



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

## Dissertação de Mestrado

TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE CITROS  
AO ESTRESSE HÍDRICO NA FASE DE  
FORMAÇÃO DE PORTA-ENXERTO

JANIVAN FERNANDES SUASSUNA

Biblioteca UFCEG

SMBC\_CDSA

CAMPUS DE SUMÉ

Reg.10291/12

Campina Grande  
Paraíba

143.3)

t



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**



**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**  
**MESTRADO**

**TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE CITROS**  
**AO ESTRESSE HÍDRICO NA FASE DE FORMAÇÃO**  
**DE PORTA-ENXERTO**

**DISSERTAÇÃO**

**JANIVAN FERNANDES SUASSUNA**

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA**

**Fevereiro, 2011**

JANIVAN FERNANDES SUASSUNA

Licenciado em Ciências Agrárias

**TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE CITROS  
AO ESTRESSE HÍDRICO NA FASE DE FORMAÇÃO  
DE PORTA-ENXERTO**

Orientador (es): Prof. Dr. **PEDRO DANTAS FERNANDES**  
Prof. Dr. **RONALDO DO NASCIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento das exigências para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola.

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA  
Fevereiro, 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

S939t

Suassuna, Janivan Fernandes

*Tolerância de Genótipos de Citros ao Estresse Hídrico na Fase de Formação de Porta-Enxerto* / Janivan Fernandes Suassuna. — Campina Grande, 2011.

118 f.: il.; col.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientadores: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes, Prof. Dr. Ronaldo do Nascimento.

Referências.

1. Citrus spp. 2. Deficiência Hídrica. 3. Crescimento. 4. Trocas Gasosas. 5. Irrigação. I. Título.

CDU – 631.671(043)



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



## PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Janivan Fernandes Suassuna

### TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE CITROS AO ESTRESSE HÍDRICO NA FASE DE FORMAÇÃO DE PORTA-ENXERTO

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Pedro Dantas Fernandes  
Dr. Pedro Dantas Fernandes – Orientador

Aprovado c/distinção

Ronaldo do Nascimento  
Dr. Ronaldo do Nascimento – Orientador

Aprovado com distinção

Alberto Soares de Melo  
Dr. Alberto Soares de Melo – Examinador

Aprovado c/distinção

Marcos Eric Barbosa Brito  
Dr. Marcos Eric Barbosa Brito – Examinador

Aprovado com distinção

FEVEREIRO 2011

*A meus pais, 'Cesídio' e 'Cida', por todo apoio e esforço no sentido de me proporcionarem o melhor em educação, através dos exemplos de perseverança, dedicação, honestidade e compromisso, "segurando-me a mão" em momentos difíceis e comemorando comigo os momentos de conquista e alegrias.*

## **DEDICO**

UFCC - BIBLIOTECA

*A meu saudoso irmão 'Josivan' (Divan) (in memorian), pela amizade, incentivo e apoio incondicional em incontáveis momentos e, em especial, pela lição deixada por meio do exemplo de vida simples e intensamente feliz que viveu junto a nós. Certamente está feliz com esta conquista, pela qual torcia deus inequívoca contribuição nos passos iniciais de minha caminhada de estudos.*

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

*A DEUS, criador e gestor de todas as coisas, por escrever sempre um roteiro maravilhoso para minha vida e por me permitir encontrar pessoas incríveis que contribuíram, fundamentalmente, para minhas conquistas, vencendo as dificuldades junto comigo;*

*A meus pais, irmãos e demais familiares, por me apoiarem e confiarem nos meus ideais, pois sem essa base todos os caminhos se tornam mais longos e pedregosos;*

*Aos meus orientadores e amigos, Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes e Prof. Dr. Ronaldo do Nascimento, pela inestimável contribuição à minha vida acadêmica influenciando decisivamente, também, no meu crescimento humano e profissional;*

*Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), pelo acolhimento e oportunidade de realização deste curso, onde tive oportunidade de conhecer pessoas e profissionais que admiro, e com os quais criei fortes laços ;*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo;*

*À parceria mantida com o Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura Tropical e Programa de Melhoramento Genético de Citros, especificamente à pessoa do Dr. Walter dos Santos Soares Filho, pela disponibilidade em contribuir com o desenvolvimento desta e de outras pesquisas aqui realizadas;*

*À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFCG e aos professores, pelos ensinamentos e experiências adquiridas, permitindo-me espelhar um pouquinho em cada um deles;*

*Aos secretários do curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, nas pessoas de Elaine, Cida e Gilson, assim como aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) pelo auxílio prestado;*

*À estudante de graduação Kalyne Sonale, bolsista de iniciação científica, por sua contribuição incontestável na realização da pesquisa, atuando com muita eficiência, responsabilidade e compromisso;*

*Aos amigos: Marcos Eric, Alberto Melo, Gilberto Neto, Reginaldo Nobre, Ana Cristina, pessoas indispensáveis pelo convívio e contribuições valiosas para o sucesso do trabalho;*

*Aos amigos: Ana Keliane, Walber Moraes, Fred Soares, Karina Guedes, Cláudio Uyeda, Alan Nunes, Robi Tabolka, Elka, Leandro, , Sebastião Costa, Evami, Ivanildo e Ryvando, pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do trabalho;*

*Aos colegas do curso: Madsom, Amilto, Mônica, Doroteu, Estrela, Francisco Júnior, Epitácio, Socorro, Kleber, Hamilto, Henrique, Rosalve e Silvânia, pelo convívio, familiaridade e união no sentido de construirmos e buscar melhorias no conhecimento e na educação oferecida;*

*Aos amigos do Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Campus IV da UEPB em Catolé do Rocha, nas pessoas de Rosinaldo, Alexson, Ivomberg, Ferraz, Lucimara, Flaviana, Cidynha, Luanna, Wellison, Alane, Isaac, Nariane e Juliete, pela parceria na geração e divulgação de conhecimentos e incentivos, na concretização deste trabalho;*

*Por fim, sou grato a todos que, de alguma forma, contribuíram e foram importantes na realização deste trabalho.*

## ÍNDICE

	Pág.
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE QUADROS</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE APÊNDICES</b> .....	xiv
<b>RESUMO</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	4
2.1. Objetivo geral .....	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	5
3.1. A citricultura no Brasil .....	5
3.2. Uso de porta-enxertos na citricultura .....	6
3.3. Estresse hídrico nas plantas .....	7
3.4. Estresse hídrico em citros.....	9
3.5. Tolerância das plantas ao estresse hídrico.....	10
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
4.1. O experimento.....	12
4.2. Caracterização e localização da pesquisa .....	12
4.3. Instalação e condução do experimento.....	12
4.4. Tratamentos e delineamento estatístico.....	14
4.5. Manejo da irrigação.....	15
4.6. Manejo nutricional e fitossanitário .....	17
4.7. Variáveis analisadas .....	18
4.7.1. Variáveis de crescimento.....	18
4.7.2. Trocas gasosas .....	19
4.7.3. Produção e partição de fitomassa.....	19
4.7.4. Relação raiz/parte aérea (R/PA).....	19
4.7.5. Razão de peso foliar (RPF).....	20
4.8. Classificação dos genótipos.....	20
4.9. Procedimentos estatísticos.....	20
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	22
5.1. Crescimento .....	22
5.1.1. Número de folhas (NF).....	25
5.1.2. Altura de plantas (ALT) .....	33
5.1.3. Taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCRALT).....	41
5.1.4. Diâmetro do caule (DC) .....	46
5.1.5. Taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC).....	54
5.1.6. Comprimento da raiz principal (CRP).....	58
5.2. Trocas gasosas .....	59
5.2.1. Condutância estomática (gs).....	60
5.2.2. Transpiração (E).....	61
5.2.3. Taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> (A).....	63
5.2.4. Eficiência intrínseca do uso da água (EUA).....	65
5.2.5. Concentração interna de CO <sub>2</sub> (Ci).....	66

	Pág.
5.2.6. Eficiência instantânea da carboxilação (EiC) .....	67
5.3. Fitomassa e índices de crescimento .....	70
5.3.1. Fitomassa total (FST) .....	70
5.3.2. Fitomassa da parte aérea (FSPA) .....	71
5.3.3. Fitomassa foliar (FSF) .....	73
5.3.4. Fitomassa do caule (FSC) .....	74
5.3.5. Fitomassa da raiz (FSR) .....	74
5.3.6. Relação raiz/parte aérea (R/PA) .....	76
5.3.7. Razão de peso foliar (RPF) .....	78
5.3.8. Partição de fitomassa .....	79
5.4. Classificação dos genótipos pelo critério de rendimento relativo .....	80
5.5. Classificação dos genótipos pelo critério de sobrevivência .....	81
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>82</b>
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>84</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>92</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

Pág.

