Doenças e pragas dos citros**. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/doencas/greening/10>. Acesso em: 26 de novembro de 2019.
- GARCIA-LUIS, A.; FORNES, M.; GUARDIOLA, J.L. Leaf carbohydrates and flower formation from Citrus. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 120, p. 222-227, 1995a.
- GARCIA-LUIS, A.; KANDUNZER, M.; GUARDIOLA, J.L. The influence of fruiting of the bud sprouting and flower induction responses to chilling in Citrus trees. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 70 p. 817-825, 1995b.
- GARCÍA-TEJERO, I.; JIMÉNEZ-BOCANEGRA, J. A.; MARTÍNEZ, G.; ROMERO, R.; DURÁN-ZUAZO, V. H.; Muriel-Fernández, J. J. Positive impact of regulated deficit irrigation on yield and fruit quality in a commercial citrus orchard (*Citrus sinensis* (L) Osberck, cv Salustiano). **Agricultural Water Management**. v.97, p.614-622, 2010.
- GARCÍA-TEJERO, I.; ROMERO-VICENTE, R.; JIMÉNEZ-BOCANEGRA, J. A.; MARTÍNEZ-GARCÍA, G.; DURÁN-ZUAZO, V. H.; MURIEL FERNÁNDEZ, J. L. Response of citrus trees to deficit irrigation during different phenological periods in relation to yield, fruit quality, and water productivity. **Agricultural Water Management**, v.97 n.5, p.689-699, 2010. 02 Jul. 2012. doi:10.1016/j. agwat.2009.12.012.
- GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; PIEDADE, S. M. S. Desenvolvimento vegetativo e custo de produção de porta-enxertos de citros em recipientes para fins de subenxertia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.5, p.679-687, 2007.
- GOMES, M. M. A.; LAGÔA, A. M. M. A.; MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; MACHADO, M. A. Interactions between leaf water potential, stomatal conductance and abscisic acid content of

orange trees submitted to drought stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.16, n.3, p.155-161, 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/bjpp/v16n3/22852.pdf>>. 03 Jul. 2012. doi:10.1590/S1677-04202004000300005.

GOMES, M. M. A.; LAGÔA, A. M. M. A.; MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; MACHADO, M. A. Interactions between leaf water potential, stomatal conductance and abscisic acid content of orange trees submitted to drought stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.16, n.3, p.155-161, 2004. doi:10.1590/S1677-04202004000300005.

GRIFFIN, K.L.; SEEMANN, J. 1996. **Plants, CO₂ and photosynthesis in the 21st century**. Chemistry & biology 3: 245-254.

HODGSON, R. W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L. D. (Ed.). **The citrus industry**. Riverside: University of California Press, 1967. v. 1, p. 431-591.

HODGSON, R.W. **Horticultural Varieties of Citrus**. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHELOR, L.D. (ed). The citrus industry. Berkeley: University of California, 1967. v.1, p.431-459.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - SIDRA. 2018. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> . Acesso em: 25 jul. 2018.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - SIDRA. 2019. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> . Acesso em: 12 fev. 2020.

IDAM, Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal do Amazonas. **Carta da Citricultura de Rio Preto da Eva**. AMAZONAS: IDAM. 2010.

JAIMEZ, R. E.; RADA, F.; GARCIA-NÚÑEZ, C.; Azócar, A. Seasonal variations in leaf gas exchange of platain cv. Hartón (Musa AAB) under different soil water conditions in a humid tropical region. **Scientia Horticulturae**, v. 104, n.1, p.79- 89, 2005. . 02 Jul. 2012. doi:10.1016/j.scienta.2004.07.002.

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

JIFON, J. L.; SYVERTSEN, J. P. Moderate shade can increase net gas exchange and reduce photoinhibition in citrus leaves. **Tree Physiology**, v.23, n.2, p.119-127, 2003. doi:10.1093/treephys/23.2.119.

JUNIOR, D. DE M. DE NEGR, J. D.; FIGUEIREDO, J. O. de.; POMPEU JUNIOR, J. **CITROS: principais informações e recomendações de cultivo**. IAC - Instituto Agrônômico de Pesquisa. 2005.

JÚNIOR, E. F. F. Relações hídricas em citrus irrigado por gotejamento sob estresse hídrico contínuo e intermitente. 93 p.: il. **Dissertação (Mestrado)**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2012.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2009, 452p.

