



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

IZAAC MENEZES DE OLIVEIRA

**TROCAS GASOSAS EM COMBINAÇÕES COPA/PORTA-ENXERTO DE CITROS
DURANTE O DIA**

Catolé do Rocha - PB

Agosto - 2013

IZAAC MENEZES DE OLIVEIRA

**TROCAS GASOSAS EM COMBINAÇÕES COPA/PORTA-ENXERTO DE
CITROS DURANTE O DIA**

Trabalho de Conclusão de Curso-(TCC),
apresentado ao Coordenação de
licenciatura em ciências agrárias, da
Universidade Estadual da Paraíba, como
parte dos requisitos para obtenção do
grau de Licenciado em Ciências
Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Soares de Melo

Co Orientador: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

Catolé do Rocha - PB

Agosto - 2013

O48t Oliveira, Izaac Menezes de.

Trocas gasosas em combinações copa/porta-enxerto de citros durante o dia / Izaac Menezes de Oliveira. – Catolé do Rocha, PB, 2013.

47 f. : il. color.

Monografia (Graduação em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba, 2013.

Orientação: Prof. Dr. Alberto Soares de Melo, Departamento de Ciências Agrárias.

1. *Citrus spp.* 2. Semiárido. 3. Fisiologia. I. Título.

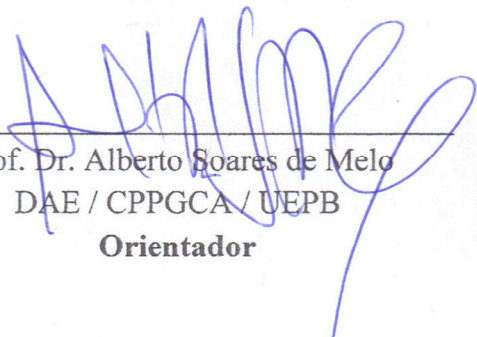
21. ed. CDD 634.3

IZAAC MENEZES DE OLIVEIRA

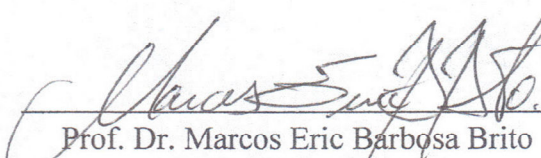
**TROCAS GASOSAS EM COMBINAÇÕES COPA/PORTA-ENXERTO DE
CITROS DURANTE O DIA**

Apresentada em: 30/ 08 / 2013

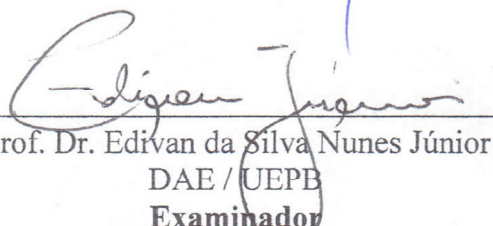
Banca Examinadora



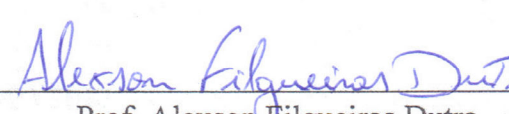
Prof. Dr. Alberto Soares de Melo
DAE / CPPGCA / UEPB
Orientador



Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
CCTA / UFCG
Co-Orientador



Prof. Dr. Edivan da Silva Nunes Júnior
DAE / UEPB
Examinador



Prof. Alexson Filgueiras Dutra
M.Sc. em Ciências Agrárias
UEPB / EMBRAPA ALGODÃO
Examinador

Dedico

Aos meus pais, Francisca Cristina de Menezes e João de Sousa Oliveira, meus melhores amigos e incentivadores, razão de minha existência, a eles devo tudo o que sou.

Ofereço

Ao meu irmão Ivandir Menezes de Oliveira pelo estímulo, confiança e ajuda que sempre me deram.

A minha namorada Olivania dos Santos Nascimento pelo carinho e compreensão.

A todos os demais familiares e amigos.

Agradecimentos

A Deus, minha fonte inesgotável de fé e coragem, me concedendo oportunidades e dando forças para seguir sempre com determinação.

*Ao meu pai, **JOÃO DE SOUSA OLIVEIRA** pelo o exemplo de vida, simplicidade e pelo esforço, como também minha mãe **FRANCISCA CRISTINA DE MENEZES** por ter me dado a vida e por não medir esforços para criar, educar e guiar seus filhos para o bom caminho.*

*Ao meu irmão, **IVANDIR MENEZES DE OLIVEIRA**, pela ajuda e pelo empenho em me guiar nessas estradas da vida.*

*A minha namorada, **OLIVANIA DOS SANTOS NASCIMENTO**, pelo amor e pela força nos momentos difíceis e pelo companheirismo.*

A todos os meus FAMILIARES, pelo o carinho e força concedida quando precisei.

À Universidade Estadual da Paraíba, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Professor e orientador Dr. Alberto Soares de Melo, pela oportunidade de participar do grupo de pesquisa do Setor Experimental de Fruticultura e Ecofisiologia Vegetal, pela confiança, orientação, pelas quais as palavras são insuficientes para expressar minha eterna gratidão. E o Co-orientador Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito pela orientação no trabalho, e paciência.

Aos meus colegas e amigos do Setor Experimental de Fruticultura e Ecofisiologia Vegetal: Mônica, Madson, Wellison, Flaviana, Alexson, Luanna, Alane, Alberlan, Anselmo, Rafael, Edgar, Vandeir, Juninho, Juliemo e Agda. Por todos os momentos juntos, pela inestimável colaboração durante o trabalho e principalmente a confiança durante todo o convívio, meu sincero Agradecimento.

A Alexson Filgueiras e a Mônica Shirley pela paciência e colaboração durante essa jornada.

Aos colegas de turma e amigos do curso de graduação: Anne, Geffson, Marcelo, Diego, Crisnia, Anselmo, Fernanda, Damião, Jose Carlos, Galvani, Bruno, Robério, Luciana, Sonaria, Maxsonaria, Bruno, Carlos Alberto, Livia, Amanda, Jalisson, Enio, Esdras, Roberto, Jucelândio.

Aos meus amigos e colegas: Juliete, Nariane Meire, Sebastião Júnior, Lucimara, Rosinaldo, Cidinha, Anne, Madsom, Mônica, Jerfeson, Ferraz, Ivomberg, Roberta Chaiene, Aldemir e Vanies. Pelas experiências compartilhadas e por todo apoio prestado durante esta caminhada.

Aos professores e funcionários do Campus IV da UEPB pelo aprendizado, auxílio e amizade.

A todos aqueles que direta ou indiretamente sentem-se contribuintes na realização deste trabalho. A vocês, muito obrigado.

Ao CNPq (Conselho nacional de pesquisa), pela bolsa de estudo concedida.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Caracterização dos citros.....	3
2.2 Água na agricultura.....	4
2.3 Estresse hídrico nas plantas.....	5
2.4 Tolerância das plantas a deficiência hídrica.....	6
2.5 Mecanismos fisiológicos de adaptação ao estresse hídrico.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Caracterização e localização da pesquisa.....	9
3.2 Tratamentos e delineamento estatístico.....	10
3.3 Instalação e condução do experimento.....	11
3.4 Variáveis analisadas.....	13
3.4.1 Aspectos fisiológicos.....	13
3.5 Análise estatística.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
5 CONCLUSÕES.....	29
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis climatológicas da área experimental do período de janeiro a dezembro de 2012. Catolé do Rocha - PB, 2013.....	10
Tabela 2 - Combinações copa/porta-enxertos cultivadas no experimento. Catolé do Rocha - PB, 2013.....	11

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização política do município de Catolé do Rocha-PB, onde foi conduzido o estudo.....	9
Figura 2 - Detalhe da borbulhia (A); variedades copa enxertadas (B e C): 1-Pomelo “Star Ruby” (1), e Limeira Ácida “Tahiti (2). Catolé do Rocha-PB, 2013. (Extraído de Brito, 2010).....	11
Figura 3 - Croqui do experimento com distribuição das linhas de irrigação, Catolé do Rocha - PB, 2013.....	12
Figura 4 – Avaliações das trocas gasosas em genótipos de citros, Catolé do Rocha - PB, 2013.....	13
Figura 5 - Concentração interna de CO ₂ em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco, Catolé do Rocha - PB, 2013.....	16
Figura 6 - Teste de agrupamento de médias, Scoot Knoot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto para a variável concentração interna de CO ₂ (C_i) (mol de CO ₂) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco, Catolé do Rocha - PB, 2013.....	17
Figura 7 - Transpiração em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco, Catolé do Rocha - PB, 2013.....	18
Figura 8 - Teste de agrupamento de médias, Scoot Knoot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto para a variável Transpiração (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco, Catolé do Rocha - PB, 2013.....	20
Figura 9 - Condutância estomática em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco, Catolé do Rocha - PB, 2013.....	21
Figura 10 - Teste de agrupamento de médias, Scoot Knoot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto para a variável Condutância estomática (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco, Catolé do Rocha - PB, 2013.....	22
Figura 11 - Fotossíntese em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco, Catolé do Rocha - PB, 2013.....	23
Figura 12 - Teste de agrupamento de médias, Scoot Knoot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto para a variável Fotossíntese (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha-PB, 2013.....	24

- Figura 13** - Eficiência instantânea no uso da água (EUA) em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco, Catolé do Rocha - PB, 2013.....**25**
- Figura 14** - Teste de agrupamento de médias, Scoot Knoot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto para a variável eficiência intrínseca no uso da água (EUA) ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco, Catolé do Rocha - PB, 2013.....**26**
- Figura 15** - Eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco, Catolé do Rocha - PB, 2013.....**27**
- Figura 16** - Teste de agrupamento de médias, Scoot Knoot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto para a variável eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco, Catolé do Rocha - PB, 2013.....**28**

RESUMO

Atualmente a produção agrícola está cada vez mais dependente da ciência e tecnologia, haja vista que, o conhecimento de fatores que interferem no rendimento das culturas aliado a novas e eficazes técnicas de cultivo são imprescindíveis para a obtenção de elevadas produtividades e melhores rendimentos econômicos. Neste cenário está inserida a citricultura, devido a sua importância sócio-econômica na exportação. No entanto, a produtividade ainda é considerada baixa devido à restrição hídrica. Assim, objetiva-se com este trabalho estudar o comportamento fisiológico de combinações copa/porta enxerto de citros durante o dia cultivados no Semiárido da Paraíba. A pesquisa constou da condução de um estudo de campo na área experimental do Setor de Fruticultura e Ecofisiologia Vegetal, pertencente ao Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), Campus IV, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Estudou-se, em um delineamento experimental de blocos casualizados, o comportamento fisiológico diário de cinco porta-enxertos enxertados com o Pomeleiro 'Star Ruby', e dois porta-enxertos sob copa da limeira ácida 'Tahiti', totalizando sete combinações, repetidas em seis blocos. O comportamento fisiológico foi avaliado em oito horários, às 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 e 17 horas, quando as plantas estavam com três anos de idade e em fase vegetativa, no período de maior demanda atmosférica do ano. Para os dados do comportamento fisiológico, procedeu-se a análise de variância, usando-se o teste F, seguido de teste de agrupamento de médias (Scott Knott) ($p < 0,05$) entre o fator horário de avaliação em cada combinação copa/porta-enxerto e entre genótipos em cada horário avaliado, usando-se do software SISVAR 4.0. As combinações copa/porta-enxerto, G2P, G5P e G4T, obtiveram melhores valores fisiológicos, sendo estes um aspecto relevante para a escolha de combinações adaptadas para o semiárido da Paraíba. Conclui-se que a combinação do Limeira ácida 'Tahiti' e o Pomeleiro 'Star Ruby' possui potencial para o semiárido devido ao seu melhor comportamento fisiológico e à maior eficiência quanto ao uso de água.

Palavras-chave: *Citrus spp*, semiárido, fisiologia.

ABSTRACT

The agricultural production is increasingly dependent at science and technology, given that the knowledge of factors that affect the yield of crops combined with new and efficient cultivation techniques are essential for obtaining higher yields and better economic returns. This scenario is inserted citrus due to its socio-economic importance and its potential use in the food industry. However, productivity is still considered low due to water restriction, being this condition depending at the geographical location, causing interference in the growth and development of plants. Therefore, the identification of tolerance material may be a alternative for use in adverse conditions of water availability. Thus, in order to study the physiological behavior of scion/rootstock combinations of citrus grown in the semiarid region of Paraiba. The experiment was realized in field conditions in the experimental area of the Department of Fruit and Plant Ecophysiology, belonging to the Center and Agricultural Sciences (CCHA), IV Campus, State University of Paraiba (UEPB). Were studied, in a randomized block design, the physiological behavior during daily of five seven combinations scion/rootstocks, being five rootstocks grafted with 'Star Ruby' grapefruit, and two rootstocks on 'Tahiti' lime, repeated six blocks. The physiological behavior was evaluated at nine times, at 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 and 17 hours, in plants with three years and during the vegetative phase for period of more atmospheric demand of the year. For physiological data, we proceeded to the analysis of variance, using the F test, followed by mean comparison test (Tukey) ($p < 0.05$) between the time factor assessment in each combination scion/rootstock and between genotypes at each time evaluated using software SISVAR 4.0. Combinations scion/rootstock, G2P, G5P G4T and obtained better physiological values, which are an important aspect for choosing combinations adapted to Paraiba's semiarid. The scion of lime 'Tahiti' and grapefruit 'Star Ruby' has potential for semiarid had the better physiological behavior and greater efficiency in the use of water.