<b>Tabela 1.</b> Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT) (cm), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) (mm) em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (MH), na Etapa A, com estresse de 50% da CC. Campina Grande, 2010.....	23
<b>Tabela 2.</b> Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT) (cm), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) (mm) em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (MH), na Etapa B, com estresse hídrico de 25% da CC. Campina Grande, 2010.....	24
<b>Tabela 3.</b> Número médio de folhas de genótipos de porta-enxertos de citros, para o fator manejo hídrico (Sem estresse – S.E. e Com estresse – C.E.) em diferentes épocas, na Etapa A, com estresse hídrico de 50% da CC. Campina Grande, 2010.....	26
<b>Tabela 4.</b> Resumo da análise de variância para as taxas de crescimento em altura de plantas (TCRALT) em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN), sob dois manejos hídricos (MH), nas duas etapas da pesquisa (A: 75 – 135 DAS e B: 150 – 210 DAS) com estresses de 50 e 25% da CC, respectivamente. Campina Grande, 2010.....	41
<b>Tabela 5.</b> Médias de diâmetro do caule (mm) entre os genótipos de porta-enxertos de citros, para o fator manejo hídrico (Sem estresse – S.E. e Com estresse – C.E.) em diferentes épocas, na Etapa A, com estresse hídrico de 50% da CC. Campina Grande, 2010.....	46
<b>Tabela 6.</b> Resumo da análise de variância para as taxas de crescimento em diâmetro do caule (TCRDC), em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN), sob dois manejos hídricos (MH), nas etapas A e B, com estresse hídrico de 50 e 25% da CC, respectivamente. Campina Grande, 2010.....	54
<b>Tabela 7.</b> Taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule ( $\text{mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), em função dos genótipos de porta-enxertos, na segunda etapa da pesquisa (150 – 210 DAS). Campina Grande, 2010.....	58
<b>Tabela 8.</b> Comprimento médio da raiz principal (CRP) (cm) em função dos genótipos de porta-enxertos de citros Campina Grande, 2010. ....	59
<b>Tabela 9.</b> Resumo da análise de variância para as variáveis fisiológicas: condutância estomática ( $g_s$ ), transpiração ( $E$ ), taxa de fotossíntese líquida ( $A$ ), eficiência intrínseca do uso da água ( $EUA - A/E$ ), concentração interna de $\text{CO}_2$ ( $C_i$ ) e eficiência instantânea da carboxilação ( $EiC - A/C_i$ ), em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (MH). Campina Grande, 2010.....	60
<b>Tabela 10.</b> Testes de médias para as variáveis fisiológicas: condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de fotossíntese líquida ( $A$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), eficiência intrínseca do uso da água ( $EUA - A/E$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$ ] e eficiência instantânea da carboxilação ( $EiC - A/C_i$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$ ] em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (Sem estresse – S.E. e Com estresse – C.E.), na etapa A da pesquisa, com estresse de 50% da CC. Campina Grande, 2010.....	69

Pág.

<b>Tabela 11.</b> Resumo da análise de variância nas variáveis fitomassa total (FST), da parte aérea (FSPA), da folha (FSF) do caule (FSC), da raiz (FSR), relação raiz/parte aérea (R/PA) e razão de peso foliar (RPF) em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (MH). Campina Grande, 2010.....	70
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## ÍNDICE DE QUADROS

Pág.

<b>Quadro 1.</b> Características químicas do substrato utilizado na produção dos porta-enxertos cítricos. <i>Campina Grande, 2010.</i> .....	13
<b>Quadro 2.</b> Relação de genótipos (variedades e híbridos) de porta-enxertos de Citros tradicionais e selecionados pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical – PMG Citros, submetidos ao estresse hídrico. <i>Campina Grande, 2010.</i> .....	14

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Recipiente usado na produção dos porta-enxertos (A), detalhe da sementeira (B) e porta-enxertos de citros após desbaste de plantas (C). Campina Grande, 2010. ....	13
<b>Figura 2.</b> Visão geral do experimento com genótipos de citros submetidos a estresse hídrico. Campina Grande, 2010. ....	15
<b>Figura 3.</b> Pesagem do tubete + planta para cálculo do volume a ser irrigado (A) e manejo da irrigação com uso de bekers (B), em genótipos de citros submetidos a estresse hídrico. Campina Grande, 2010. ....	16
<b>Figura 4.</b> Representação gráfica das médias mensais de temperatura no interior do viveiro de produção de mudas. Campina Grande, 2010. ....	17
<b>Figura 5.</b> Teste de médias para o número de folhas (NF) aos 75 e 135 dias após sementeira (DAS) comparando os porta-enxertos de citros estudados sob estresse hídrico. Campina Grande, 2010. ....	27
<b>Figura 6.</b> Teste de médias para o número de folhas (NF) aos 210 dias após sementeira (DAS) comparando os porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídrico (sem estresse – S.E. e com estresse – C.E.) . Campina Grande, 2010. ....	29
<b>Figura 7.</b> Número de folhas ao longo do tempo nos dez porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010. ....	32
<b>Figura 8.</b> Dessecamento, enrolamento e abscisão foliar em limoeiro ‘Volkameriano’ ( <i>C. volkameriana</i> V. Tem. & Pasq.) em resposta ao estresse hídrico. Campina Grande, 2010. ....	33
<b>Figura 9.</b> Teste de médias para a altura de plantas (ALT) aos 135 (A) e 210 dias após sementeira (DAS) (B) comparando os porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (sem estresse – S.E. e com estresse – C.E.) . Campina Grande, 2010. ....	37
<b>Figura 10.</b> Altura de plantas ao longo do tempo nos dez porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.) Campina Grande, 2010. ....	40
<b>Figura 11.</b> Teste de médias para taxa de crescimento relativo em altura de plantas de 75 a 135 dias após sementeira (DAS) comparando os manejos hídricos (A) e os porta-enxertos de citros estudados. Campina Grande, 2010. ....	43
<b>Figura 12.</b> Teste de médias para taxa de crescimento relativo em altura de plantas de 150 a 210 dias após sementeira (DAS) comparando os os porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010. ....	45
<b>Figura 13.</b> Teste de médias para o diâmetro de caule (DC) aos 75 e 135 dias após sementeira (DAS) comparando os porta-enxertos de citros estudados sob estresse hídrico. Campina Grande, 2010. ....	48

- Figura 14.** Teste de médias para o diâmetro do caule (DC) aos 210 dias após semeadura (DAS) comparando os os porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010. .... 50
- Figura 15.** Diâmetro do caule ao longo do tempo nos dez porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010. .... 53
- Figura 16.** Teste de médias para taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule de 75 a 135 dias após semeadura (DAS) comparando os manejos hídricos (A) e os porta-enxertos de citros estudados. Campina Grande, 2010. .... 56
- Figura 17.** Teste de médias para taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule de 150 a 210 dias após semeadura (DAS) comparando os manejos hídricos (A) e os porta-enxertos de citros estudados. Campina Grande, 2010. .... 57
- Figura 18.** Fitomassa total (FST) (A), fitomassa da parte aérea (FSPA) (B), fitomassa da folha (FSF) (C), fitomassa do caule (FSC) (D) e fitomassa da raiz (FSR) (E) em porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (sem estresse – S.E. e com estresse – C.E.). Campina Grande, 2010. .... 76
- Figura 19.** Relação raiz/parte aérea (R/PA) (A), razão de peso foliar (RPF) (B) e partição de fitomassa (C e D), em porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010. .... 80

## ÍNDICE DE APÊNDICES

	Pág.
<b>Apêndice 1.</b> Características químicas do substrato usado na produção dos porta-enxertos de citros no final do experimento. Campina Grande, 2010. ....	93
<b>Apêndice 2.</b> Teste de médias para o número de folhas em diferentes épocas, em genótipos de porta-enxertos de citros sob estresse hídrico. Campina Grande, 2010. ....	94
<b>Apêndice 3.</b> Teste de médias para o número de folhas em diferentes épocas, em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (sem estresse – S.E. e com estresse – C.E.). Campina Grande, 2010. ....	95
<b>Apêndice 4.</b> Teste de médias para a altura de plantas (cm) em diferentes épocas, em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (sem estresse – S.E. e com estresse – C.E.). Campina Grande, 2010. ....	96
<b>Apêndice 5.</b> Teste de médias para a altura de plantas (cm) em diferentes épocas, em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010. ....	97
<b>Apêndice 6.</b> Teste de médias para a taxa de crescimento relativo em altura de plantas ( $\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) nas duas etapas, em porta-enxertos de citros (GEN) sob estresse hídrico. Campina Grande, 2010. ....	98
<b>Apêndice 7.</b> Teste de médias para diâmetro do caule (mm) em diferentes épocas, em porta-enxertos de citros (GEN) estudados sob estresse hídrico. Campina Grande, 2010. ....	99
<b>Apêndice 8.</b> Teste de médias para diâmetro do caule (mm) em diferentes épocas, em porta-enxertos de citros (GEN) estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010. ....	100
<b>Apêndice 9.</b> Teste de médias para as variáveis fitomassa total (FST) (g), fitomassa da parte aérea (FSPA) (g), fitomassa foliar (FSF) (g), fitomassa do caule (FSC) (g), fitomassa radicular (FSR) (g), relação raiz/parte aérea (R/PA) e razão de peso foliar (RPF) em porta-enxertos de citros (GEN) estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010. ....	101

## TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE CITROS AO ESTRESSE HÍDRICO NA FASE DE FORMAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS

### RESUMO

No Nordeste brasileiro ocorrem períodos longos e variados de seca, constituindo-se de grande relevância a identificação de materiais genéticos promissores para cultivo em tais condições. Conhecendo-se as funções do porta-enxerto e sua importância para o sucesso da citricultura, inclusive sobre sua influência na tolerância a fatores de estresse, realizou-se este trabalho objetivando-se avaliar a tolerância de genótipos de citros (variedades e híbridos) ao estresse hídrico na fase de formação de porta-enxerto. Para tanto, um experimento em viveiro telado da UFCG, foi realizado, em duas etapas (A e B), no qual os tratamentos foram compostos pela combinação dos fatores, manejo hídrico (MH) e genótipos (GEN). Na etapa A, de 60 a 135 dias após a semeadura (DAS), os tratamentos foram: **MH<sub>1</sub>** - umidade no substrato dos tubetes, correspondente ao nível de 100% do conteúdo hídrico próximo à capacidade de campo (CC) e **MH<sub>2</sub>** - umidade no substrato dos tubetes correspondente ao nível de 50% da CC. Na etapa B, de 136 a 210 DAS, manteve-se o tratamento **MH<sub>1</sub>**, com o substrato próximo à CC em **MH<sub>2</sub>**, intensificou-se o nível de estresse, passando as plantas a receber irrigação no nível 25% da CC. O fator GEN foi constituído de 10 genótipos de porta-enxertos de citros, 'variedades e híbridos' provenientes do Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com um fatorial 2 x 10 e 3 repetições; a parcela foi constituída de 15 plantas, cultivadas individualmente em tubetes de 288 mL de capacidade volumétrica. As intensidades de estresse foram monitoradas diariamente por pesagem dos tubetes, para se avaliar a perda de água. A avaliação do estresse foi concluída individualmente por genótipo, quando começaram a secar e/ou a caírem 50% das folhas das plantas, em mais da metade dos tubetes. Durante o experimento foram avaliadas variáveis de crescimento e fisiológicas. Na coleta final foram realizadas, ainda, avaliações de fitomassa e, mediante análise da fitomassa total, os genótipos foram classificados em moderadamente tolerantes, moderadamente sensíveis e sensíveis ao estresse hídrico. Os dados obtidos foram avaliados por análise de variância e teste 'F' até 5% de probabilidade e análise de comparação das médias pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) para o fator genótipos. O estresse hídrico promoveu alterações nas trocas gasosas, no crescimento e na produção de fitomassa dos porta-enxertos de citros. Os porta-enxertos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTTR-017', 'TSKC x TRENG-264' e 'TSKFL

x LRM-007' são mais promissores para cultivo em condições de baixa disponibilidade hídrica e os genótipos 'LCRSC', 'TSKFL x CTC25-010', 'CTSW', 'LCRC' e 'LVK' não resistiram ao estresse hídrico de 25% da capacidade de campo.

**Palavras - chave:** *Citrus* spp, deficiência hídrica, crescimento, trocas gasosas

## **TOLERANCE OF CITRUS GENOTYPES TO WATER STRESS ON ROOTSTOCKS FORMATION**

### **ABSTRACT**

In Northeast Brazil, long and varied drought periods occur, and it is of great importance to identify promising genetic materials for farming in these conditions. Knowing the rootstock functions and its importance to the success of citrus crops, including its influence on the tolerance of stress factors, a research was carried out aiming to evaluate the tolerance of citrus genotypes (*varieties and hybrids*) to water stress on rootstock formation. For this, an experiment was conducted in the nursery at UFCG, on two stages (A and B), in which the treatments consisted of combinations factor, water management (MH) and genotypes (GEN). On stage A, from 60 to 135 days after sowing (DAS), the treatments were: MH<sub>1</sub> - substrate moisture in the tubes, corresponding to a level of 100% of the water content at field capacity (CC), and MH<sub>2</sub> - substrate moisture in the tubes, corresponding to a level of 50% water content CC. In the stage B, from 136 to 210 DAS, the MH<sub>1</sub> factor with the remained plants in the CC moisture, and in the MH<sub>2</sub> the stress level was intensified, and the plants remained in a moisture of 25% water content CC. The GEN factor consisted of 10 citrus rootstock genotypes, '*varieties and hybrids*'. of the Citrus Genetic Improvement Program. The experimental design was randomized blocks with a 2 x 10 factorial, and three replications; the plot consisted of 15 plants, cultivated individually in plastic tubes of 288 mL of volume capacity. The stress intensity was monitored daily by weighing the tubes, to measure the water loss. When 50% of the plant leaves began to dry and/or fall in more than half of the tubes, the stress evaluation was completed individually by genotype. During the experiment, growth and physiological variables were evaluated. In the final collection, biomass evaluations were performed, and according to the total biomass analysis the genotypes were classified into moderately tolerant, moderately sensitive, and sensitive to water stress. The data were evaluated by variance analysis and test 'F' ( $p < 0.05$ ) and analysis by comparison of averages by Scott-Knott test for genotype factor, to 5 % probability. Water stress provided changes on leaf gas exchange, on growth and biomass production of rootstocks citrus genotypes. The genotypes 'LCRSC', 'TSKFL x CTC25-010', 'CTSW' 'LCRC' and 'LVK' did not survive to water stress of 25% moisture corresponding to field capacity; and rootstocks 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x

CTTR-017', 'TSKC x TRENG-264' and 'TSKFL x LRM-007', are most promising for farming in scarce water availability.

**Key words:** *Citrus* spp, water stress, growth, leaf gas exchange

# 1. INTRODUÇÃO

---

O Brasil se destaca como o maior produtor mundial de laranja (*Citrus sinensis*), com produção direcionada quase que totalmente para o mercado externo de suco concentrado e congelado de laranja (FAO, 2009). No entanto, é grande a diversificação agroclimática do País e as condições particulares de cultivo, o que dificulta uma produção regular das frutas cítricas (CERQUEIRA et. al., 2004).

No contexto da citricultura nacional, o Nordeste brasileiro tem sido a segunda região maior produtora de citros do País, contribuindo com 10,06% da produção de laranja, 4,59% da de tangerina (*Citrus reticulata*) e 13,17% da produção de limão (*Citrus limonia*) (IBGE, 2009). Nesta região, a Paraíba tem se destacado na atividade, assumindo posição de maior produtor de tangerina do Nordeste e o 6º no “ranking” nacional (IBGE, 2009), devido , sobretudo, à exploração da atividade no município de Matinhas, que é o principal polo produtor e responsável por 90% dessa produção (LOPES et al., 2008).

Em se tratando de região semiárida onde há maior possibilidade de ocorrência de estresse hídrico pela falta de água tem-se, na região Nordeste do Brasil, uma limitação à expressão da produtividade potencial das culturas agrícolas. Portanto, em determinadas épocas do ano há limitação de água nessa região decorrente, em parte, da má distribuição das chuvas que, na maioria dos Estados, não supre adequadamente as necessidades hídricas das culturas durante todo o ano (DOORENBOS & KASSAM, 2000), sendo este, portanto, um dos fatores que mais contribuem para a obtenção de baixas produtividades nesta região (CRUZ et al., 2003), fato que induz ao uso de técnicas como a irrigação, a fim de se obter maiores níveis de produtividade.

O estresse nos vegetais, considerado um desvio das condições ótimas de cultivo (TAIZ & ZEIGER, 2009; LARCHER, 2006), pode ter várias causas, dentre elas o déficit hídrico, a temperatura baixa, a salinidade, o fotoperíodo ou o conjunto deles (VESCOVE, 2008). Quanto ao estresse hídrico, Nogueira et al. (2001) explicam que pode ocorrer por excesso ou

por deficiência hídrica. Entretanto, o déficit hídrico é frequentemente considerado o fator mais limitante ao crescimento e desenvolvimento das plantas, ocorrendo em grande extensão de área, principalmente em regiões áridas e semiáridas, as quais se caracterizam pela baixa precipitação pluviométrica e pela irregularidade na distribuição das chuvas (NOGUEIRA et al., 2001; LARCHER, 2006).

Neste contexto, a falta de água no solo limita intensamente o crescimento das espécies vegetais em várias regiões do mundo, tornando-se limitante sobretudo nos períodos de baixa pluviosidade, ocasionando efeitos deletérios que poderão afetar a produtividade (LECHINOSKI et al., 2007). Assim, os autores ressaltam a necessidade de se conhecer os mecanismos fisiológicos e bioquímicos de resposta de cada espécie a esse tipo de estresse e concluem que todos os fatores ambientais que interferem no mecanismo de absorção e assimilação de água e nutrientes, têm influência negativa sobre o metabolismo das plantas, diminuindo o crescimento e a produtividade das culturas.

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). Segundo esses autores, especificamente nessas espécies se resalta 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 (MATTOS JUNIOR et. al., 2005).

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 Nordeste brasileiro 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.