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

- KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005. <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v64n3/26427.pdf>>. 03 Jul 2012. doi:10.1590/S000687052005000300004.
- KOOPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México. 479p. 1948.
- LACERDA, C. F. Crescimento e acúmulo de solutos orgânicos e inorgânicos em dois genótipos de sorgo forrageiros submetidos a estresse salino. Viçosa, 2000. 163f. **Tese** (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**, São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006. 532p.
- LIMA, C. F. Avaliação do *Poncirus trifoliata* (L.) raf. como porta-enxerto para laranjeira ‘lima’. Campos dos Goytacazes: UENF, 2013. 58f. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal).
- LIMA, C.F. de; MARINHO, C. S.; COSTA, E. S.; ALMEIDA, T. R. de V.; AMARAL, C. O. Qualidade dos frutos e eficiência produtiva da laranjeira ‘Lima’ enxertada sobre Trifoliata’, em cultivo irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, p. 401 - 405, 2014.
- LIMA, J. F.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*carica papaya*.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1358-1363, 2007.
- LIMA, J.E.O. de. Novas técnicas de produção de mudas cítricas. **Laranja**, Corderópolis, v.7, n.2, p.463-468, 1986.
- LUCENA, C. C.; SIQUEIRA, D. L.; MARTINEZ, H. E. P.; CECON, P. R. Salt stress change chlorophyll fluorescence in mango. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.34, p.1245-1255, 2012.
- LUCHETTI, M. A.; MATTOS JR. D.; DE NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O. Aspectos gerais e distribuição do cultivo. In: MATTOS JR. D.; DE NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O. **Lima ácida Tahiti**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2003. p. 8-22.
- MACHADO, E. C.; MEDINA, C. L.; GOMES, M. M. A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira ‘Valência’. **Scientia Agricola**. v.59, n.1, p.53-58, 2002. <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v59n1/8073.pdf>>. 03 Mar. 2020. doi:10.1590/S010390162002000100 007.
- MACHADO, E. C.; OLIVEIRA R. F.; RIBEIRO, R. V.; MEDINA, C. L.; STUCHI, E. S.; MARIN, F. R.; SILVA, J. A. B.; SILVA, S. R. Fluxo de seiva e fotossíntese em laranjeira ‘Natal’ com clorose variegada dos citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 41, p.911-918, 2006.
- MACHADO, E. C.; SCHIMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 40, p. 1161-1170. 2005.
- MACHADO, E.C.; QUAGGIO, J.A.; LAGÔA, A.M.M.A.; TICELLI, M. & FURLANI, P.R. Trocas gasosas e relações hídricas em laranjeiras com clorose variegada dos citros. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.6, p.53-57, 1994.

- MAGALHÃES, A. F. DE J. NASCIMENTO, A. S.; RITZINGER, C. H. S. P.; AZEVÊDO, C. L. L.; ALMEIDA, C. O. de. **Sistema de Produção para Pequenos Produtores de Citros do Nordeste**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical Sistema de Produção, 17. Versão eletrônica. 2015. ISSN 1678-8796 Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNEPequenosProdutos/irrigacao.htm>> Acessado em 03/08/2019.
- MAGALHÃES FILHO, J. R.; AMARAL, L. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranja 'valência' sobre dois tipos de porta-enxerto. **Bragantia**. v. 67, p. 75-82, 2008.
- MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; SILVA, J. C. da; MORAIS, W. W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M. C.; VIVIAN, M. A. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.32, p.1297-1306, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a37v32n3.pdf>>. 03 Jul. 2012. doi:10.1590/S010006832008000300037.
- MATHIS, P.; PALLOTIN, G. Primary process of photosynthesis. In: HATCH, M.D.; BOARDMAN, N. K. (Ed.). **The biochemistry of plants**. New York: Academic Press, 1981. p.97-161.
- MATTOS JÚNIOR, D.; NEGRI, J. D. de; PIO, R. S; POMPEU JUNIOR, J. **Citros: principais informações e recomendações de cultivo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2005. p.19-36, Boletim Técnico 200.
- MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros C498** Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. 929p.
- MEDINA, C. L.; RENA, A. B.; SIQUEIRA, D. L.; MACHADO, E. C. Fisiologia dos citros. In: MATOS JR., D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JR., J. (Org.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico/FUNDAG, 2005. p. 147-195.
- MEDINA, C.L. Fotossíntese, relações hídricas e alterações bioquímicas em laranja 'Pêra' com CVC e submetida à deficiência hídrica. 2002. 147 p. **Tese (Doutorado)**. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; PINTO, J.P.; Fotossíntese de laranja 'Valência' enxertada sobre quatro porta-enxertos e submetidos à deficiência hídrica. **Bragantia**, Campinas, v. 57, p. 1-14, 1998.
- MELO, A. S.; LIMA, A. B.; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; FRANÇA, F. C. S.; SUASSUNA, J. F. Fisiologia do maracujazeiro sob diferentes lâminas de água. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO E CONFERÊNCIA SOBRE RECURSOS HÍDRICOS DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 1, 2007, Sobral. **Anais...** Sobral: CENTEC, 2007. 1CD-ROM.
- MELO, A.S.; SILVA JÚNIOR, C.D.; FERNANDES, P.D.; SOBRAL, L.F.; BRITO, M.E.B.; DANTAS, J.D.M. Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. **Ciência Rural**. v.39, n.3, 2009.
- MORAES, L.A.C.; MOREIRA, A.; PEREIRA, J.C.R. Incompatibility of 'Cleopatra' mandarin rootstock for grafting citrus in Central Amazon, State of Amazonas, Brazil. **Revista de Ciências Agrárias**, v.54, p.299-306, 2011. DOI: 10.4322/rca.2012.026. 2011.