Key word: *Citrus spp*, semiarid, physiology

INTRODUÇÃO

Os citros estão entre o grupo de fruteiras mais importantes para o Brasil, devido ao valor nutritivo dos frutos e ao papel sócio-econômico que desempenha na exportação (COELHO et al., 2006). Conforme dados do IBGE (2011), a produção de citros (laranjas, tangerinas e limões) em 2010, no Brasil, foi de 19.244.783 toneladas a Região Sudeste se destacou na produção com 16.250.562 de toneladas. No Nordeste a produção foi de 2.002.779 toneladas, sendo Bahia e Sergipe os maiores produtores. Na Paraíba a produção chegou a 22.175 toneladas, com destaque para a produção de tangerina, de 14.436 toneladas, que é a maior da região Nordeste.

No Nordeste o cultivo de citros concentra-se no estado da Bahia e Sergipe essa baixa produção se dar devido às áreas cultivadas estarem sujeitas a variações agroclimáticas, verificando-se, em algumas regiões, precipitações inferiores às necessidades das plantas, como observado no semiárido Brasileiro, que possui distribuição pluviométrica irregular, causando períodos de déficit hídrico e, conseqüentemente, estresse às plantas (MATTOS JUNIOR et al., 2005). Neste contexto, o aporte de água às plantas cítricas é necessário para assegurar a floração e o desenvolvimento e crescimento dos frutos. Vieira (1991) reporta, que a irrigação proporciona maior pegamento de flores e frutos, aumentando a produtividade, melhorando a qualidade dos frutos e elevando a quantidade de óleo na casca.

As plantas cítricas possuem a capacidade de conservação de água nos seus tecidos, dada à elevada resistência dos seus estômatos e a cerosidade das folhas. Além disso, quando a demanda evapotranspirométrica aumenta, isto é, quando ocorre uma mudança nas condições do ambiente, em termos de aumento do saldo de radiação e das diferenças entre a pressão de vapor das folhas e do ar, a planta responde, aumentando a resistência estomática e reduzindo, assim, a transpiração (BOMAN, 1996).

Ressalta-se alterações na disponibilidade hídrica aos vegetais refletem em mudanças no movimento estomático, principal mecanismo de controle das trocas gasosas nas plantas superiores. Por meio dos estômatos ocorre o influxo de CO₂ necessário ao processo fotossintético e ao crescimento, e o efluxo de água, por meio da transpiração. O movimento dos estômatos pode ser diretamente influenciado pela radiação solar, déficit de pressão de vapor, concentração de CO₂ na atmosfera e a temperatura do ar (TATAGIBA, 2006).

Nesse sentido, as determinações de variáveis fisiológicas são de grande

importância, não somente na compreensão do comportamento vegetativo das plantas, mas, sobretudo no seu desempenho pontual em relação às respostas às condições ambientais diversas. Desta forma, a quantificação das trocas gasosas realizadas nas folhas compreendendo, fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂, eficiência no uso da água e eficiência instantânea de carboxilação entre outros está intimamente relacionada ao estado hídrico do vegetal, bem como seu desenvolvimento (KLEIN, 2009).

A propagação de plantas cítricas pode ser por semente, estaquia, alporquia, enxertia e cultivo de tecidos. Na citricultura a propagação vegetativa é amplamente utilizada, de produção de mudas utilizada é a enxertia, onde o porta-enxerto obtido é via propagação seminífera (SIQUEIRA et al., 2002).

Com base no exposto anteriormente, uma prática que pode viabilizar o cultivo de citros em condições de baixa disponibilidade de água é a utilização de espécies/variedades que tenham boa tolerância a esse fator abiótico. O desenvolvimento de cultivares mais tolerantes a esses fatores via programas de melhoramento genético, entretanto, exige que se desenvolvam estudos para se avaliar o efeito destes sobre aspectos da fisiologia da planta, visando identificar processos que possam ser responsáveis por eventuais mecanismos de tolerância (CHARTZOULAKIS & KLAPAKI, 2000; TESTER & DAVENPORT, 2003). Neste contexto, objetivou-se com este trabalho estudar o comportamento fisiológico de combinações copa/porta enxerto de citros durante o dia cultivados no Semiárido da Paraíba.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização dos citros

As espécies citrícolas são originárias das áreas subtropicais e tropicais da Ásia, pertencem a família das Rutáceas, subfamília Aurantioidea. São árvores ou arbustos de folhas persistentes, geralmente espinhosos, apresentam raiz pivotante, folhas simples, espessas, de aparência coriácea. As flores são axilares, solitárias, em cachos ou em pequenas cimeiras terminais, o fruto cítrico é denominado hesperídio, diferenciando-se na cor, formato e tamanho de acordo com a espécie e variedade, e as sementes são de coloração branco-creme, com textura grossa, rígida e lenhosa (QUEIROZ-VOLTAN & BLUMER, 2005; MEDINA et al., 2008).

As frutas cítricas representam uma fonte relevante de vitamina C, ácido ascórbico, flavonoides, pectina, entre outros compostos de ação antioxidante que são importante para a nutrição humana, como relatam Jayaprakasha & Patil (2007), Klimczak et al. (2007) e Ramful et al. (2011).

O Brasil destaca-se na produção mundial de laranja, sendo a maior parte da safra destinada à industrialização de suco, representando 50% da produção em todo mundo, do qual também é o maior produtor. Do suco industrializado, 98% são destinados à exportação, conseguindo captar 85% do mercado mundial (NEVES et al., 2010; IBGE, 2011). Segundo Borges & Costa (2006), a citricultura é uma atividade importante para o Brasil, a qual gera renda e empregos diretos e indiretos, e, sobretudo, divisas provenientes da exportação de seus produtos, em especial do suco de laranja concentrado e congelado.

A disseminação da citricultura no Brasil é favorecida por diversas características, destacando-se a capacidade dos citros de se adaptarem aos mais diversos tipos de solo, ampla faixa de radiação solar e temperatura, sendo requerido de 12 a 39°C para se obter desenvolvimento vegetativo favorável. Além desses, outros elementos ecológicos influenciam o desenvolvimento dessas espécies, como: umidade do ar, velocidade do vento e disponibilidade hídrica (SENTELHAS, 2005; MEDINA et al., 2008).

Segundo Mattos Junior et al. (2005), a produtividade das plantas é determinada por muitos fatores, entre os quais se destacam o suprimento adequado e seu equilíbrio nutricional. Nos citros a absorção de nutrientes ocorre, principalmente, durante o florescimento, quando se formam as folhas e ramos novos (MEDINA et al., 2008), sendo a concentração diferenciada entre as diversas partes da planta e idade dos tecidos

(MATTOS JUNIOR et al., 2005). Tecchio et al. (2006) e Resende et al. (2010), trabalhando com o acúmulo de nutrientes em plantas cítricas, relataram que a concentração nas partes da planta obedece a seguinte ordem: macronutrientes – folha > caule > raiz e micronutrientes – raiz > folha > caule.

Outro fator fundamental para o desenvolvimento da citricultura é a muda, pois constitui a base da formação dos pomares e terão reflexo durante toda a sua vida útil (REZENDE, et al., 2010). Conforme Carvalho et al. (2005) a qualidade genética e sanitária da muda é importante para o início de um empreendimento de sucesso. Devido a essa importância, alguns estados do Brasil instituíram programas de certificação de mudas cítricas, como é o caso de São Paulo, Rio Grande do Sul, Goiás, Sergipe, entre outros; destacando dentre as principais exigências dos programas de certificação, a obrigatoriedade da produção de mudas em ambiente protegido e a utilização de água e substratos isentos de patógenos prejudiciais aos citros (GRAZIANO, 1998; CARVALHO et al., 2005; RESENDE et al., 2010).

2.2 Água na agricultura

A água é o recurso natural mais abundante na face da terra, cobrindo cerca de 75% do planeta que, na verdade. Poderia chamar-se planeta água, ressaltando-se que a maior parcela deste percentual é de água salgada, contida, principalmente, nos oceanos, sendo a responsável, através da intervenção nos ciclos energéticos físicos, químicos e biológicos, pela manutenção da vida. Assim, a opção de uso sustentável dos recursos hídricos deve ser relacionada à manutenção e garantia da qualidade de vida, agregando o desenvolvimento econômico social, aliado à conservação do meio ambiente.

Ressalta-se que, dentre as atividades econômicas, a agricultura é responsável por cerca de 70% do uso consultivo dos recursos hídricos; nota-se também, porém, que as taxas de crescimento da população mundial vêm superando as taxas de crescimento da oferta de alimentos, podendo-se destacar, como alternativa: o aumento de áreas produtivas e aumentar a produtividade (PAZ et al., 2000). Estudos preliminares da FAO têm mostrado a importância do aumento da produtividade agrícola para suprir o aumento demográfico e do deslocamento da população para grandes centros urbanos. Tais fatos justificam o uso da água na irrigação de cultivos, como alternativa à melhoria na produtividade e ao aumento de áreas de cultivo, já que tal tecnologia pode, em

média, até triplicar a produtividade, possibilitando o cultivo de plantas em épocas e locais com baixa precipitação pluviométrica (PAZ et al., 2000).

Nota-se, ainda, que o uso de água nos sistemas produtivos, especificamente na irrigação, deve atender a critérios relacionados à quantidade e à qualidade dos recursos hídricos, como mencionado por Ayers & Westcot (1999). No entanto, assim como abordado por estes autores, o aspecto qualidade tem sido pouco considerado devido à quantidade e facilidade na aquisição destes recursos até então ocorrentes. Apesar deste fato se ter modificado em razão da variabilidade climática e do aumento dos impactos ambientais ocasionados pela irrigação, aumentando a importância do uso de águas com melhor qualidade e manejo da irrigação preconizando o uso racional da água.

Assim, considerando a redução na disponibilidade de recursos, em face à eminente demanda de alimentos, ocasionada pelo aumento populacional, umas das formas de viabilizar o aumento de áreas irrigadas e a produção agrícola é o uso de praticamente todos os tipos de águas disponíveis, notadamente as de qualidade inferior, já que tanto nos projetos atuais como nos anteriores há uma alta demanda de recursos hídricos.

A disponibilidade de água para a agricultura é ainda menor em regiões áridas e semiáridas, assim como no Nordeste brasileiro, pois esta região possui uma precipitação média anual de 750 mm concentrada em quatro meses do ano, e uma evapotranspiração média anual de 2000 mm, obrigando os agricultores a usar de estratégias para armazenar e usar a água nos períodos secos. Além deste fato, a maioria das águas de açudes e poços da região contém sais (AUDRY & SUASSUNA, 1995), tornando viáveis somente cultivos de plantas tolerantes a tais condições, ou sob manejo de irrigação que preconize o controle de sais no solo, adotando-se, por exemplo, o uso da fração de lixiviação, sistemas de drenagens superficiais e subterrâneos ou a aplicação de corretivos como o gesso, caso o solo seja deficiente deste composto e a água possua alta sodicidade.

2.3 Estresse hídrico nas plantas

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,

2004). Deve-se ressaltar que o estresse hídrico severo pode levar à diminuição nas defesas da planta, reduzindo o crescimento e a fotossíntese. A adaptabilidade e tolerância ao estresse hídrico são estratégias intrínsecas diferentes às espécies vegetais (CARVALHO & CASALI, 1999).

Quando a capacidade da planta para se ajustar ao estresse é atingida, o que era até aí um dano latente, passa a dano irreversível. O início do distúrbio é seguido pela perda da estabilidade das estruturas (proteínas, biomembranas, etc) e das funções vitais (processos bioquímicos e metabolismo energético). Se o fator de estresse perdura, ocorre resposta da planta em forma de processos adaptativos; esta é a fase de aclimatação. Todavia, isto requer gasto energético, resultando, na menor das hipóteses, em redução do crescimento. Se a intensidade e/ou duração do estresse supera a capacidade de resposta da planta, um estado de exaustão pode ocorrer, podendo ocasionar até a morte da planta (LARCHER, 2000).

Para Pimentel et al. (2002) a deficiência hídrica em resposta às condições ambientais inerente à região semiárida é também considerada como a maior causadora de redução na produtividade das plantas, alterando o crescimento e a fotossíntese em decorrência da diminuição do teor relativo de água, pressão de turgor e o potencial hídrico celular.

Em citros, o crescimento e a produtividade são severamente afetados por estresse hídrico. Embora os mecanismos moleculares envolvidos na resposta à seca em *Citros* sejam pouco conhecidos, diferenças substanciais de tolerância a esse estresse são observadas entre as diferentes espécies do gênero e espécies afins (OLIVEIRA et al., 2008).