Neste contexto, porta-enxertos tolerantes a fatores causadores de estresse na formação dos pomares, têm sido considerados boa estratégia, inclusive como medida de controle de doenças (BASSANEZI et al., 2005). 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

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).

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 laranja ‘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.

Convém salientar que o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes a esse fator via programas de melhoramento genético exige, entretanto, que se desenvolvam estudos para se avaliar seu efeito sobre aspectos da fisiologia da planta, como alterações nas trocas gasosas, por exemplo, visando identificar processos que possam ser responsáveis por eventuais mecanismos de tolerância. 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, tal como ocorre em campo, em regiões citrícolas no Nordeste.

É indispensável, então, o conhecimento das respostas das espécies cítricas à limitação hídrica, na fase de porta-enxertos, por sua influência na tolerância da cultivar-copa e, futuramente, no desenvolvimento e produção das plantas, a fim de fornecer subsídios ao cultivo em áreas sob restrições de água.

## **2. OBJETIVOS**

---

### ***2.1. Objetivo geral***

Avaliar a tolerância de genótipos de citros (variedades e híbridos) na formação de porta-enxertos sob condições de deficiência hídrica.

### ***2.2. Objetivos específicos***

- a) Avaliar o crescimento de plantas de genótipos de citros submetidos a estresse hídrico durante a fase de formação de porta-enxertos.
- b) Estudar as alterações fisiológicas em genótipos de porta-enxertos de citros com e sem restrição hídrica por meio das trocas gasosas.
- c) Analisar a influência do estresse hídrico sobre a produção de fitomassa em genótipos de porta-enxertos cítricos.
- d) Identificar os genótipos de citros mais promissores ao uso como porta-enxerto em condições de baixa disponibilidade hídrica.
- e) Classificar os genótipos em diferentes graus de tolerância e sensibilidade ao estresse hídrico, segundo o principal critério de classificação com base na produção de fitomassa.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

---

#### 3.1. A citricultura no Brasil

Os citros compreendem um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros afins (*Fortunella* e *Poncirus*) ou híbridos da família *Rutaceae* representados, na maioria, por laranjas (*Citrus sinensis*), tangerinas (*Citrus reticulata* e *Citrus deliciosa*), limões (*Citrus limon*), limas ácidas como o Tahiti (*Citrus latifolia*) e o Galego (*Citrus aurantiifolia*), e doces como a lima da Pérsia (*Citrus limettioides*), pomelo (*Citrus paradisi*), cidra (*Citrus medica*), laranja-azedada (*Citrus aurantium*) e toranjas (*Citrus grandis*) (MATTOS JUNIOR et. al., 2005)

As plantas cítricas pertencentes ao gênero *Citrus* e à família *Rutaceae*, são originadas do sudeste asiático, com origem que se estende também do Centro da China ao Japão e do Leste da Índia à Nova Guiné, Austrália e África Tropical, embora haja divergências na literatura (AGUSTI, 2000). O autor relata que, no Brasil, a citricultura tem grande importância, principalmente na produção de laranja para consumo *in natura* e também para processamento de suco, sendo que a laranja (*C. sinensis*) foi trazida ao Brasil, nas grandes navegações, onde se adaptou bem, por possuir as características edafoclimáticas ideais para o cultivo. Atualmente, as plantas cítricas são cultivadas em uma ampla faixa ao redor do mundo compreendida entre os paralelos 44 ° N e 41° S (AGUSTI, 2000).

No cenário da citricultura mundial o Brasil vem ocupando posição de maior exportador de suco de laranja e a atividade citrícola, em nível comercial, gera cerca de 500 mil empregos, diretos e indiretos. O país é responsável por cerca de 29% da produção mundial e detém 21% da área plantada no mundo, chegando a 18,5 milhões de toneladas por ano em 821 mil hectares cultivados. Dentre os estados produtores se destaca São Paulo, com uma área de 799.356 ha cultivados, significando a maior concentração da produção, 14,4 toneladas de frutos, o que representa 78,6% da produção nacional (AGRIANUAL, 2008).



Em nível nacional o Nordeste é a segunda região maior produtora de citros com produção, em 2009, de aproximadamente 1,9 milhão de toneladas da fruta, numa área plantada de 127.674 hectares, onde o Estado da Paraíba participou com 5,3 mil toneladas, ocupando área de 862 hectares (IBGE, 2009). Os estados da Bahia e Sergipe são os que lideram a produção na região e garantem a posição de destaque no “ranking” nacional. Entretanto, existem alguns fatores que ainda são entraves ao avanço da produção citrícola na região. A citricultura do Nordeste ainda é tida como “monocitricultura” devido ao uso concentrado de variedades e combinações copa/porta-enxerto como laranja ‘Pera’ x limão ‘Cravo’. Tal combinação é quase de uso exclusivo, com exceção do estado de Sergipe, onde o porta-enxerto limão ‘Rugoso’ divide com o limão ‘Cravo’, a preferência dos citricultores (PASSOS et al., 2006; AULER et al., 2008). Desta forma, ainda existe a necessidade de se encontrarem alternativas para solucionar esses problemas inerentes à citricultura, como a concentração no uso de um único porta-enxerto (RODRIGUES et al., 2011).

### **3.2. Uso de porta-enxertos na citricultura**

Na implantação de um pomar cítrico, um fator primordial é a qualidade da muda, por se constituir em fator limitante. Para que uma muda cítrica tenha qualidade e atenda às exigências estabelecidas pelos órgãos certificadores, é oportuno que ela seja vigorosa, tenha sanidade e um sistema radicular com boa formação, sendo necessário que se conheça a origem das sementes dos porta-enxertos, como também das borbulhas a serem utilizadas no momento da enxertia (ESPOSTI & SIQUEIRA, 2004).

A diversificação no uso de porta-enxertos no Brasil é meta imperiosa, pela vulnerabilidade de pomares enxertados em limoeiro ‘Cravo’, porta-enxerto mais utilizado no País (BASSANEZI et al., 2005), devido à ameaça de algumas doenças, evidenciando-se a necessidade de serem oferecidos outros genótipos, destacando-se os derivados de *Poncirus trifoliata*, porta-enxerto de reconhecida qualidade horticultural, como redução de porte, resistência a doenças e indução de frutos de alta qualidade às copas de diversas variedades cítricas. Por serem os citros mais adaptados às condições subtropicais ou temperadas, híbridos de trifoliata são mais indicados para condições tropicais (PASSOS et al., 2006).

Em outro aspecto, apesar da posição de destaque do Brasil na produção mundial de citros e na produção e exportação de suco concentrado e congelado de laranja, deve-se considerar a grande diversificação agroclimática do País e suas condições particulares de cultivo, verificando-se desde a ocorrência de geadas ocasionais ou frequentes, estresses hídricos ou térmicos e solos salinos (CERQUEIRA et al., 2004), devendo-se destacar, com

isso, a importância da utilização de porta-enxertos que, além de outros interesses agrônômicos, sejam também tolerantes à seca, fator abiótico que limita a produção, especificamente na região Nordeste.

No tocante à produção de mudas, destaca-se que esta é uma etapa importante na citricultura, não apenas para a renovação de pomares improdutivos, em que Soares et al. (2006) relatam que são as mudas e outros tipos de propágulos infectados uma das principais formas de disseminação de pragas e doenças em qualquer cultura devendo-se ressaltar, então, que a produção de mudas sadias é uma atividade também de caráter estratégico, evidenciando-se a importância em todo o seu processo de produção e no manejo de água, também nessa fase.

### ***3.3. 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, 2006). No caso do estresse hídrico, sabe-se que este pode ocorrer por excesso ou por deficiência hídrica. Cita-se, entretanto, o déficit hídrico entre os fatores mais limitantes à produção vegetal, fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis e ocupa posição de destaque, pois além de afetar as relações hídricas nas plantas, altera, também, o seu metabolismo (NOGUEIRA et al., 2001).

Considera-se a água o fator mais limitante para o crescimento e desenvolvimento de plantas, notadamente em regiões áridas e semiáridas, por se caracterizarem pela baixa precipitação pluviométrica total e pela irregularidade na distribuição das chuvas durante o ano (LARCHER, 2006). Logo, o estresse pela baixa disponibilidade hídrica (seca) é um dos principais problemas da agricultura e a habilidade das plantas para resistir a tal estresse é de suma importância para o desenvolvimento do agronegócio de qualquer país (SHAO et al., 2008), já que a água é o principal constituinte do vegetal, representando 50% da massa fresca nas plantas lenhosas e cerca de 80 a 95% nas plantas herbáceas, sendo necessária para transporte de solutos e gases, como reagente no metabolismo vegetal, na turgescência celular e na abertura dos estômatos (FIGUEIRÓA et al., 2004).