- MOREIRA, C. S.; MOREIRA, S. História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A. A. **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 1-21.
- MOREIRA, C.S. O sistema radicular das plantas cítricas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS - FISILOGIA, 2, 1992, Bebedouro-SP. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992. 226p. p.182-186.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Reviews of Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008.
- 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**. Edição especial, p. 438-452, 2012.
- NASCIMENTO, A.K. S. do; FERNANDES, P. D.; SUASSUNA, J. F.; SOUSA M. S. da S.; OLIVEIRA, A. C. M. de. Porta enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.4, n.2, p.99–103, 2010.
- NEVES. M. F.; TROMBIM, V. G. Anuário da citricultura. 2017. São Paulo: **CitrusBr**, 2017.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, J. F. Resistência estomática, tensão de água no xilema e teor de clorofila em genótipos de gravioleira. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 12, p. 491-495, 2001.
- NOGUEIRA, R. J.; MANSUR, C.; MORAES, J. A. P. V. de; Burity, H. A. e Bezerra Neto, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.** vol.13 no.1 Lavras 2001.
- OGATA, T. Influência das cultivares, surtos vegetativos e tamanho das folhas nos teores de nutrientes foliares dos citros. 1980. 79f. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 1980.
- OLIVEIRA, I. P.; OLIVEIRA, L. C.; MOURA, C. S. F. T. Frutas cítricas. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 5, n. 4, 2012.
- OLIVEIRA, M. A. J.; BOVI, M. L. A.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A.; HABERMANN, G.; RODRIGUES, J. D. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n. 1, p. 59-63, 2002.
- ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P. Influência dos fatores climáticos na produção. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Potafos, 1987, p. 71-81.
- ORTOLANI, A.A.; PEDRO Jr., M.J.; ALFONSI, R.R. Agroclimatologia e o de citros. In: RODRIGUES, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU Jr., J.; AMARO A. A. (Ed.) **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 153-195.
- PAIVA, A. Q.; SOUZA, L. S.; RIBEIRO, A. C.; COSTA, L. M. Disponibilidade de água em uma topossequência de solos de tabuleiro do estado da Bahia e sua relação com indicadores do crescimento da laranjeira. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. vol.22, n.3, pp.367-377, 2005.
- PASSOS, O. S.; PEIXOUTO, L. S.; SANTOS, L. C.; CALDAS, R. C.; SOARES FILHO, W. S. Caracterização de híbridos de *Poncirus trifoliata* e de outros porta-enxertos de citros no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3 , p. 410-413, 2006.

- PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da. **Citrandarin 'Índio': nova opção de porta-enxerto para a citricultura brasileira**. 2011. Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMPF). 4p. Folder. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011.
- PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S.; CUNHA SOBRINHO, A. P. da. **Citrandarin 'Riverside': nova opção de porta-enxerto para a citricultura brasileira**. 2011. Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMPF). 4p. Folder. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011.
- 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**. Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 439-443, 2006.
- PEREIRA, W. E.; SIQUEIRA, D. L. de; PUIATTI, M. Growth of citrus rootstocks under aluminium stress in hydroponics. **Scientia Agricola**. v.60, p.31-41, 2003.
- PIMENTEL GOMES, R. **Fruticultura brasileira**. São Paulo: Nobel, 2007. 446 p.
- PIMENTEL, C.; PEREZ, A. J. L. C. Estabelecimento de parâmetros para avaliação da tolerância à seca, em genótipos de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 35, n. 1, p. 31-39, 1999.
- POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomico e Fundag, 2005. p. 61-104.
- POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F. C. P.; POMPEU JUNIOR, P.; AMARO, A. A. (Ed.). **Citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p. 265-280.
- POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Híbridos de trifoliata como porta-enxertos para a laranja 'Valência'. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 44 (7): 701-705. 2009.
- POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Morte súbita dos citros: suscetibilidade de seleções de limão-cravo e uso de interenxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.4, p.1159-1161, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000400052>>. Acesso em: 01 março 2020. doi: 10.1590/S0100-29452008000400052.
- POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S. Performance de citrumelos F80 no Estado de São Paulo. **Laranja**, v.26, p.77-85, 2005.
- POMPEU JUNIOR, J.; FIGUEIREDO, J. O.; TEÓFILO SOBRINHO, J. Incompatibilidade entre limoeiro Siciliano e híbridos de trifoliata. **Ciência e Cultura**, v. 26, n. 7, p. 581, 1974.
- PORTELLA, C. R.; MARINHO, C. S.; AMARAL, B. D.; CARVALHO, W. S. G.; CAMPOS, G. S.; SILVA, M. P. S. da; SOUSA, M. C. de. Desempenho de cultivares de citros enxertadas sobre o trifoliatareiro 'Flying Dragon' e limoeiro 'Cravo' em fase de formação do pomar. **Bragantia**, v. 75, p.70-75, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.267>>.
- PORTES, M. T. et al. Water deficit affects photosynthetic induction in *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) and *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) growing in understorey and gap conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 4, p. 491-512, Oct./Dec.2006.

- PRADO, C.H.B.A.; CASALI, C.A. **Fisiologia vegetal: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição mineral**. Barueri: Manole, 2006. 448p.
- QUIÑONES, A.; BAÑULS, J.; PRIMO-MILLO, E.; LEGAZ, F. Recovery of the 15N-labelled fertiliser in citrus trees in relation with timing of application and irrigation system. **Plant and Soil**. n. 268, p.367–376, 2005.
- RAMALHO, A. S. de T. M. Sistema funcional de controle de qualidade a ser utilizado como padrão na cadeia de comercialização de laranja Pêra *Citrus sinensis* L. Osbeck. 2005. **Dissertação (mestrado)**. 91 p.: il. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba-SP. 2005.
- RAMOS, J. D.; PIO, R.; RUFINI, J. C. M.; VALE, M. R. do. **Recomendações básicas para o cultivo Da lima ácida ‘tahiti’**. Lavras-MG.:UFLA, 2003 (Boletim de Extensão).
- RAMOS, J.D., PASQUAL, M., RIBEIRO, V.G. Obtenção de porta-enxertos intergenéricos em citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 32, n. 10, p. 1047-1051, 1997.
- RASCHER, U.; LIEBIG, M.; LÜTTGE, U. Evaluation of instant light-responses curves of chlorophyll parameters obtained with a portable chlorophyll fluorometer on site in the field. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 23, n. 12, p. 1397-1405, 2000.
- REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2.ed. Barueri, Manole, 2012. 524p.
- RIBEIRO, R.V. Variação sazonal da fotossíntese e relações hídricas de laranjeira “Valência”. Piracicaba, 2006. 157f. **Tese** (Doutorado em Agronomia / Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- ROCHA, A. M. dos S.; MORAES, J. A. P. V. Influência do estresse hídrico sobre as trocas gasosas em plantas jovens envasadas de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v.9, n.1, p.43-48, 1997.
- RODRIGUES, M. J. D. S., OLIVEIRA, E. R. M. D., GIRARDI, E. A., LEDO, C. A. D. S., SOARES FILHO, W. D. S. Citrus nursery tree production using different scion and rootstock combinations in screen house. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p. 187-201, 2016.
- RODRIGUES, M. J. da S.; ANDRADE NETO, R. de C.; LESSA, L. S.; GIRARDI, E. A.; SOARES FILHO, W. dos S. Desempenho agrônômico de lima ácida Tahiti em combinação com diferentes porta-enxertos em Capixaba, Acre. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.28; p. 2018. DOI: 10.18677/EnciBio_2018B30.
- RODRIGUES, M. J. DA S.; LEDO, C. A. DA S.; GIRARDI, E. A.; ALMEIDA, L. A. DA H.; SOARES FILHO, W. DOS S. Caracterização de frutos e propagação de porta-enxertos híbridos de citros em ambiente protegido. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 2, p. 457- 470, 2015.
- RODRIGUES, M. J. DA S.; OLIVEIRA, E. R. M. DE.; GIRARDI, E. A.; LEDO, C. A. DA S.; SOARES FILHO, W. DOS S. Produção de mudas de citros com diferentes combinações copa e porta-enxerto em viveiro protegido. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v.38, n. 1. 187-201, 2016. DOI:10.1590/0100-2945-284/14.