Ainda conforme o autor a cima, pode-se especular que a resposta adaptativa de citros à seca envolve a indução de proteínas funcionais de tolerância ao estresse, envolvidas na proteção de membranas, restabelecimento da homeostase, regulação osmótica e proteção da integridade celular, bem como de proteínas regulatórias envolvidas na regulação da transdução de sinal e expressão de genes responsáveis ao estresse. A determinação do padrão de expressão desses genes é o pré-requisito necessário para a confirmação e dissecação desse modelo de resposta adaptativa à seca em citros. A manipulação genética dos genes induzidos pelo estresse hídrico pode ter um significativo impacto no melhoramento da tolerância à seca em citros.

Pela carência de dados relatando o efeito do estresse hídrico sobre espécies cítricas, expõem-se, a seguir, resultados obtidos por Cintra et al. (2000) que estudaram o

balanço hídrico de genótipos dos seguintes porta-enxertos, tendo a Laranja Pêra (*Citros sinensis* L.) como enxerto: Limão Volkameriana (*Citros volkameriana* Pasquale); limão Cravo (*Citros limonia* Osbeck); Limão Rugoso da Flórida (*Citros jambhiri* L) e Tangerina Cleópatra (*Citros reshni* Hort. ex Tan). Pelos resultados obtidos, aqueles autores concluíram ser a Tangerina Cleópatra (*Citros reshni* Hort. ex Tan.) o porta-enxerto menos adaptado ao estresse hídrico e o Limão Cravo (*Citros limonia* Osbeck) o de melhor adaptação.

Ressalte-se que o emprego de um único porta-enxerto para todas as variedades - copa não permite, provavelmente, atender ao máximo potencial inerente a cada variedade, impedindo que a planta manifeste toda sua capacidade produtiva, além de se constituir em inconveniente problema no caso de moléstias endêmicas (POMPEU JUNIOR, 1991).

Deste modo Nogueira et al. (2001), relatam que genótipos que apresentem diversidade na resposta ao estresse hídrico constituem excelentes materiais para serem utilizados em programas de melhoramento genético.

2.4 Tolerâncias das plantas a deficiência hídrica

Pode-se dizer que a resistência à seca é o termo que caracteriza os diferentes meios e mecanismos encontrados nas plantas superiores para escapar ou tolerar um déficit hídrico severo. Estes representam a resposta evolutiva do vegetal à pressão de seleção exercida pela seca. Existem basicamente três mecanismos: fuga à seca, tolerância à seca em altos níveis de potencial hídrico e tolerância à seca em baixos níveis de potencial hídrico, sendo que a fuga, na verdade, seria uma forma de escape e não um mecanismo apropriadamente dito. A tolerância à seca é um mecanismo que permite à planta manter o metabolismo, mesmo com a redução do potencial hídrico dos tecidos, devido principalmente ao acúmulo de solutos compatíveis ou osmólitos, proteínas osmoprotetoras e à capacidade antioxidante (VERSLUES et al., 2006).

2.5 Mecanismos fisiológicos de adaptação ao estresse hídrico

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 do estresse. A sua sobrevivência

depende, principalmente, da velocidade de resposta aos acúmulos externos (VIDAL et al., 2005).

Bota et al. (2004) ressaltam que sob condição de estresse hídrico do solo, a planta pode diminuir a perda de água por meio da redução da abertura estomática, a qual induzirá menor absorção de CO₂, gerando efeitos negativos sobre a taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, reflexos indesejáveis sobre o vigor e a altura da planta, fertilidade do grão de pólen e produtividade, dentre outros.

Já Nguyen et al. (1997), acrescentam que os mecanismos fisiológicos de tolerância à seca estão relacionados ao uso moderado da água pela planta, redução da área foliar, controle da perda de água pelas folhas e habilidade das raízes em explorar camadas mais profundas do solo. Para vários autores (LARCHER, 2004; TAIZ & ZEIGER, 2009; KERBAUY, 2004), tais respostas envolvem maior relação entre raiz e parte aérea, diminuição do volume das células, aumento da concentração do protoplasto, diminuição do tamanho das folhas, dissipação de energia da folha, ajuste osmótico mais eficiente, regulação estomática, acúmulo de metabólitos e resistência à desidratação das células.

Glenn et al. (2000) contribuem acrescentando que o fechamento estomático é um importante mecanismo de defesa que as plantas apresentam contra perdas exageradas de água e eventual morte por dessecação. Os estômatos atuam como moduladores da perda de água pela transpiração, respondendo ao déficit hídrico com a alteração da abertura do poro a uma faixa crítica de valores do potencial hídrico foliar (LARCHER, 2004).

Deste modo, quando o solo perde água, a transpiração das plantas é diminuída. Quando isso ocorre, em resposta a tal fator estressor, as plantas reduzem o fluxo de vapor d'água do interior da câmara sub-estomática para a atmosfera, causando depressão na transpiração (THOMAS et al., 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização e localização da pesquisa

A pesquisa constou da condução de um estudo de campo na área experimental do Setor de Fruticultura e Ecofisiologia Vegetal, pertencente ao Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), Campus IV, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no município de Catolé do Rocha, PB (Figura 1). A cidade está situada a 6° 21' de latitude S e 37° 48' de longitude O W.Gr., a uma altitude de 250 m.

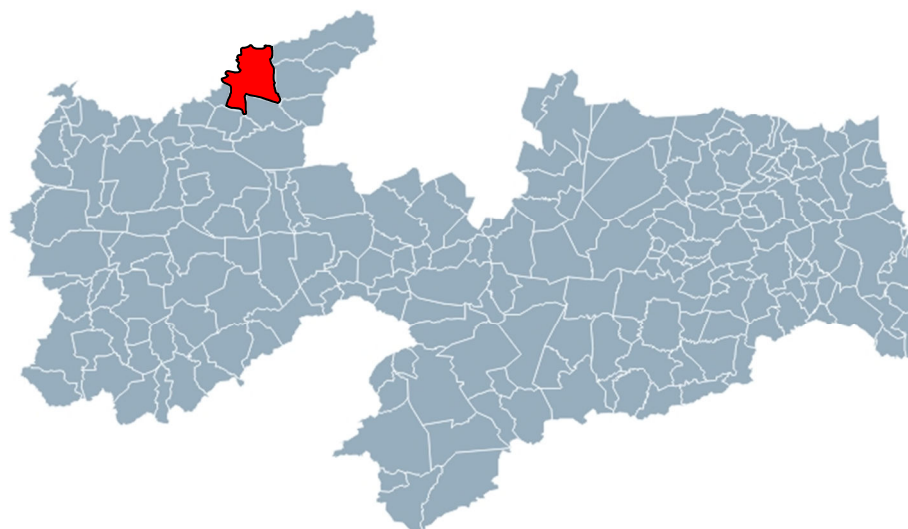


Figura 2 - Localização política do município de Catolé do Rocha - PB, onde foi conduzido o estudo.

O clima da região é do tipo BSw'h', segundo classificação de Köppen, caracterizando-se por ser semiárido quente, com duas estações distintas, uma chuvosa com precipitação irregular e outra sem precipitação. A precipitação média anual é de 870 mm, temperatura média de 27°C com período chuvoso concentrando-se entre os meses de fevereiro e abril (Tabela 1).

Tabela 2 - Variáveis climatológicas da área experimental do período de janeiro a dezembro de 2012. Catolé do Rocha - PB, 2013.

Mês	Temperatura máxima do ar (°C) *	Temperatura mínima do ar (°C) *	Umidade relativa do ar (%) *	Precipitação Pluvial (mm) **	Evapotranspiração (mm) **
Jan/12	35,99	22,82	76,73	116,5	235,90
Fev/12	34,33	21,70	82,19	142,1	143,77
Mar/12	33,04	23,52	90,76	155,43	171,36
Abr/12	33,05	23,48	89,99	54,5	163,71
Mai/12	32,84	23,53	90,38	1,4	230,94
Jun/12	32,73	23,53	90,35	6,5	197,79
Jul/12	32,85	23,61	89,82	2,8	243,05
Ago/12	34,54	20,39	88,14	0,0	299,81
Set/12	35,44	20,53	80,78	0,0	296,53
Out/12	36,75	22,28	75,56	1,9	331,97
Nov/12	37,21	22,46	74,56	0,0	309,73
Dez/12	37,02	23,95	73,25	0,0	304,68
Total/Média	34,65	22,65	83,54	481,13	2.929,24

*Representação da média mensal.

**Representação do acumulado mensal

3.2 Tratamentos e delineamento estatístico

Estudou-se, em delineamento experimental de blocos casualizados, o comportamento fisiológico diário de cinco porta-enxertos enxertados com o Pomeleiro ‘Star Ruby’, e dois porta-enxertos sob copa da limeira ácida ‘Tahiti’, totalizando sete combinações, repetidas em seis blocos.

O comportamento fisiológico foi avaliado em oito horários, às 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 e 17 horas do dia 02 de novembro de 2012, quando as plantas estavam com três anos de idade e em fase vegetativa, correspondendo a avaliação no período de maior demanda atmosférica no ano. Unindo-se os fatores, tem-se como resultado 42 parcelas, sendo a unidade experimental composta por duas plantas uteis.

Os porta-enxertos e as variedades copa enxertadas estão descritas na Tabela 2, sendo os materiais provenientes do programa de melhoramento genético de citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Tabela 2 - Combinações copa/porta-enxertos cultivadas no experimento.
Catolé do Rocha - PB, 2013.

Combinação	Porta-enxerto	Copa
1	TSKC x CTSW – 064	Pomeleiro ‘Star Ruby’
2	TSKFL x CTC25 – 010	Pomeleiro ‘Star Ruby’
3	TSKFL x CTC13 – 005	Pomeleiro ‘Star Ruby’
4	LRF x (TR x LCR) – 005	Pomeleiro ‘Star Ruby’
5	TSKFL x CTTR – 013	Pomeleiro ‘Star Ruby’
6	TSKFL x CTC13 – 005	Limeira ácida ‘Tahiti’
7	LRF x (TR x LCR) – 005	Limeira ácida ‘Tahiti’

Onde: TSKC: Tangerineira „Sunki“ [*C. sunki*(Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum, CTSW: Citrumelo (*C. paradisi*Macfad x *Poncirus**trifoliata*) Swingle, TSKFL: tangerineira Sunki seleção „da Flórida“, CTC25: Citrange [*C. sinensis*x*P. trifoliata*(L.) Raf.] C25, CTC13: Citrange C13, LRF: limoeiro Rugoso (*C. jambhiri*Lush.) seleção „da Flórida“, TR: *Poncirus**trifoliata*; LCR: limoeiro “Cravo” (*Citrus**limonia*Osbeck), CTTR: citrange “Troyer”.

3.3 Instalação e condução do experimento

As mudas foram produzidas seguindo as recomendações do sistema de produção de mudas certificadas de citros, contidas em Mattos Junior et al., (2005), sendo a enxertia realizada por borbulha, usando-se duas variedades copa, conforme a combinação, podendo visualizar a enxertia e as variedades copa pomeleiro“StarRuby” (*C. paradisi*Macfad) e a limeira ácida “Tahiti” [*C. latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] seleção “CNPMF 2001”, na Figura 2.



Figura 2 - Detalhe da borbulhia (A); variedades copa enxertadas (B e C): 1-Pomelo “Star Ruby” (B), e Limeira Ácida “Tahiti” (C). Catolé do Rocha- PB, 2013. (Extraído de Brito, 2010).

O plantio foi feito no mês de Agosto de 2009, no final do período chuvoso, evitando-se o estresse inicial por altas temperaturas e radiação, como indicado em Mattos Junior et al., (2005). Para tanto, o solo foi submetido a uma aração para remover o solo depois foi feita uma gradagem para nivelar o solo, seguido de abertura de covas nas dimensionadas em 40 x 40 x 40. O espaçamento utilizado foi de 4 x 5 m, realizando-se a adubação de fundação, com esterco bovino, na quantidade de 20L por cova, realizou-se o tutoramento das plantas e procedeu-se a poda de formação.

A irrigação foi feita usando-se de um sistema de irrigação por gotejamento, adotando-se três gotejadores, tipo catife, em cada planta de citros, com vazão unitária $0,0133 \text{ L s}^{-1}$, ou seja, $0,0399 \text{ L s}^{-1}$ em cada planta. O turno de rega foi diário, com a lâmina de irrigação calculada usando-se como base a Evapotranspiração calculada por meio da equação de Penman-Monteith – FAO (ALLEN et al, 1998), a partir dos dados da estação meteorológica digital, presente no campus experimental. Ainda, pode-se observar, na Figura 3, o croqui do experimento, com a distribuição das tubulações de irrigação.