Nesse sentido, considera-se em déficit hídrico a célula ou tecido que possui conteúdo de água situado abaixo do ponto de turgidez. Sabe-se que as plantas absorvem água do solo, através das raízes, quando estas apresentam potencial hídrico menor que o do solo

(LARCHER, 2006). Assim, em solos muito secos o potencial hídrico pode ser menor que o ponto de murcha permanente quando, em tal ponto, a energia para absorção de água pela planta é alta, fazendo com que a mesma não consiga recuperar a pressão de turgor, mesmo cessando toda a perda de água, por transpiração (TAIZ & ZEIGER, 2009). Isto significa que o potencial hídrico do solo é igual ou menor que o potencial osmótico da célula da raiz. Todavia, embora o ponto de murcha seja caracterizado pelo estado de energia da água em que as plantas não consigam absorvê-la, existem plantas que conseguem romper este limite e absorver a água mesmo sob potenciais de água menores. O ponto de murcha permanente também depende da espécie vegetal.

O déficit hídrico pode muitas vezes, estar associado à salinidade na biosfera das raízes e ao estresse por calor nas folhas (resultante da diminuição do esfriamento evaporativo devido à baixa transpiração), pois o congelamento provoca redução na atividade hídrica e estresse osmótico (TAIZ & ZEIGER, 2009). Pimentel et al. (2002) reportam que a deficiência hídrica em resposta às condições ambientais, considerada também a maior causadora de redução na produtividade das plantas, altera o crescimento e a fotossíntese, em decorrência da diminuição do teor relativo de água, pressão de turgor e potencial hídrico celular.

O estresse causado pela deficiência hídrica tem efeito em diversos processos bioquímicos, fisiológicos e morfológicos nas plantas visto que em geral aumentar a resistência difusiva ao vapor de água, mediante o fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e o suprimento de dióxido de carbono para o processo fotossintético, diminuição do crescimento celular e aumento da fotorrespiração (SHINOZAKI & YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 2007). A partir do início do estresse hídrico se iniciam alterações dentro das plantas, que intensificam a síntese de etileno, provocando a queda de folhas, reduzindo a área foliar diminuindo, assim, a perda de água pelas plantas por evapotranspiração aumentando, nas folhas mais jovens, seu potencial hídrico (VESCOVE, 2008).

Conforme Taiz & Zeiger (2009), por ser a redução da turgidez o mais precoce efeito biofísico significativo do estresse hídrico, as atividades dependentes da turgidez, como a expansão foliar e o alongamento de raízes, são as mais sensíveis aos déficits hídricos. Ao serem submetidas a um estresse hídrico severo as plantas podem diminuir suas defesas, reduzindo o crescimento e a fotossíntese e diminuir a perda de água por meio da redução da abertura estomática, a qual induzirá menor absorção de CO<sub>2</sub>, 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.



Complemente-se que a seca pode conduzir à supressão do crescimento e do desenvolvimento da planta e causar grande perda de produtividade. A adaptação de plantas a ambientes adversos ou situações sob fatores ambientais subótimos, envolve a adaptação a estresses múltiplos, com interações diretas e indiretas. Assim tornam-se de grande importância a identificação e a caracterização de genótipos, bem como estudos sobre interação e sobreposição de mecanismos, tanto do ponto de vista fisiológico quanto do bioquímico e molecular (LARCHER, 2006).

### ***3.4. Estresse hídrico em citros***

Sabe-se que o estresse causado por deficiência hídrica em citros é descrito como um dos fatores que atuam na indução do florescimento das plantas. No entanto, o cultivo das plantas sob condições de estresse hídrico pode causar distúrbios fisiológicos em função da redução do potencial hídrico (CRUZ et al., 2009). Segundo Vescove (2008), a indução do botão floral em citros, ocorre com a parada de crescimento vegetativo, durante o período de seca, e, durante este período, as gemas vegetativas se diferenciam em gemas florais. O autor acrescenta que em condições tropicais com períodos de seca, o repouso vegetativo é devido ao estresse hídrico e dependendo da intensidade e de sua duração, pode resultar em florescimento concentrado em uma só uma época.

É necessário ressaltar que o cultivo dos citros no Brasil se dá, predominantemente, sem irrigação, fato que torna necessário o uso de combinações copa/porta-enxerto que tenham, entre outras características de interesse agrônomo, tolerância à seca, em vista da ocorrência de déficits hídricos temporários em várias regiões citricolas (ORTOLANI et al., 1991). Acrescenta-se que na região Nordeste do Brasil a citricultura se encontra assentada principalmente no ecossistema de Tabuleiros Costeiros, onde as plantas cítricas desenvolvem um sistema radicular pouco profundo, tornando-as mais vulneráveis a déficits hídricos, comuns nos meses de novembro a março. Neste sentido, possuir um banco de germoplasma contendo genótipos que possuam diversidade de respostas à deficiência hídrica é de interesse em programas de melhoramento genético, sendo importante o conhecimento dos mecanismos relacionados a tais respostas diferenciais (PEIXOTO et. al., 2006).

Quanto à tolerância à seca de alguns porta-enxertos mais utilizados no Brasil, estudos evidenciam que porta-enxertos de limoeiro 'Volkameriano' e 'Cravo' são mais sensíveis ao déficit hídrico, apresentando maior redução do potencial hídrico e baixa capacidade de recuperação (CERQUEIRA et al., 2004). Por outro lado, Pompeu Junior et al. (2004) citam o limão 'Cravo' como principal porta-enxerto da citricultura paulista, por suas excelentes

características agronômicas, com destaque para a resistência à seca e a indução de produção precoce. Em laranjeiras 'Valência' sobre 'Cravo' e laranjeira 'Valência' sobre 'Trifoliata' sob deficiência hídrica, Magalhães Filho et al. (2008) observaram redução da fotossíntese líquida, da transpiração e da condutância estomática. Ressalte-se que sob deficiência hídrica, a interação entre porta-enxerto e copa pode tornar-se mais significativa, passível de influenciar no grau de tolerância à seca da cultivar-copa (SOUZA et al., 2001).

Na maioria dos casos o estresse é medido em relação à sobrevivência da planta, produtividade agrícola, crescimento (acumulação de biomassa) ou ao processo primário de assimilação (absorção de CO<sub>2</sub> e de minerais), que estão relacionados ao crescimento geral (TAIZ & ZEIGER, 2009). De acordo com informações disponíveis quanto à tolerância à seca, tem-se conhecimento dessa característica para alguns porta-enxertos utilizados na citricultura como, por exemplo, o **Limão Cravo**, porta-enxerto considerado de excelente resistência à seca; **Sunki**, também resistente à seca; **Volkameriano**, menos resistente à seca que os anteriores; **Swingle**, em que plantas enxertadas nesse porta-enxerto, que é um híbrido entre pomelo e trifoliata, são bastante sensíveis à seca, entretanto, as plantas em Swingle têm reagido muito bem após a seca, vegetando bem e emitindo boas floradas, com bom pegamento; **Trifoliata**, tolerância semelhante ao swingle; **Cleópatra**, mais exigente em nutrientes e menos tolerante à seca (CITROLIMA, 2009).

### ***3.5. Tolerância das plantas ao estresse hídrico***

Pode-se dizer que a tolerância à seca é o termo que caracteriza os diferentes meios e mecanismos encontrados nas plantas superiores para escapar ou tolerar um déficit hídrico severo sendo capaz de produzir com mínima perda em um ambiente com deficiência de água. É comum definir-se a tolerância à seca como 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). Essas respostas fisiológicas na tolerância à seca podem variar de acordo com a severidade e a duração de imposição do estresse, o estágio fenológico e o material genético (SHAO et al., 2008). Nogueira et al. (2001) corroboram, complementando que genótipos com diversidade na resposta ao estresse hídrico constituem excelentes materiais para serem utilizados em programas de melhoramento genético. Nesse sentido, são vários os caracteres fisiológicos que podem ser empregados na avaliação das respostas das espécies vegetais ao estresse hídrico destacando-se, entre eles, o potencial hídrico foliar, a condutância estomática e a transpiração.

Diversas são as estratégias que as plantas possuem para enfrentar o déficit hídrico, tais como inibição da expansão foliar, abscisão foliar, acentuado crescimento das raízes e fechamento estomático (TAIZ & ZEIGER, 2009). Logo, a produtividade e o desenvolvimento das plantas dependem da capacidade de as mesmas se adaptarem às mudanças ambientais e aos estresses, por meio de mecanismos que conferem tolerância (MACHADO et al., 2010).

Segundo Versules et al. (2006), os mecanismos de resistência à seca podem ser divididos em escape, retardo e tolerância. No primeiro, as plantas adotam uma estratégia de “fuga”, com rápido desenvolvimento fenológico e alto grau de plasticidade, sendo capazes de completar seu ciclo de vida antes que o déficit hídrico se torne severo o bastante para provocar dano fisiológico; o retardo da desidratação corresponde à manutenção do turgor e volume celular, tanto pela absorção de água por um sistema radicular abundante quanto pela redução da perda por transpiração, através do fechamento estomático ou por vias não estomáticas, como a cutícula. Por fim, a tolerância à seca é um mecanismo que permite à planta, manter o metabolismo, mesmo com a redução do potencial hídrico dos tecidos, em virtude principalmente, do acúmulo de solutos compatíveis ou osmólitos, proteínas osmoprotetoras e da capacidade antioxidante (VERSLUES et al., 2006).