- SCAPIN, M. DA. S. Adequação de volume de calda e dose de bactericida cúprico para o controle de cancro cítrico. 2014. **Dissertação** (Mestrado). Fundo de Defesa da Citricultura. 43f. Araraquara-SP, 2014.
- SCHÄFER, G.; BASTIANEL, M.; DORNELLES, A. L. C. Porta-enxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural**, vol. 31 no. 4 Santa Maria July/Aug. 2001. DOI: 10.1590/S0103-84782001000400028
- SCHINOR, E.H.; CRISTOFANI-YALY, M.; BASTIANEL, M.; MACHADO, M.A. Sunki Mandarin vs Poncirus trifoliata hybrids as rootstocks for Pera sweet orange. **Journal of Agricultural Science**, v.5, p.190-200, 2013. DOI: 10.5539/jas.v5n6p190. 2013.
- SEAGRO, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Aquicultura do Estado do Tocantins. Agricultura. **Agricultura 2017**. Disponível em <https://seagro.to.gov.br/agricultura/>. Acessado em 31 de jul. 2019.
- SHALHEVET, J.; LEVY, Y. Citrus trees. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. **Irrigation of agricultural crops**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 1990. p. 951-986.
- SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**. v.58, p.219-247, 2007. <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105434>>. 04 Jul. 2012. doi:10.1146/annurev.arplant.57.032905.105434.
- SILVA, C. R. Evapotranspiração e desenvolvimento de limeira ácida ‘tahiti’ na ausência e presença de estresse hídrico. 2005. 85p. **Tese** (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- SILVA, F. A. Ecofisiologia da limeira ácida ‘Tahiti’ enxertada em híbridos de citros sob lâminas de irrigação. 58.: il. Pombal, 2017 Color. **Dissertação de mestrado** (Mestrado em Sistema Agroindústria), Universidade Federal de Campinas Grande. Pombal, 2017.
- SILVA, L. de A; BRITO, M. E. B; SÁ, F. V. da S; MOREIRA, R. C. L; SOARES FILHO, W. dos S; FERNANDES, P. D. Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, (Suplemento), p.S1–S7, 2014. Campina Grande, PB, ISSN 1807-1929.
- SILVA, M. C. Respostas fisiológicas de laranjeira ‘valencia’ sob diferentes porta-enxertos cítricos em função da variação da umidade do solo. 2018. **Tese (Doutorado)**. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia. 2018.
- SILVA, R. Citrus tree production in Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6. Ribeirão Preto, 2001. **Proceedings...** Ribeirão Preto: International Society of Citriculture, EECB/Fundecitrus, 2001. p. 11-16.
- SILVA, S.E.L.; SOUZA, A.G.C; **Produção de Mudanças de Laranja**. Manaus: EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2002. 2p. (EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, Instruções Técnicas, 14).
- SIQUEIRA, M.C.N. e SILVA, D.M. Efeitos do estresse hídrico em plantas de Jacarandá (*Dalbergia nigra* Fr. Allem). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1. p. 41-45, 2000.