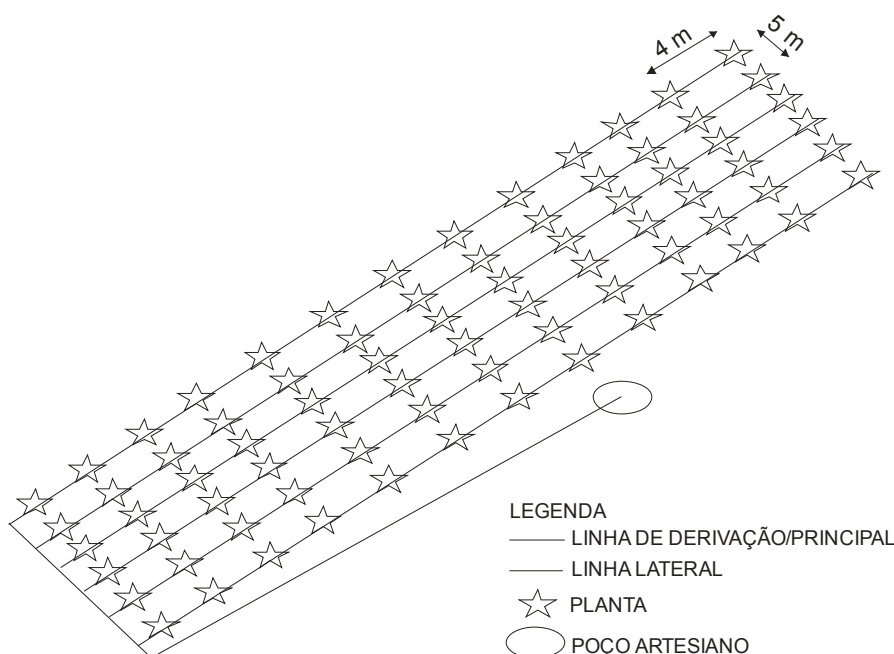


Figura 3 - Croqui do experimento com distribuição das linhas de irrigação. Catolé do Rocha - PB, 2013.

Agregado ao sistema de irrigação, instalou-se um Venturi, de modo a viabilizar o manejo nutricional da cultura por meio de fertirrigações, sendo assim, procedeu as

fertirrigações seguindo a recomendação contida em Mattos Junior et al. (2005), parcelando-se a aplicação em 10 vezes, usando-se um intervalo de 30 dias entre eventos de fertirrigação.

Ainda, realizou-se o controle de ervas daninhas com roçagem e aplicação de herbicidas, além do controle de pragas e doenças, conforme a infestação da área e/ou de forma preventiva.

3.4 Variáveis analisadas

3.4.1 Aspectos fisiológicos

Foram realizadas medidas de concentração interna de carbono (C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), fotossíntese líquida (A) ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) usando-se de um analisador de gás infravermelho IRGA (ACD, modelo LCPro, Hoddesdon, UK). Com estes dados, obteve-se a eficiência instantânea no uso da água (EiUA), a partir da relação entre a fotossíntese líquida e a transpiração (A/E c], e a eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) [$(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}) / (\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})$], calculada a partir dos dados de fotossíntese líquida e da concentração interna de carbono (C_i). (SCHOLLES & HORTON, 1993; NEVES, et al., 2002; KONRAD et al., 2005; RIBEIRO, 2006).

As avaliações foram realizadas durante o dia, nos seguintes horários: 3:00, 5:00, 7:00, 9:00, 11:00, 13:00, 15:00 e 17:00 horas (Figura 4).



Figura 4 – Avaliações das trocas gasosas em plantas de citros. Catolé do Rocha - PB, 2013.

3.5 Análise estatística

Para os dados do comportamento fisiológico, procedeu-se a análise de variância, usando-se o teste F, seguido de teste de comparação de médias (Scott-Knoot) ($p < 0,05$) entre o fator horário de avaliação em cada combinação copa/porta-enxerto e entre genótipos em cada horário avaliado, usando-se do software SISVAR 4.0 (FERREIRA, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudando-se as trocas gasosas durante o período diário, verifica-se que o comportamento foi diferenciado entre as combinações copa/porta-enxertos. Sendo assim, será enfatizado o comportamento de cada variável ao longo do dia em cada combinação e, como complemento, dar-se-á ênfase ao estudo dos genótipos em cada horário, no primeiro caso, tentar-se-á identificar o horário de maior troca gasosa conforme o genótipo, e no segundo caso a combinação que se destacou com maiores trocas gasosas.

Com isso, na Figura 5 verifica-se o comportamento ao longo do dia da concentração interna de CO₂ para cada combinação copa/porta-enxerto, notando-se os menores valores independente deste, entre as 7 e 15 horas da tarde, observando-se, neste período, valores entre 200 e 250 mmol de CO₂. Até às 7 horas e após as 15 horas, os valores são superiores a 300 mmol de CO₂, verificando-se valores, inclusive, superiores a concentração atmosférica, o que vem a predizer que a subtração da respiração pela fotossíntese é positiva, ocorrendo acúmulo de CO₂ na Câmara Subestomática em função do processo de respiração.

Por outro lado, isso é normal em plantas C₃, como é o caso das plantas de citros, verificando-se, ainda, conforme informações contidas em Mattos Junior et al., (2005), que os valores de *C_i*, para as plantas de Citros, deve estar entre 200 e 250 mmol de CO₂, confirmando que, mesmo em condições de semiárido, as plantas mantiveram as condições ideais de concentração de CO₂ na Câmara Subestomática, não havendo restrição ou dano a este órgão da planta.

Complementando o estudo da concentração interna de CO₂, nota-se que não houve diferença significativa entre os genótipos em nenhum dos horários (Figura 6), todavia deve-se salientar que os menores valores de *C_i* estão relacionados a maior atividade das plantas, com isso, pode-se notar que isso ocorreu às 7 horas e, em algumas combinações, às 13 horas. Quanto a isso, nota-se que alguns genótipos permaneceram com concentração de CO₂ baixa por um período maior, o que poderá significar maior capacidade eficiência ou maior capacidade de uso do CO₂ na fotossíntese, o que poderá ser visto quando se estudar esta variável.

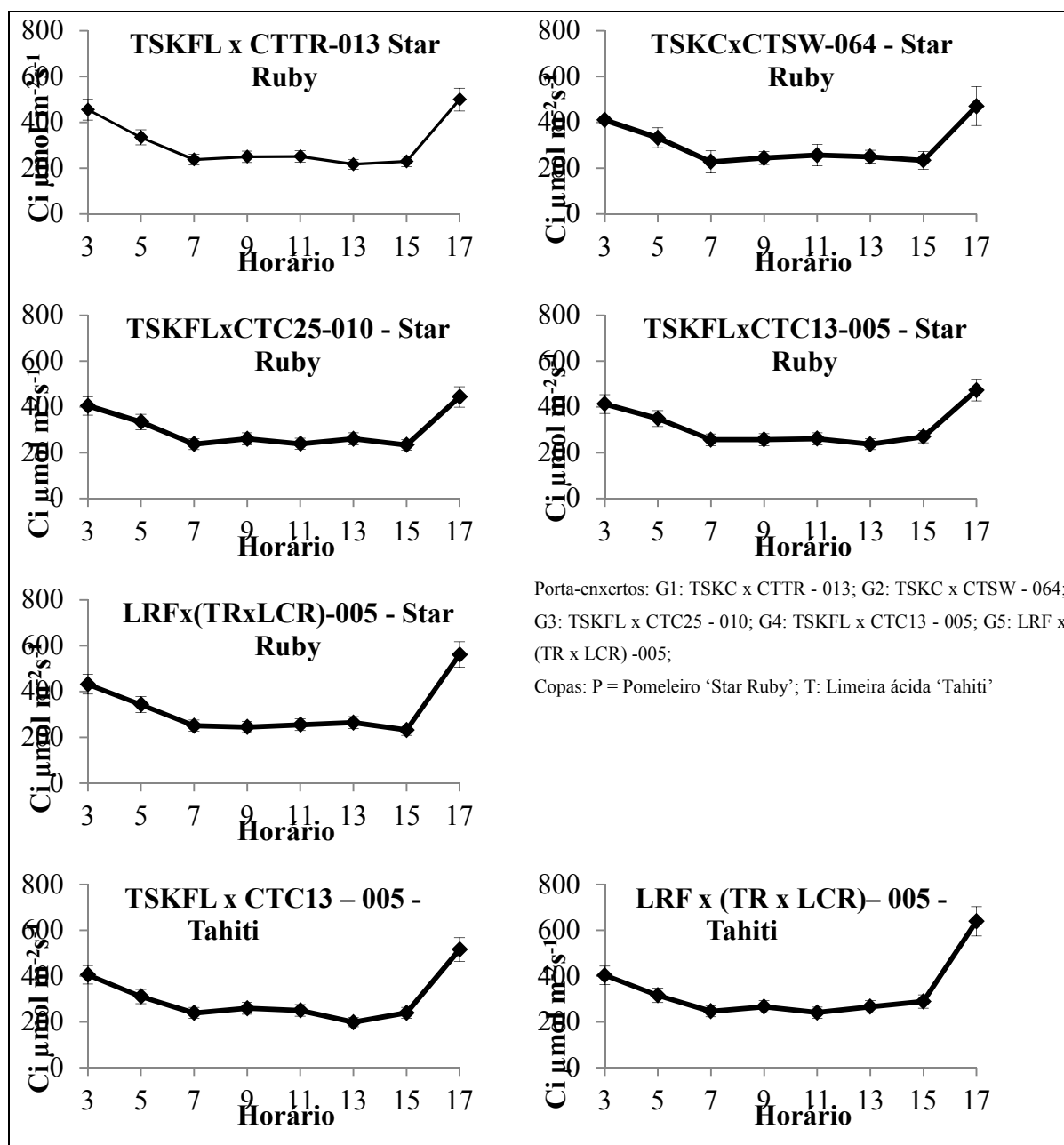


Figura 5 - Concentração interna de CO₂ em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

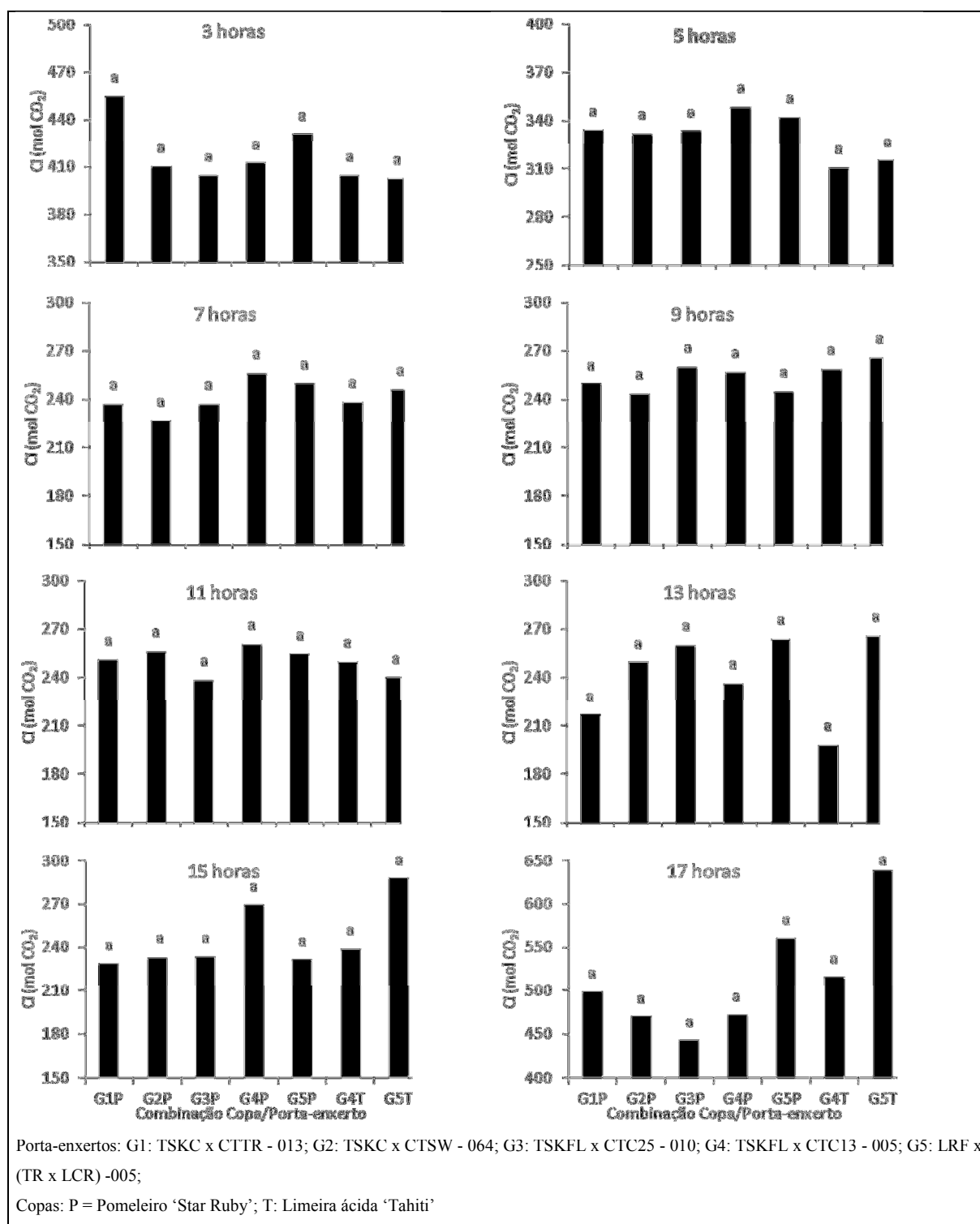


Figura 6 - Teste de agrupamento de médias, Scoot Knoot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enterto para a variável concentração interna de CO₂ (Ci) (mol de CO₂) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

Na condutância estomática, o pico maior foi as 7 horas da manhã, com exceção do genótipo LRF x (TR X LCR)-005 com copa de ‘Star Ruby’ que ocorreu as 9 horas da manhã. Esses resultados dão a entender que o aumento da temperatura exerceu um efeito sinalizador para uma maior abertura dos estômatos e um consequente aumento no fluxo transpiratório deste genótipo.