Os valores de fotossíntese líquida em plantas sob condições de capacidade de campo e no ponto de murcha, também apresentam variações (TATAGIBA et al., 2007; CONFORTO, 2008 e VELLINI et al., 2008). Na condutância estomática e transpiração, outros autores (OLIVEIRA et al., 2005 e MAGALHÃES-FILHO et al., 2008) também observaram, reduções em espécies variadas. Em laranjeira ‘Valência’ sobre dois tipos de porta-enxertos Magalhães Filho et al. (2008), relataram diminuição da transpiração e da condutância estomática em função do número de dias sem irrigação. Vellini et al. (2008) trabalharam com dezoito clones de eucalipto (*Eucalyptus* spp) e verificaram diminuição na fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração e potencial hídrico foliar das plantas que foram irrigadas diariamente em relação àquelas em que o regime de irrigação era a cada seis dias.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

---

### ***4.1. O experimento***

Neste trabalho, constituído de um experimento com estresse hídrico, foram estudados diferentes manejos hídricos em 10 genótipos de porta-enxertos (variedades e híbridos) de citros, cujas sementes foram fornecidas pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros – PMG Citros, da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA, em parceria com a UFCG.

### ***4.2. Caracterização e localização da pesquisa***

O trabalho foi desenvolvido em ambiente semiprotégido (viveiro), no período compreendido entre março e outubro de 2009, nas instalações da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola/UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, em Campina Grande, PB, nas coordenadas geográficas 7°15'18" de latitude S e 35°52'28" de longitude W, a uma altitude de 550 m.

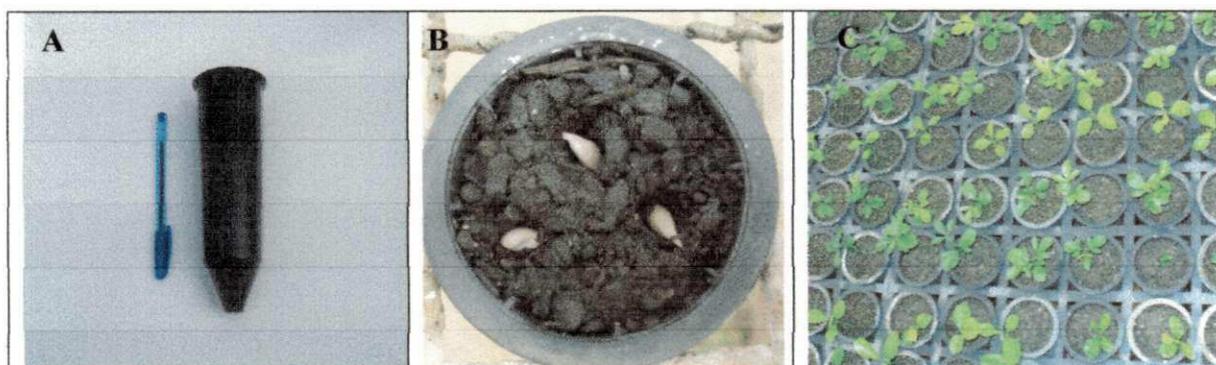
### ***4.3. Instalação e condução do experimento***

Na formação dos porta-enxertos foram utilizados tubetes com capacidade volumétrica de 288 mL (Figura 1A), acondicionados em bandejas de 72 células cada uma, apoiadas em bancadas de alvenaria. As sementes foram selecionadas em tamanho e formato uniformes e, posteriormente, tratadas com fungicida 'Thiram' (4g kg<sup>-1</sup> de sementes). Para germinação e crescimento inicial das plântulas, os tubetes foram preenchidos com substrato composto de 1 parte de solo de textura média + 1 parte de substrato comercial, à base de casca de pinus, vermiculita e húmus, cuja caracterização físico-química, se encontra no Quadro 1.

**Quadro 1.** Características químicas do substrato utilizado na produção dos porta-enxertos cítricos. Campina Grande, 2010

<b>Características químicas</b>	
Cálcio (meq/100g de solo)	4,14
Magnésio (meq/100g de solo)	2,63
Sódio (meq/100g de solo)	2,56
Potássio (meq/100g de solo)	0,14
Hidrogênio (meq/100g de solo)	2,11
Alumínio (meq/100g de solo)	0,00
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausência
Carbono Orgânico %	0,64
Matéria Orgânica %	1,10
Nitrogênio %	4,86
Fósforo Assimilável (mg/100g)	6,84
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	6,84
Condutividade Elétrica – Suspensão Solo-Água (mmhos/cm)	1,55

Depois de preenchidos, os recipientes com substrato foram irrigados durante dois dias e, com o conteúdo hídrico próximo à capacidade de campo, foram feitos três furos equidistantes, com profundidade aproximada de 2 cm; em seguida, em cada tubete foram postas 3 sementes visando a sua germinação (Figura 1B). Após uniformização da germinação procedeu-se ao desbaste das plântulas, deixando-se apenas a de maior vigor, eliminando-se as de origem poliembriônica (Figura 1C).



**Figura 1.** Recipiente usado na produção dos porta-enxertos (A), detalhe da sementeira (B) e porta-enxertos de citros após desbaste de plantas (C). Campina Grande, 2010.

#### 4.4. Tratamentos e delineamento estatístico

Os fatores em estudo foram manejo hídrico (**MH**) e genótipos (**GEN**), compondo um fatorial 2 x 10 (2 manejos hídricos x 10 genótipos). Para tanto, a pesquisa foi realizada em duas etapas (**A** e **B**), com duração de 75 dias cada uma. A etapa **A** se estendeu dos 60 aos 135 dias após a semeadura (DAS) com os seguintes manejos hídricos: **MH<sub>1</sub>** - umidade no substrato dos tubetes, correspondente ao nível de 100% do conteúdo hídrico próximo à capacidade de campo (CC), correspondente ao tratamento sem estresse hídrico e **MH<sub>2</sub>** - umidade no substrato dos tubetes correspondente ao nível de 50% do conteúdo hídrico próximo à capacidade de campo (CC); neste caso tratamento com estresse hídrico. Na etapa **B**, de 136 a 210 DAS, manteve-se o **MH<sub>1</sub>**, com as plantas em umidade de capacidade de campo e, no **MH<sub>2</sub>**, intensificou-se o nível de estresse, e as plantas foram mantidas em umidade de 25% da CC.

O fator **GEN** foi constituído de 10 genótipos de porta-enxertos de citros (variedades e híbridos), os quais estão discriminados no Quadro 2, e a ilustração da disposição dos tratamentos no experimento é apresentada na Figura 2. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 3 repetições e a parcela foi composta por 15 plantas úteis de cada genótipo, nas unidades experimentais.

**Quadro 2.** Relação de genótipos (variedades e híbridos) de porta-enxertos de Citros tradicionais e selecionados pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical – PMG Citros, submetidos ao estresse hídrico. Campina Grande, 2010

Ordem	GENÓTIPOS (abreviaturas e nomes)
01	<b>LCRSC</b> – Limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ ( <i>C. limonia</i> Osbeck)
02	<b>TSKC x TRENG– 256</b> - Tangerineira ‘Sunki’ [ <i>C. sunki</i> (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [ <i>P. trifoliata</i> (L.) Raf.] ‘English’
03	<b>TSKC x (TR x LCR) – 059</b> - Tangerineira ‘Sunki’ [ <i>C. sunki</i> (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x [Trifoliata ( <i>P. trifoliata</i> (L.) Raf.) x Limoeiro ‘Cravo’ ( <i>C. limonia</i> Osbeck)]
04	<b>TSKFL x CTC25 – 010</b> - Tangerineira ‘Sunki’ [ <i>C. sunki</i> (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção ‘da Flórida’ x Citrangeiro [ <i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i> (L.) Raf.] C25
05	<b>TSKFL x CTTR – 017</b> - Tangerineira ‘Sunki’ [ <i>C. sunki</i> (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção ‘da Flórida’ x Citrangeiro [ <i>C. sinensis</i> x <i>P. trifoliata</i> (L.) Raf.] ‘Troyer’
06	<b>TSKC x TRENG – 264</b> - Tangerineira ‘Sunki’ [ <i>C. sunki</i> (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [ <i>P. trifoliata</i> (L.) Raf.] ‘English’
07	<b>CTSW</b> – Citrumelo ( <i>C. paradisi</i> Macfad x <i>P. trifoliata</i> ) ‘Swingle’
08	<b>LCRC</b> – Limoeiro ‘Cravo’ ( <i>C. limonia</i> Osbeck)
09	<b>TSKFL x LRM – 007</b> - Tangerineira ‘Sunki’ [ <i>C. sunki</i> (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção ‘da Flórida’ x Limoeiro ‘Rugoso Mozael’ ( <i>C. jambhiri</i> Lush.) seleção de Mozael.
10	<b>LVK</b> – Limoeiro ‘Volkameriano’ ( <i>C. volkameriana</i> V. Tem. & Pasq.)



**Figura 2.** Visão geral do experimento com genótipos de citros submetidos a estresse hídrico. Campina Grande, 2010

#### **4.5. Manejo da irrigação**

No período correspondente à germinação e ao crescimento inicial das plântulas, as irrigações foram feitas de modo igual, em todas elas, duas vezes ao dia, utilizando-se de um regador, de forma a manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo.