- SOARES FILHO, W. dos S. **Criação e seleção de variedades de citros mediante procedimentos clássicos e biotecnológicos, com ênfase no controle do Huanglongbing (HLB) e na tolerância à seca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, janeiro de 2015. (Projeto SEG, MP2, 02.13.03.005.00).
- SOUZA, M. Adubação das plantas cítricas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.5, n.52, p.26-31, Abr, 1979.
- SOUZA, R. P.; MACHADO, E. C.; SILVA, J.A.B.; LAGÔA, A. M. M. A.; SILVEIRA, J. A. G. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. **Environmental and Experimental Botany**. n. 51, p. 45-56, 2004.
- SPURLING, M. B. Citrus in the Pacific area. In INTERNATIONAL CITRUS SYMPOSIUM, 1, 1968, Riverside. **Proceedings...** Riverside: University of California, 1969. v. 1, p. 93-101.
- STENZEL, N.M.C.; NEVES, C.S.V.J.; MARUR, C.J.; GOMES, J.C. Crescimento vegetativo de plantas cítricas no norte e nordeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 412-417, 2005.
- STUCHI, E.S., SEMPIONATO, O.R. SILVA, J.A.A. da. Influência dos porta-enxertos na qualidade dos frutos cítricos. **Laranja**. Corderópolis, v.17, n. 1, p. 159-178, 1996.
- SUASSUNA, J. F. Tolerância de genótipos de citros ao estresse hídrico na fase de formação de porta-enxerto. **Dissertação Mestrado**. 2011. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 118p. 2011.
- SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; NASCIMENTO, R. do; OLIVEIRA, A. C. M. de; BRITO, K. S. A. de; MELO, A. S. de. Produção de fitomassa em genótipos de citros submetidos a estresse hídrico na formação do porta-enxerto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.1305-1313, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012001200007>.
- SYVERTSEN, J.D. Light acclimation in citrus II CO₂ efficiency and light, water and nitrogen efficiency. **Journal of American Society of Horticultural Science**, Palo Alto, v. 109, p. 812-817, 1984.
- SYVERTSEN, J.D.; LLOYD, J.J. Citrus. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. (Ed.). **Handbook of environmental physiology of fruit crops**. Boca Raton: CRC, 1994. v. 2, p. 65- 99.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2004. 719p.
- TAIZ, T.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ª ed, Porto Alegre: ArtMed, 2009. 828p.
- TEIXEIRA FILHO, A. J. Fluxo de água em espécie de citros. 2005. 322 p. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- TEÓFILO SOBRINHO, J.; Pompeu Junior, J.; Figueiredo, J.O. (1992) Adensamento de plantio da laranja 'Valência' sobre trifoliata. **Laranja**, 13:435-455.
- TEÓFILO SOBRINHO, J; Salibe, A. A.; Figueiredo, J.O. Schinor, E.H. (2002) Adensamento de plantio para laranja 'Hamlin' sobre limoeiro 'Cravo' em Cordeirópolis, SP. **Laranja**, 23: 439-452.

- TESTER, M., DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, n.5, p.503-527, 2003.
- VIANA, D. S. Lima ácida (*Citrus latifolia*, Tanaka), cv. Tahiti, de cultivos convencional e orgânico biodinâmico: avaliação da capacidade antioxidante dos sucos in natura e clarificados por membranas de microfiltração. 100 f.: il. 2010. **Disertação (mestrado)**. Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2010.
- VIDAL, M. S.; CARVALHO, J. M. F. C.; MENESES, C. H. S. G. Déficit Hídrico: Aspectos Morfofisiológicos, Documentos 142, ISSN 0103-0205, **Embrapa Algodão**, Campina Grande-PB, 2005.
- VITTI, G.C. Nutrição e crescimento de plantas cítricas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS - FISILOGIA, 2, 1992, Bebedouro-SP. **Anais...** Campinas, SP : Fundação Cargill, 1992. 226p. p.132-162.
- VU, J.C.V.; YELENOSKY, G. Water deficit and associated changes in some photosynthetic parameters in leaves of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis* Osbeck). **Plant Physiology**, Lancaster, 88:375-378, 1988.
- WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relations of the cotton plant. I- The field measurements of water deficits in leaves. **New Phytologist**, v.49, p.81-97, 1950.
- WEBBER, H. J.; REUTHER, W.; LAWTON, H. W. History and development of the citrus industry. In: REUTHER, W.; WEBBER, H. J.; BATCHELOR, L. D. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1967. v. 1, p. 1-39.
- WESTPHALEN, F. **Fruticultura**. Rio Grande do Sul: UFSM, 2008. p. 2-5.
- ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C.; SILVA, J. A. A. da. **Irrigação em citros**. Jaboticabal-SP: Funep, 1998. 35 p.: il. 21 cm.
- ZEIGER E.; FARQUHAR, G. D.; COWAN, I. R. **Stomatal function**. Stanford: Stanford University Press, 1987. 503p.