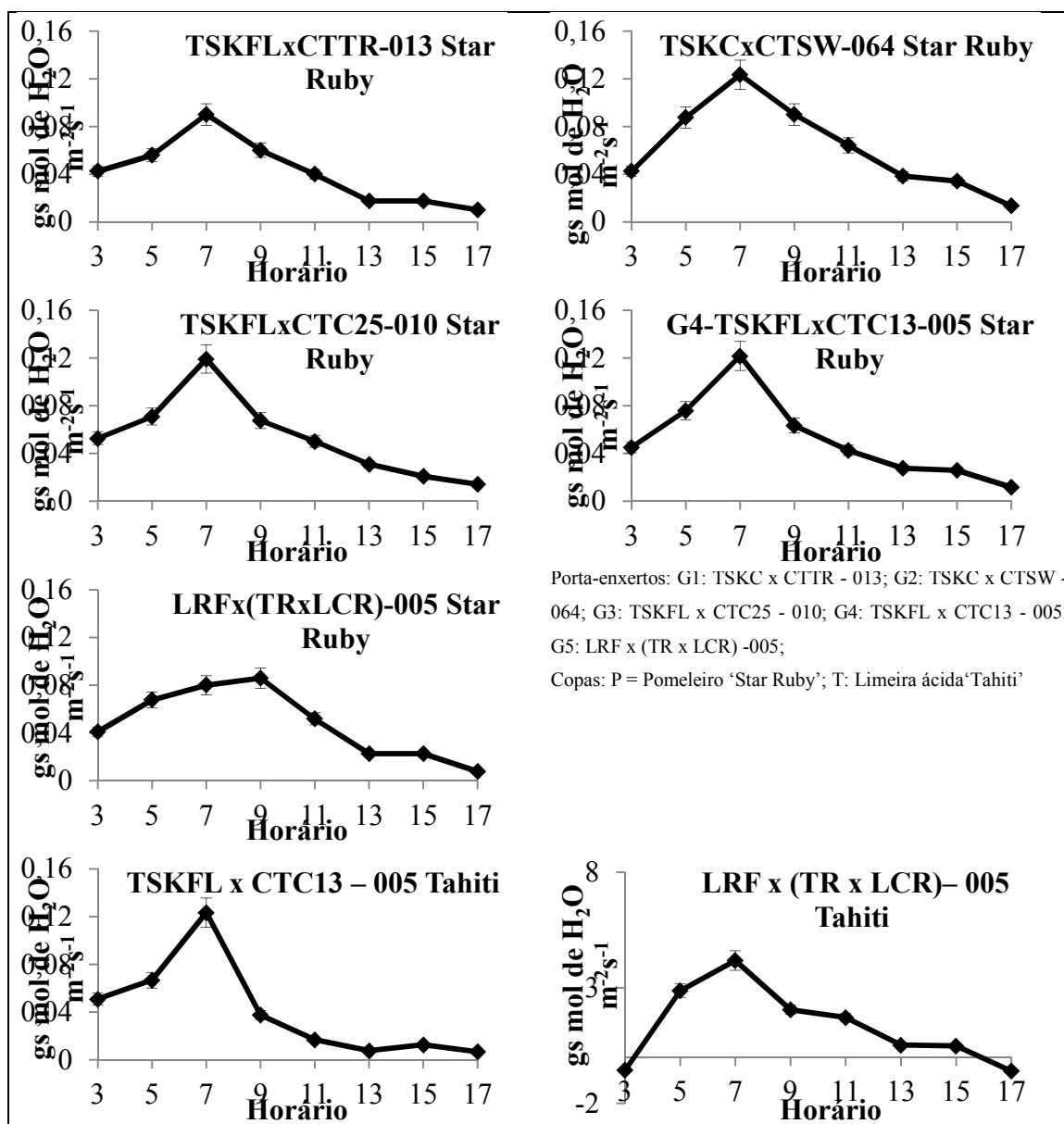


Figura 7 - Condutância estomática em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

Entre as combinações avaliadas, vê-se diferença significativa entre os genótipos nos horários de 7 e 9 horas da manhã, com valores expressivos nos genótipos G2P, G3P, G4P e G4T as 7 horas e G2P e G5P as 9 horas (Figura 7)

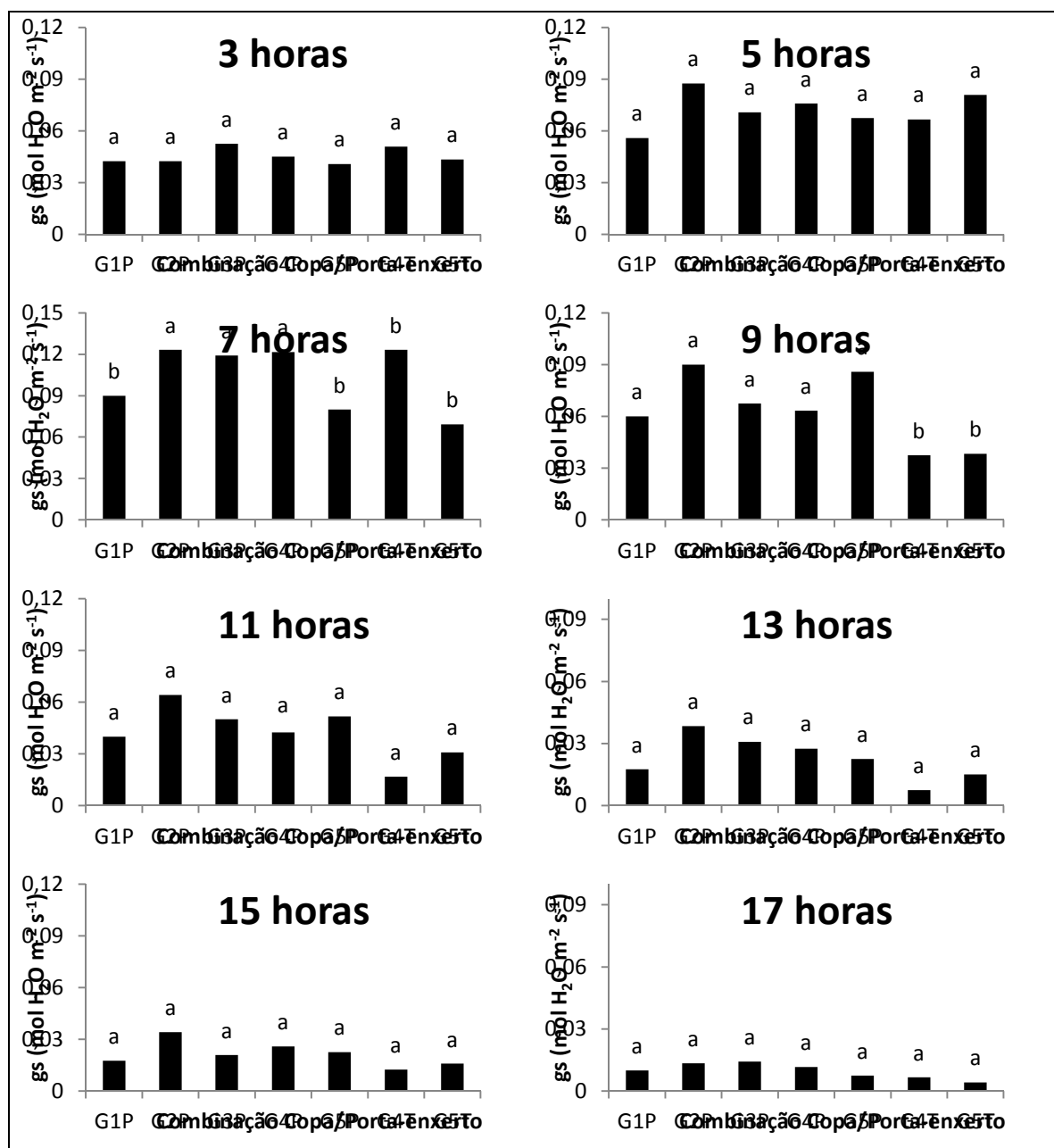


Figura 8 - Teste de agrupamento de médias, Scoot Kroot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto para a variável Condutância estomática ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

Na condutância estomática, o pico maior foi as 7 horas da manhã, com exceção do genótipo LRF x (TR X LCR)-005 com copa de ‘Star Ruby’ que ocorreu as 9 horas da manhã. Esses resultados dão a entender que o aumento da temperatura exerceu um efeito sinalizador para uma maior abertura dos estômatos e um conseqüente aumento no fluxo transpiratório deste genótipo.

Estudando-se a transpiração na Figura 9, verifica-se o comportamento ao longo do dia desta variável para cada combinação copa/porta-enxerto, notando-se os menores valores no início e no final do dia, o que pode ser devido as baixas temperaturas destes horários; a maior transpiração nos horários de 7 horas a 11 horas. O período com temperaturas mais elevadas induz a planta a diminuir a transpiração para evitar a perda de água.

Tal resultado pode ter sido função da maior condutância estomática, o que poderá ser visto na próxima variável. Ademais, verifica-se que os valores de transpiração variaram entre 0,5 e 3 mmol H₂O m⁻² s⁻¹, principalmente entre 8 e 10 horas da manhã. Todavia, ressalta-se que o pico de transpiração foi observado as 7 horas da manhã para as plantas limeira ácida ‘Tahiti’ enxertadas TSKFL x CTC13 – 005, o que demonstra sensibilidade das plantas ao aumento da temperatura, resultado que pode ser atribuído ao porta-enxerto, já que quando se enxertou o ‘Tahiti’ no híbrido LRF x (TR x LCR) – 005, onde se notou o pico de transpiração as 11 horas.

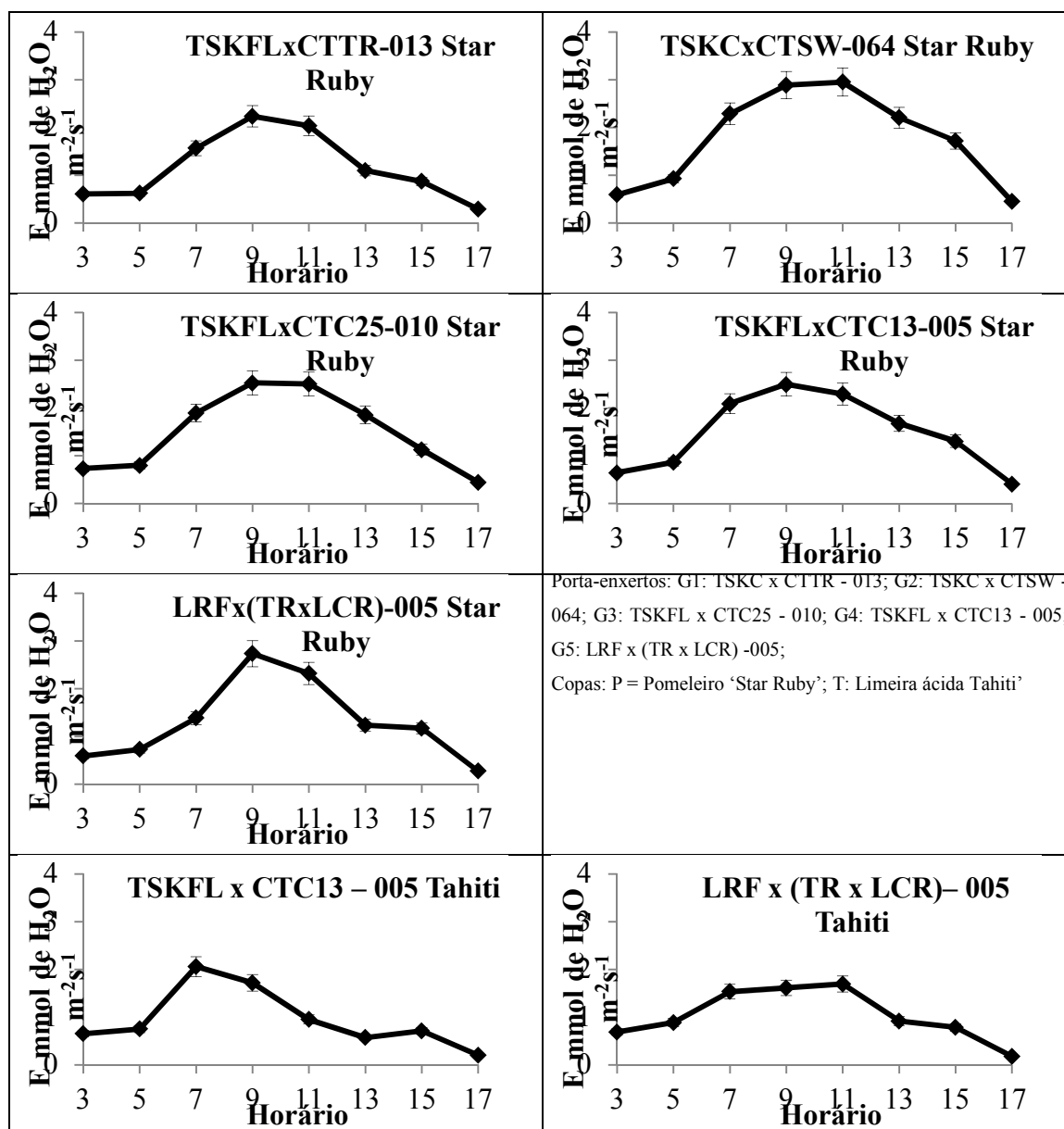


Figura 9 - Condutância estomática em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

Entre as combinações avaliadas, vê-se diferença significativa entre os genótipos nos horários de 7 e 9 horas da manhã, com valores expressivos nos genótipos G2P, G3P, G4P e G4T as 7 horas e G2P e G5P as 9 horas (Figura 9).