Após 60 dias da semeadura (DAS), iniciou-se a primeira etapa dos tratamentos, com o manejo hídrico diferenciado, conforme os tratamentos estudados. A irrigação nos tratamentos sem estresse hídrico - testemunha (**MH<sub>1</sub>**) foi sempre realizada aplicando-se um volume único às plantas de todos os genótipos, em função da evapotranspiração média, obtida por pesagem, de forma a serem mantidos próximos à capacidade de campo; já no tratamento de estresse hídrico (**MH<sub>2</sub>**), correspondente à etapa **A** da pesquisa, o volume de água a ser aplicado ( $V_a$ ) por planta foi determinado diariamente por gravimetria, conforme a Equação 1. Na etapa **B** a irrigação foi determinada de acordo com a Equação 2. As plantas eram irrigadas quando a umidade no substrato se encontrava abaixo de 50 e 25% do conteúdo hídrico correspondente ao da capacidade de campo, respectivamente, em cada caso, nas duas etapas de aplicação de estresse. A densidade da água foi considerada igual a  $1 \text{ g cm}^{-3}$ . Para tanto, diariamente e no mesmo horário os tubetes com as respectivas plantas foram pesados (Figura 3A), para verificação da quantidade de água consumida e, posteriormente, adicionados os volumes necessários a manter a capacidade hídrica de cada tratamento, utilizando-se de um Becker (Figura 3B).

$$Va = Pm50\%CC - Pa$$

**Equação 1.**

$$Va = Pm25\%CC - Pa$$

**Equação 2.**

em que:  $Va$  = Volume de água a ser aplicado (mL);

$Pa$  = Peso atual dos tubetes (g);

$Pm50\%CC$  = Peso médio do substrato com 50% do teor de umidade em CC (g);

$Pm25\%CC$  = Peso médio do substrato com 25% do teor de umidade em CC (g);

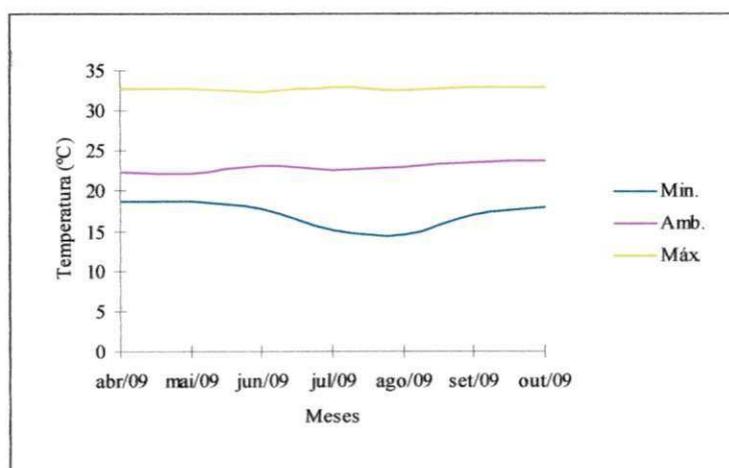
$n$  = Número de tubetes pesados.

Para se estimar o teor de água correspondente ao da umidade em capacidade de campo no substrato foram amostrados, aleatoriamente, cinco tubetes contendo substrato, obtendo-se o peso do conjunto tubete + substrato seco, após secagem ao ar livre; feito isto, os mesmos foram postos em um recipiente com água para saturação e se aguardou o tempo necessário para a água chegar à superfície do substrato por ascensão capilar, momento em que foram retirados e, após cessados o escoamento e a drenagem natural, quantificou-se o peso do conjunto tubete + substrato úmido. Pela diferença entre as duas pesagens obteve-se, então, o conteúdo hídrico retido pelo substrato, correspondente ao da capacidade de campo, utilizado no manejo das irrigações para estimativa dos níveis de estresse hídrico aplicados (SOUZA et al., 2000).



**Figura 3.** Pesagem do tubete + planta para cálculo do volume a ser irrigado (A) e manejo da irrigação com uso de bekers (B), em genótipos de citros submetidos a estresse hídrico. Campina Grande, 2010

No transcorrer do experimento foram monitoradas diariamente, no horário da irrigação (entre 8:00 e 9:00 horas da manhã), as temperaturas máxima (Máx.), mínima (Min.) e ambiente (Amb.) no viveiro, por meio de um termômetro analógico afixado no local, cujas médias mensais estão representadas na Figura 4.



**Figura 4.** Representação gráfica das médias mensais de temperatura no interior do viveiro de produção de mudas. Campina Grande, 2010

#### 4.6. Manejo nutricional e fitossanitário

As fertilizações de cobertura foram feitas semanalmente, com nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes, aplicando-se 10 mL por tubete da solução (10 g de MAP + 5 g de nitrato de potássio + 1 g do produto comercial Albatrós (N-P-K-Mg: 7-17-35-3, + micronutrientes, por cada litro de água), seguindo-se recomendação de adubação para citros em formação de mudas (ROTONDANO & MELO, 2009).

Quanto ao manejo fitossanitário, quinzenalmente ou conforme a frequência de incidência de pragas, foi feito mediante aplicação alternada de inseticidas. Registrou-se o aparecimento da larva-minadora-das-folhas (*Phyllocnistis citrella*) e da mosca-branca (*Bemisia spp*), sendo estas combatidas com inseticidas do grupo Avermectina (emulsão concentrada), 0,42 mL/L de H<sub>2</sub>O e do grupo químico Triazinaminas (pó molhável), na concentração de 1,5 g/L H<sub>2</sub>O. Durante toda a realização da pesquisa ainda foram tomados os devidos cuidados na eliminação manual de brotações laterais das plantas, além de eliminação de plantas poliembrionicas nucleares, produzidas assexualmente por divisões mitóticas de células somáticas do nucelo, distúrbio comum em citros.

## 4.7. Variáveis analisadas

### 4.7.1. Variáveis de crescimento

A partir dos 75 DAS, quando transcorridos 15 dias do início dos tratamentos, foram avaliadas quinzenalmente, as seguintes variáveis: número de folhas (NF), altura de plantas (ALT) e diâmetro do caule (DC).

A contagem das folhas foi feita considerando-se aquelas completamente expandidas e em estado funcional na planta. A altura das plantas, obtida em cm, foi medida tomando-se como referência a distância do colo da planta até a inserção da última folha formada; já o diâmetro do caule foi medido com uso de um paquímetro digital, a uma altura aproximada de 2 cm do solo, entre a superfície do substrato e o primeiro par de folhas.

Com os dados de diâmetro e altura obtidos quinzenalmente, foram obtidas as taxas de crescimento relativo (TCR) conforme Equação 3 (FERNANDES, 2002; BENINCASA, 2003).

$$TCR = \frac{\ln M2 - \ln M1}{T2 - T1}$$

**Equação 3**

em que:

*M2*: Medição final da altura ou diâmetro;

*M1*: Medição inicial da altura ou diâmetro;

*T2-T1*: Intervalo de tempo;

*ln*: Logarítimo neperiano.

Mediu-se também o comprimento da raiz principal de cada planta útil das parcelas, após terem sido as plantas cortadas rentes à superfície do substrato e, em seguida, retirado o excesso de solo por meio de lavagem em uma peneira. Tal procedimento foi feito na ocasião do encerramento do experimento, aos 210 DAS, ou individualmente, para os genótipos que tiveram o encerramento antecipado. Para a retirada das raízes sem que fossem danificadas, em uma peneira de malha fina foram retirados os volumes de substrato dos tubetes e, com jatos finos de água, foram removidas as raízes evitando-se, assim, a perda de fragmentos.

### 4.7.2. Trocas gasosas

As variáveis de trocas gasosas analisadas nas folhas das plantas foram mensuradas com uso de um equipamento IRGA (Infra Red Gas Analyser), modelo LCpro+, aos 135 DAS, no horário entre as 9h00min e 10h00min da manhã, ocasião em que já se havia encerrado o primeiro nível de estresse estudado. Tais medidas foram realizadas sob densidade de fluxo de fótons fotossintéticos de  $1.200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , temperatura do ar de  $25^\circ\text{C}$  e concentração interna de  $\text{CO}_2$  ambiente constante de  $380 \mu\text{mol mol}^{-1}$  (MAGALHÃES-FILHO et al., 2008).

Desta forma, para a análise das relações hídricas nas trocas gasosas, foram observadas as leituras das seguintes variáveis: condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) ( $\mu\text{mol. m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ). Por meio da relação entre a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) e a transpiração ( $E$ ), obteve-se a eficiência intrínseca no uso da água ( $EUA$ ) ( $A/E$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ]. Calculou-se ainda, a eficiência instantânea da carboxilação ( $EiC$ ) ( $A/C_i$ ) pela relação entre a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) e a concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) [ $(\mu\text{mol. m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$ ] (KONRAD et al., 2005; RIBEIRO, 2006; MAGALHÃES-FILHO et al., 2008).