Taiz & Zeiger (2009) reportam que a diminuição na transpiração está associada ao grau de fechamento estomático, que está diretamente relacionado à condutância estomática, mecanismo usado pela planta para manter seu status hídrico. Cavalcante et al. (2001) estudando trocas gasosas, em mudas de maracujazeiro amarelo, constataram que o estresse

hídrico afetou de forma negativa a transpiração das plantas, em nosso trabalho, tal estresse foi devido ao aumento da temperatura e incidência de radiação durante o dia.

Complementando o estudo da transpiração, nota-se que não houve diferença significativa nos horários de 3, 5, 7, 15 e 17 horas entre as combinações copa/porta-enxerto. Já nos horários de pico da transpiração, entre 9, 11 e 13 horas, houve diferença significativa entre as variedades copa, pomeleiro ‘Star Ruby’ e limeira ácida ‘Tahiti’, às 9 e 11 horas observa-se maiores taxas de transpiração nos genótipos enxertados com a copa Pomelo. Por outro lado verifica-se, as 13 horas, somente as combinações G2P, G3P e o G4P obtiveram os maiores valores (Figura 10).

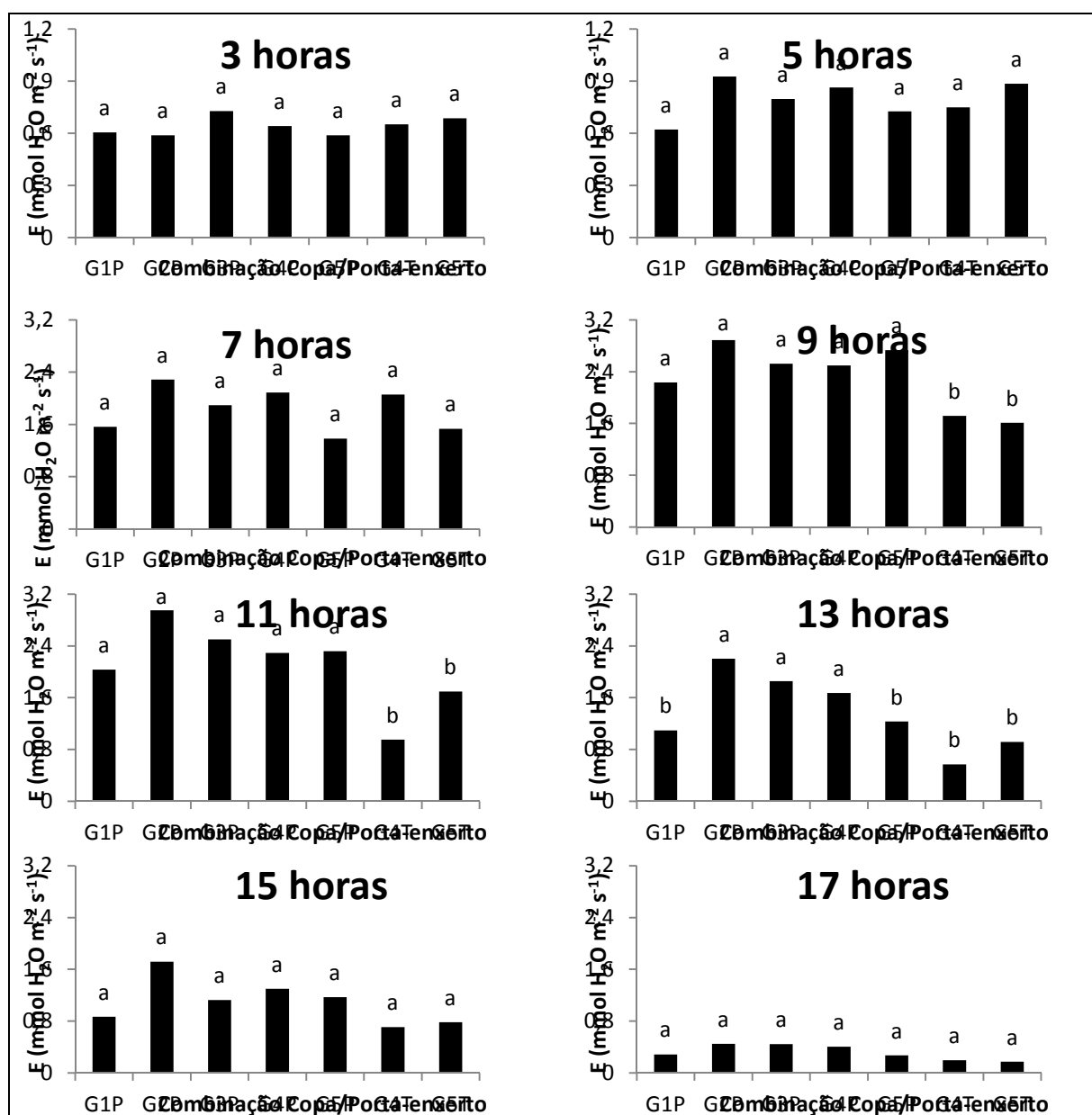


Figura 10 - Teste de agrupamento de médias, Scoot Knoot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto para a variável Condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

Verifica-se o comportamento ao longo do dia da fotossíntese, na combinação copa/porta-enxerto, notando-se que os maiores valores foram observado às 7 horas da manhã, sendo que no genótipo LRF x (TRxLCR)-005 (G5P) a fotossíntese manteve-se constante no período de 7 às 9 horas da manhã (Figura 11).

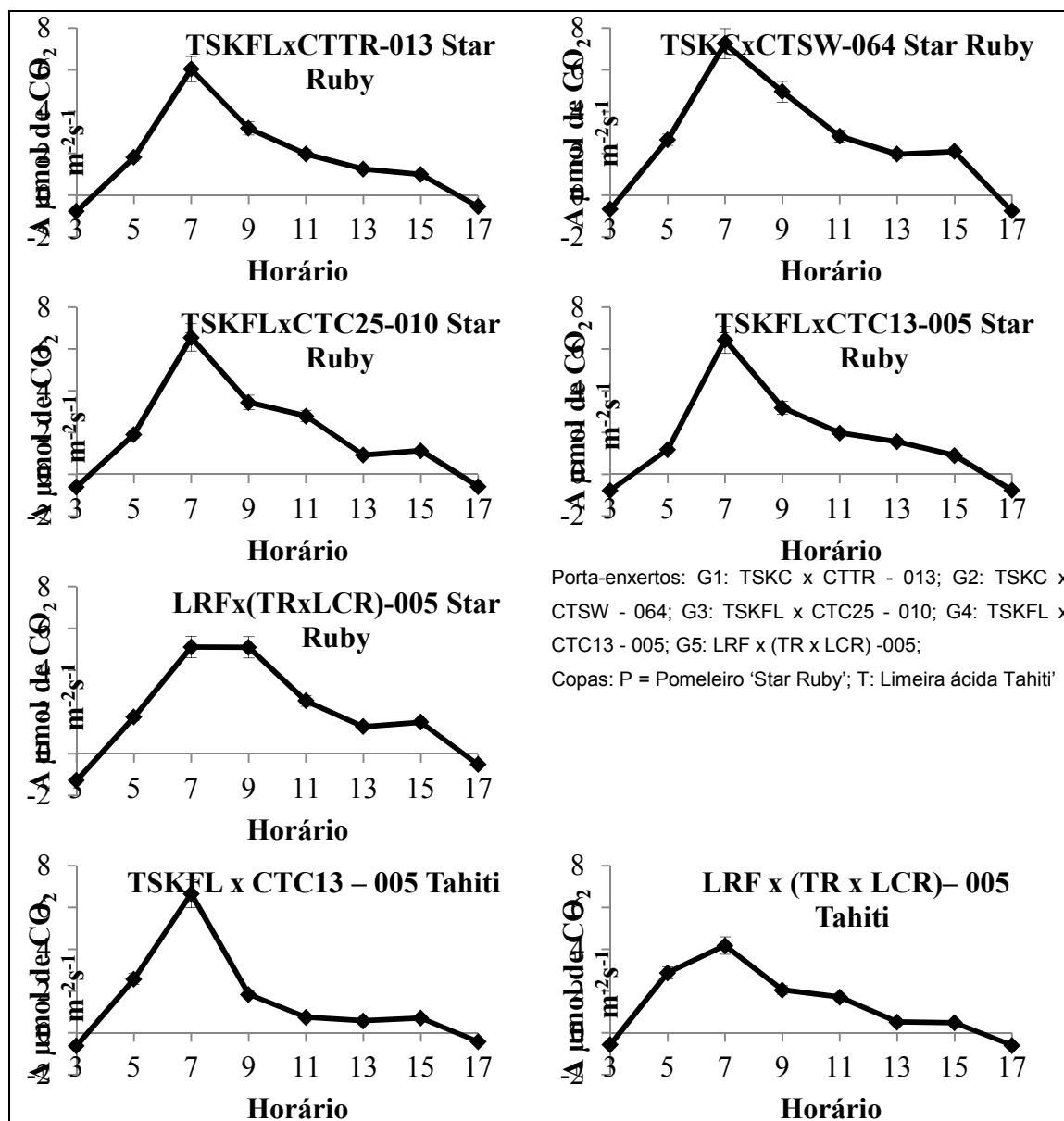


Figura 11 - Fotossíntese em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

Na comparação dos genótipos para avaliar fotossíntese, foi identificado diferença entre as combinações nos horários de 7 e 9 horas, com melhores valores no genótipos G2P, G3P, G4P e G4T as 7 horas e o G2P e G5P as 9 horas (Figura 12).

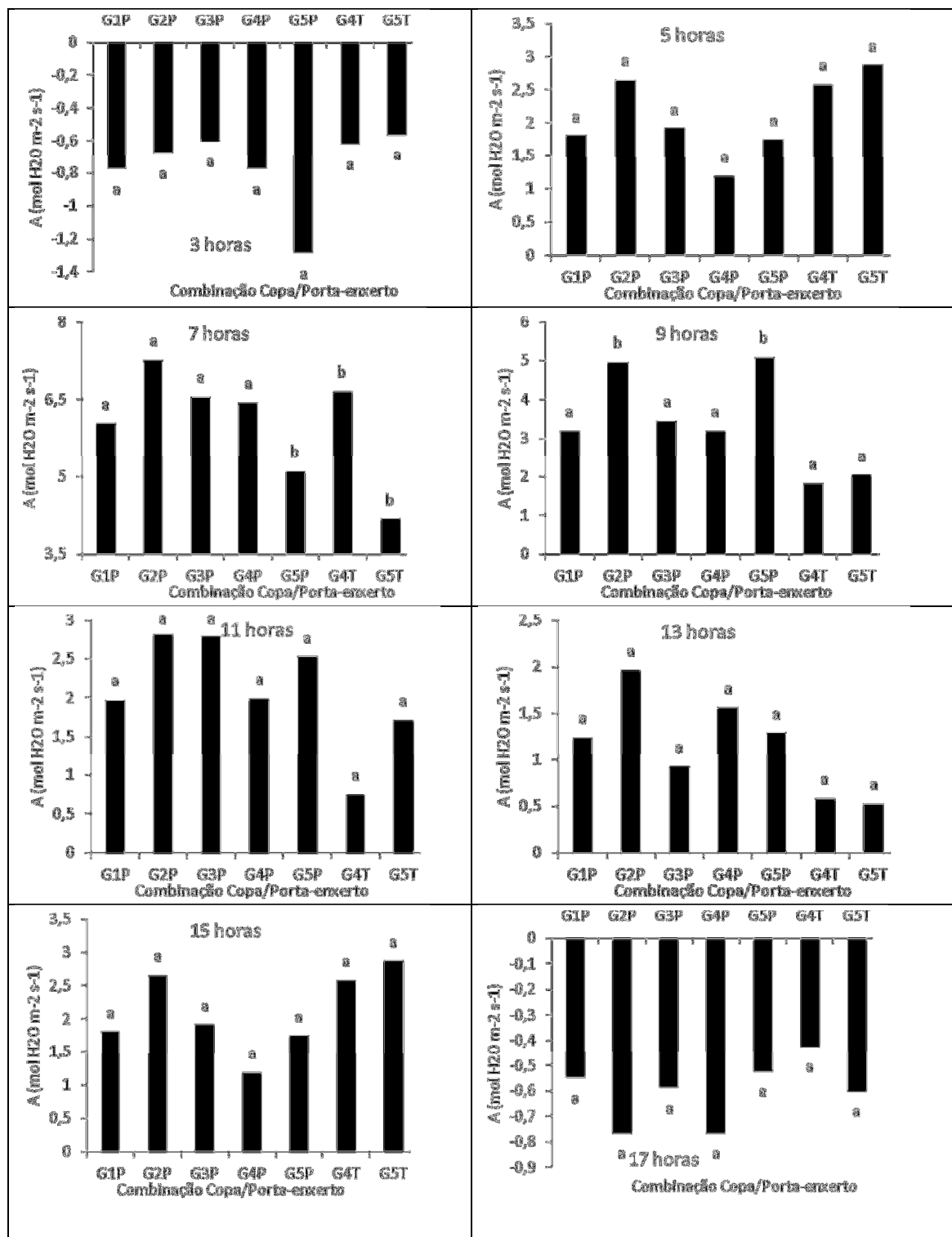


Figura 12 - Teste de agrupamento de médias, Scoot Kroot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto para a variável Fotossíntese ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

Na eficiência instantânea no uso da água observa-se, aumento crescente com o valor máximo as 7 horas, por outro lado EiUA manteve se estabelecida no período de 9 as 15 horas. Diante dessa situação constata-se que os citros se mostraram mais eficientes no uso da água disponível no período de 5 as 7 horas (Figura 13).

Shimazaki et al. (2007) relatam que durante as trocas gasosas, a absorção de dióxido de carbono do meio externo promove perda de água e a diminuição dessa perda também restringe a entrada de CO₂. Essa interdependência expressa pela relação entre a fotossíntese e a transpiração, indica a eficiência no uso da água (EUA), na qual os valores observados indicam a quantidade de carbono que a planta fixa, pela quantidade de água que a planta perde no processo transpiratório (TAIZ & ZEIGER, 2009).

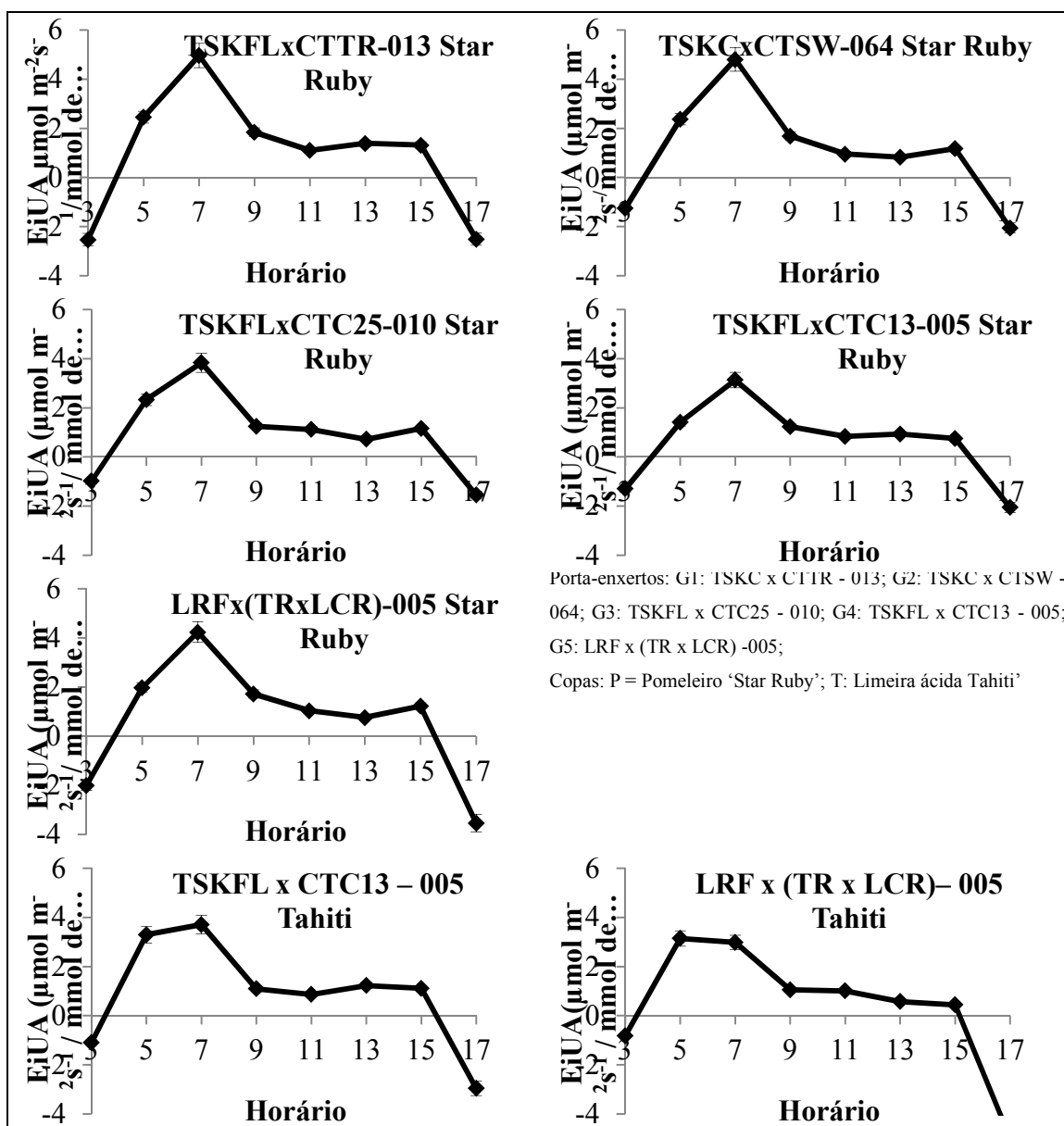


Figura 13 - Eficiência instantânea no uso da água (EUA) em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

Com relação a eficiência instantânea no uso da água (EUA), não houve diferença significativa nos horários de 3, 5, 9, 11, 13, 15 e 17 horas. Já no horário de 7 horas verificou-se diferença significativa com maiores valores no G1P, G2P e G5P (Figura 14).

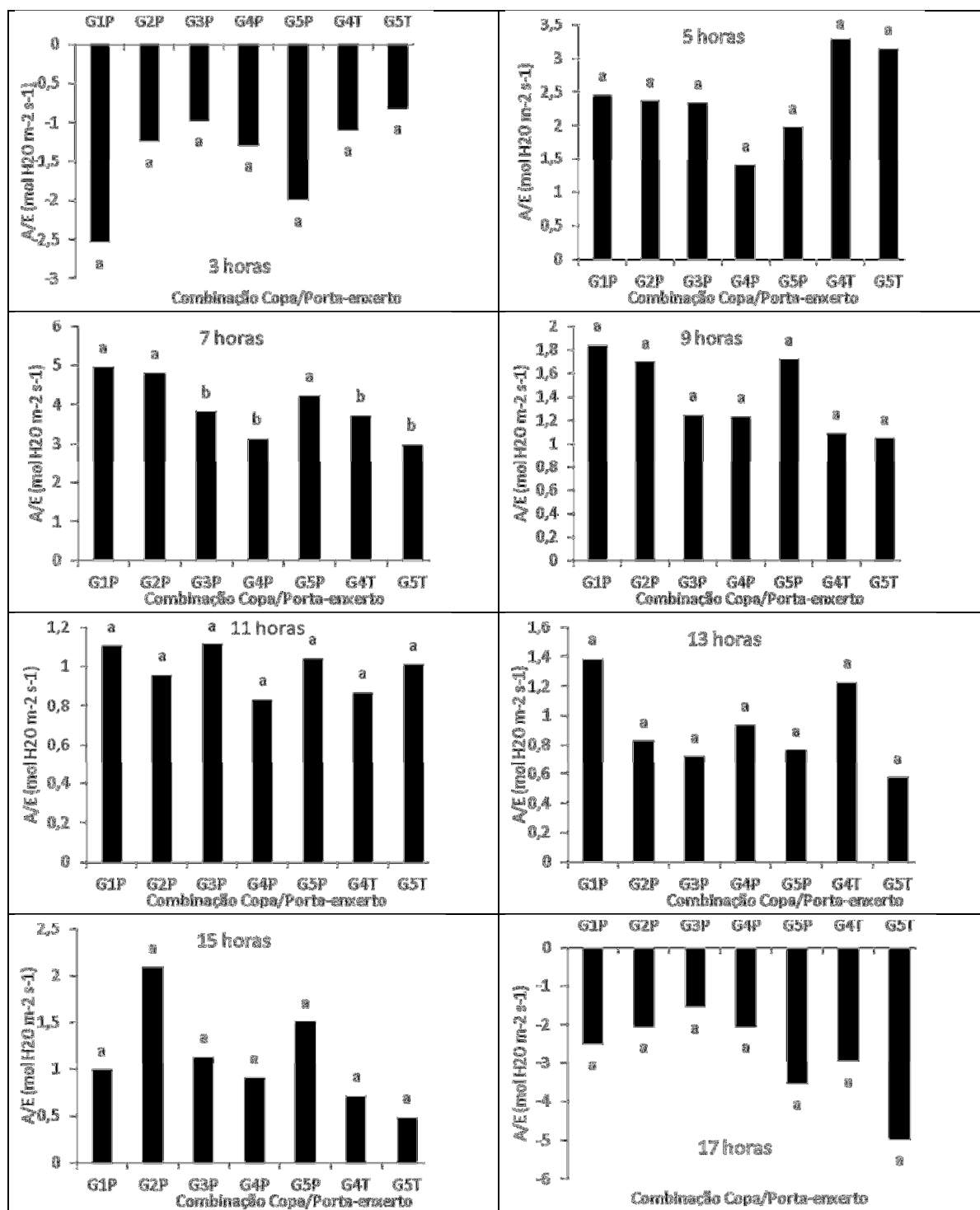


Figura 14 - Teste de agrupamento de médias, Scoot Knot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto para a variável eficiência intrínseca no uso da água (EUA) ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

Para a eficiência instantânea de carboxilação, nota-se comportamento crescente até as 7 horas, decrescendo a partir desse ponto (Figura 15). Esses resultados podem ser explicados pela maior absorção de CO₂ nos genótipos acarretando maior eficiência na fotossíntese, sendo esta revelada pelo baixo acúmulo de carbono interno.

A atividade fotossintética pode ser afetada por fatores não estomáticos, principalmente os fatores com origem bioquímica (FARQUHAR & SHARKEY, 1982). Esse aspecto pode ser avaliado considerando-se a eficiência da carboxilação (EiC) através da relação (A/Ci) (KONRAD et al., 2005).

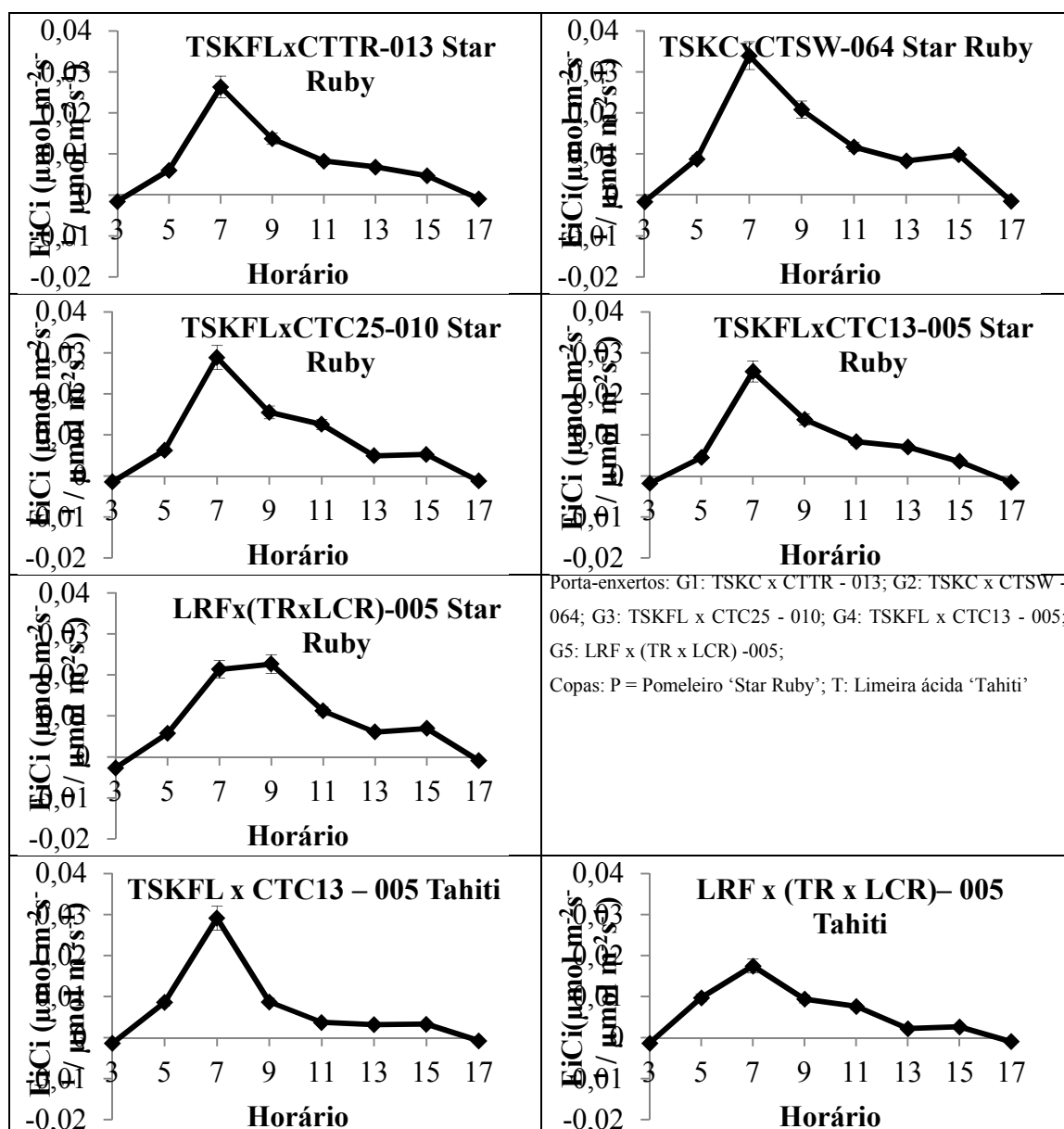


Figura 15 - Eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci) em função do horário para cada combinação copa/porta-enxerto estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

A eficiência instantânea de carboxilação já houve diferença significativa nos horários de 7 e 9 horas da manhã, com maiores valores no G2P, G3P e G4T no horário de 7 hora e G2P e G5P no horário de 9 horas (Figura 16).

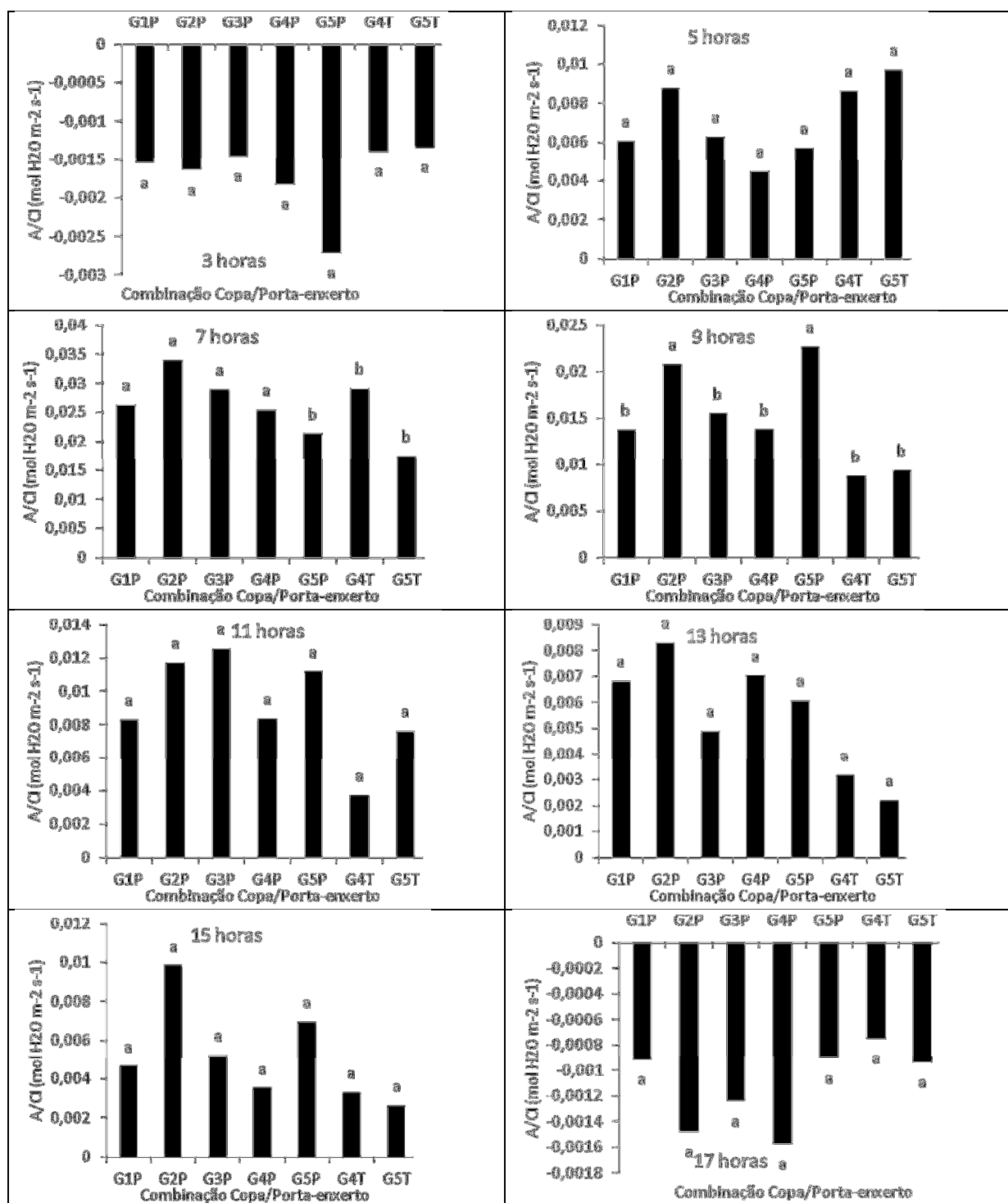


Figura 16 - Teste de agrupamento de médias, Scott Knoot ($p < 0,05$), entre as combinações copa/porta-enxerto para a variável eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) estudada em plantas com 3 anos de idade e no período seco. Catolé do Rocha - PB, 2013.

5 CONCLUSÕES

Independente da combinação copa/porta-enxerto, as taxas máximas de condutância estomática, fotossíntese líquida, eficiência instantânea do uso da água e eficiência de carboxilição, ocorrem as 7 horas da manhã.

As combinações copa/porta-enxerto, G2P(TSKFL x CTC25-010), G5P(TSKFL x CTTR-013) e G4T(TSKFL x CTC13-005), obtiveram melhores valores fisiológicos, sendo estes um aspecto relevante para a escolha de combinações adaptadas para o semiárido da Paraíba.

A combinação do Limeira ácida 'Tahiti' e o Pomeleiro 'Star Ruby' possuem potencial para o semiárido devido o seu melhor comportamento fisiológico e à maior eficiência quanto ao uso de água.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. 300p. (**Irrigation and Drainage Paper, 56**).
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J.A. **A qualidade da água na irrigação do trópico semi-árido - um estudo de caso**. In: Seminário Franco-Brasileiro de Pequena Irrigação. Recife, Anais... Recife: CNPq, SUDENE, 1995, p.147-153.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1999. 184 p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- BOMAN, B. Citrus: understanding its irrigation requirements. **Irrigation Journal**, v.16, n.2, p.8-11, 1996.
- BORGES, A. C. G.; COSTA, V. M. H. de M. A evolução do agronegócio citrícola paulista e o perfil da intervenção do estado. **Revista Uniara**, Araraquara, n. 17/18, p. 101-123, 2006.
- BOTA, J.; MEDRANO, H.; FLEXAS, J. Is photosynthesis limited by decreased Rubisco activity and RuBP content under progressive water stress? **New Phytologist**, v.162, p.671–681, 2004.
- BRITO, M.E.B. Tolerância de Genótipos de citros ao salinidade. Campina Grande, 2010, Tese (Doutorado), Universidade Federal de Campina Grande.
- CARVALHO, L.M.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas**: relações com luz, estresse e insetos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 1999.
- CARVALHO, S. A.; GRAF, C. C. D.; VIOLANTE, A. R. Produção de material básico e propagação. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M. e POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. p. 279-316.
- CAVALCANTE, V. M. T.; MAIA, L. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, V. F. Respostas fisiológicas em mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims. F. Flavicarpa DERG.*) inoculadas com fungos micorrizicos arbusculares e submetidos a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasilica**. São Paulo, v. 15, n. 3. p. 379-390, 2001.
- CHARTZOULAKIS, K.; KLAPAKI, G. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. **Scientia Horticulturae**, v.86, p.247-260, 2000.

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, 2000.

COELHO, E. F.; Coelho Filho, M. A.; Simões, W. L.; Coelho, Y. S. **Irrigação em citros nas condições do nordeste do Brasil**. *Laranja*, v.27, n.2, p.297-320, 2006.

FARQUHAR, G.D.; SHARKEY, T.D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.33, p.317-345, 1982.

GLEEN, D.M., SCORZA, R. BASSETT, C. Physiological and morphological traits associated with water use efficiency in the willow-leaf peach. **Hortscience.**, v.35,n.7, p.1241-43, 2000.

GRAZIANO, J. R. Normas para produção de muda certificada de citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.19, n.2, p. 411-421, 1998.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal. Culturas temporárias e permanentes (2010)**.Rio de Janeiro: IBGE, 91p, 2011.

JAYAPRAKASHA, G.K.; PATIL, B. S. In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. **FoodChemistry**, v. 101, 410–418, 2007.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Editora Guanabara Koogan S. A., Rio de Janeiro, 2004, 452 p.

KLEIN, J. Efeito de protetor físico com diferentes filtros na germinação, no desenvolvimento inicial e nas trocas gasosas de canafístula [*peltophorumdubium*(spreng.) Taub] provenientes da sementeira direta. IN: **Tese – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu**, 2009. 114 p.

KLIMCZAK, I.; MALECKA, M.; SZLACHTA, M.; GLISZCZYNSKA-SWIGLO A. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices.**JournalofFoodCompositionandAnalysis**, v. 20, p. 313–322, 2007.

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

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.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**, traduzido por: Prado, C. H. B. A., ed. RiMa, São Carlos, 2004.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D. de; PIO, R. S.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005. 929p.

MEDINA, C. L.; CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. Citros. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. (Ed.). **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia dos cultivos**. 1. Ed. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2008. p. 498-516.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; PEREIRA, F. C.; KALAKI, R. B. **O Retrato da Citricultura Brasileira**. Ribeirão Preto: Markestrat, 2010. 137 p. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com.br/exportadores-citricos/saiba-mais/o-retrato-da-citricultura-brasileira-189513-1.asp>>. Acesso em: 30/03/2012.

NGUYEN, H. T.; BABU, R. C.; BLUM, A. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerations. **Crop Science**, v. 37, p. 1426-1437, 1997.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleira submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.13, n.1, p.75-87, 2001.

OLIVEIRA, T.M; VILLELA, D. C; MICHELI, F; COSTA, M.G.C. Identificação de mecanismos de resposta adaptativa à seca em citros baseada em análise *in silico* do transcriptoma. 54º Congresso Brasileiro de Genética, 2008, Salvador - BA ISBN 978-85-89109-06-2 **Anais...**

PAZ, V.P. da S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.4, n.3, p. 465-473, 2000.

PIMENTEL, C.; ABOUD, A. C de S.; ROY-MAUCALEY, H.; DIOUF, O.; SARR, B. Tolerância protoplasmática foliar à seca, em dois genótipos de caupi cultivadas em campo. **Rev. Univ. Rural, Ser. Cienc. Vida**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 07-14, 2002.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: RODRIGUES, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A. A. **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.264-280.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; BLUMER, S. Morfologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M. e POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**.Campinas: InstitutoAgronômico e Fundag, 2005. p. 107-123.

REZENDE, C. F. A.; FERNANDES, E. P.; SILVA, M. F. da; LEANDRO, W. M. Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas cítricas cultivadas em ambiente protegido. **BioscienceJournal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 367-375, 2010.

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.

SCHOLES, J.D.; HORTON, P. Photosynthesis and chlorophyll fluorescence: Simultaneous measurements. In: **Methods in comparative plant ecology**. Chapman and Hall, London, 1993.252p.

SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. R.; PIO, R. M. e POMPEU JUNIOR, J. (Ed). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p. 317-344.

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.

SIQUEIRA, D.L., VASCONCELLOS, J.F.F., Dias, D.C.F.S., Pereira, W.E. 2002. Germinação de sementes de porta-enxertos de citros após o armazenamento em ambiente refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 24: 317-322.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2004. 719p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: ArtMed, 2009. 819p.

TATAGIBA, S. D. Crescimento inicial, trocas gasosas e status hídrico de clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. IN: **Dissertação**, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal. Espírito Santo, 2006, 128 p.

TECCHIO, M. A.; LEONEL, S; LIMA. C. P.; VILLAS BOAS, R. L.; ALMEIDA, E. L. P.; CORRÊA, J. C. Crescimento e acúmulo de nutrientes no porta-enxerto citrumelo 'Swingle', cultivado em substrato. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 1, p. 37-44, 2006.

TESTER, M., DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.

THOMAS, D.S.; EAMUS, D.; SHANAHAN, S. Influence of season, drought and xylem ABA on stomatal responses to leaf-to-air vapour pressure difference of trees of the Australian wet-dry tropics. **Australian Journal of Botany**, v.48: p.143-151, 2000.

VERSLUES, P.E.; AGARWAL, M.; KATIYAR-AGARWAL, S.; ZHU, J.; ZHU, J.K. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. **The Plant Journal**, v. 45, p. 523–539, 2006.

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 2005.

VIEIRA, D.B. Irrigação de citros. In: Rodriguez, O.; Viegas, F.; Pompeu Júnior., J. & Amaro, A.A. **Citricultura Brasileira**, 2ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p.519-541.