### 4.7.3. Produção e partição de fitomassa

Realizou-se por ocasião da coleta das plantas, a separação das raízes, folhas e caules, os quais foram acondicionados em sacos de papel perfurados e colocados em estufa a  $65^\circ \text{C}$ , para secagem até peso constante; em seguida, procedeu-se à pesagem desse material, obtendo-se a fitomassa da raiz (FSR), caule (FSC) e folhas (FSF), cujo somatório resultou na fitomassa total (FST). Com o somatório da fitomassa dos caules e folhas obteve-se a fitomassa da parte aérea (FSPA). Fez-se ainda, o estudo do particionamento de fitomassa nas plantas nos diferentes órgãos (Folhas, caules e raízes), analisando-se a percentagem de fitomassa formada nos órgãos das plantas separadamente.

### 4.7.4. Relação raiz/parte aérea (R/PA)

Por meio da relação entre a fitomassa da parte aérea e a fitomassa da raiz (Equação 4), obteve-se a relação raiz/parte aérea (R/PA) (BENINCASA, 2003):

$$R/PA = \frac{FSR}{FSPA} (\text{g.g}^{-1}) \quad \dots\dots\dots \text{Equação 4}$$

em que:

*FSR*: Fitomassa da raiz (g)

*FSPA*: Fitomassa da parte aérea (g).

#### 4.7.5. Razão de peso foliar (RPF)

Essa razão foi obtida pelo quociente entre a fitomassa foliar e a fitomassa total produzida em cada planta (BENINCASA, 2003), conforme se descreve na Equação 5.

$$RPF = \frac{FSF}{FST} \quad (\text{g.g}^{-1})$$

**Equação 5**

Onde:

*FSF*: Fitomassa das folhas (g)

*FST*: Fitomassa total (g).

Ressalte-se que os genótipos que não resistiram ao término do período de tratamentos foram coletados, individualmente, a partir do momento em que se constatou abscisão e/ou dessecação em 50% das folhas, na maioria das plantas do tratamento. Portanto, alguns genótipos utilizados não fizeram parte da última avaliação de crescimento realizada.

#### 4.8. Classificação dos genótipos

Adotaram-se dois critérios para avaliação dos genótipos, quanto à tolerância ao estresse hídrico: critério de sobrevivência em condições de estresse e critério de rendimento relativo, classificando-os em diferentes graus de tolerância, com base na redução de fitomassa total –  $FST = FSR + FSC + FSF$ , adaptando-se o procedimento encontrado em Fageria e Gheyi (1997), para rendimento de cultura quanto à tolerância à salinidade.

#### 4.9. Procedimentos estatísticos

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância com teste 'F' até 5% de probabilidade de erro. Para se avaliar o efeito comparativo do estresse hídrico entre os genótipos, procedeu-se à análise por aglutinação de médias (Scott-Knott,  $p < 0,05$ ) (FERREIRA, 2000). As figuras foram geradas e ajustadas nos programas Table Curve 2D e Excel 2003.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

### 5.1. Crescimento

O número de folhas (NF), a altura de plantas (ALT) e o diâmetro do caule (DC), foram analisados distinguindo-se as duas etapas da pesquisa, correspondentes aos dois níveis diferenciados de estresse por deficiência hídrica. Assim, na Tabela 1 estão os dados da análise de variância correspondente à etapa A, abrangendo o período de avaliações de 75 a 135 DAS e o resumo da análise de variância dos dados da etapa B, com as avaliações entre 150 e 210 DAS, está disposto na Tabela 2.

Na primeira etapa (A), quando as plantas foram expostas à deficiência hídrica no substrato dos tubetes, correspondente ao nível de 50% da umidade próxima da capacidade de campo, houve diferenças significativas no número de folhas entre os genótipos (GEN) a nível de 1% de probabilidade e efeito do fator manejo hídrico (MH) em todas as avaliações para este fator, com exceção da primeira, realizada aos 75 DAS (Tabela 1). Nota-se não ter havido efeito interativo entre fatores nas avaliações ocorridas até 135 DAS, indicando similaridade da redução do número de folhas, em todos os genótipos, quando as plantas foram submetidas a 50% do conteúdo hídrico próximo à capacidade de campo.

Quanto à altura de plantas (ALT), registrou-se efeito isolado do fator MH e do fator GEN nas épocas iniciais de avaliação. Entretanto, com a continuidade do estresse hídrico nas amostragens realizadas aos 120 e 135 DAS, ocorreu interação ( $p < 0,05$ ) evidenciando-se, a partir daquela avaliação que o efeito sobre a altura dependeu da influência do déficit hídrico sobre os genótipos caso em que o estresse hídrico causou efeito diferenciado entre os genótipos, evidenciando comportamento distinto quanto à tolerância ao estresse hídrico. A diminuição do efeito do estresse sobre ALT, sugeriu adaptação das plantas quando o estresse hídrico foi menos intenso (50% do conteúdo hídrico em CC), estando correlacionado pela influência dos genótipos.

O diâmetro do caule também foi significativamente afetado ( $p < 0,01$ ) pelo fator manejo hídrico e houve diferença no diâmetro entre os genótipos, isoladamente, desde o início das avaliações.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT) (cm), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) (mm) em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (MH), na Etapa A, com estresse de 50% da CC. Campina Grande, 2010

DAS	FV	GL	Quadrado Médio		
			NF	ALT	DC
75	GEN	9	1,5916 <sup>**</sup>	13,8097 <sup>**</sup>	0,4500 <sup>**</sup>
	MH	1	1,1154 <sup>ns</sup>	9,8300 <sup>**</sup>	0,2489 <sup>**</sup>
	GEN x MH	(9)	0,1117 <sup>ns</sup>	0,2433 <sup>ns</sup>	0,01893 <sup>ns</sup>
	BLOCO	2	1,9660 <sup>**</sup>	7,0501 <sup>**</sup>	0,1647 <sup>**</sup>
	ERRO	38	0,3461	0,6679	0,0264
	CV (%)		7,95	11,01	8,50
90	GEN	9	4,5335 <sup>**</sup>	17,9318 <sup>**</sup>	0,6144 <sup>**</sup>
	MH	1	22,9847 <sup>**</sup>	37,5029 <sup>**</sup>	0,1427 <sup>**</sup>
	GEN x MH	(9)	0,6652 <sup>ns</sup>	1,5138 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>
	BLOCO	2	4,6151 <sup>**</sup>	10,2764 <sup>**</sup>	0,2473 <sup>**</sup>
	ERRO	38	0,5159	0,8272	0,0187
	CV (%)		7,53	9,84	6,26
105	GEN	9	3,9760 <sup>**</sup>	18,8232 <sup>**</sup>	0,8988 <sup>**</sup>
	MH	1	15,3374 <sup>**</sup>	51,4096 <sup>**</sup>	0,8414 <sup>**</sup>
	GEN x MH	(9)	0,4732 <sup>ns</sup>	2,1333 <sup>ns</sup>	0,014 <sup>ns</sup>
	BLOCO	2	3,679384 <sup>**</sup>	10,9157 <sup>**</sup>	0,2074 <sup>*</sup>
	ERRO	38	0,6444	1,2033	0,0495
	CV (%)		7,42	10,17	9,12
120	GEN	9	9,8916 <sup>**</sup>	32,4704 <sup>**</sup>	1,0061 <sup>**</sup>
	MH	1	46,4807 <sup>**</sup>	127,8174 <sup>**</sup>	1,6140 <sup>**</sup>
	GEN x MH	(9)	1,6502 <sup>*</sup>	3,7528 <sup>*</sup>	0,0886 <sup>ns</sup>
	BLOCO	2	2,7321 <sup>**</sup>	11,8283 <sup>*</sup>	0,3431 <sup>**</sup>
	ERRO	38	0,5879	1,6488	0,0517
	CV (%)		6,22	9,61	8,10
135	GEN	9	20,6078 <sup>**</sup>	33,4473 <sup>**</sup>	1,5491 <sup>**</sup>
	MH	1	91,3942 <sup>**</sup>	286,9615 <sup>**</sup>	0,9883 <sup>**</sup>
	GEN x MH	(9)	1,0533 <sup>ns</sup>	2,4229 <sup>*</sup>	0,0356 <sup>ns</sup>
	BLOCO	2	5,3254 <sup>**</sup>	19,3094 <sup>**</sup>	0,1435 <sup>*</sup>
	ERRO	38	0,5961	1,2597	0,0338
	CV (%)		5,52	7,59	6,05

ns = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade e \*\* = significativo a 1% de probabilidade pelo teste 'F'

Na segunda etapa (B), a partir de 150 DAS, quando a deficiência hídrica foi de 25% da umidade correspondente à capacidade de campo, observou-se interação significativa entre os

fatores, nas três variáveis, havendo influência do estresse sobre a resposta dos genótipos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para altura de plantas (ALT) (cm), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) (mm) em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (MH), na Etapa B, com estresse hídrico de 25% da CC. Campina Grande, 2010

DAS	FV	GL	Quadrado Médio		
			NF	ALT	DC
150	GEN	9	19,6326**	29,0900**	0,8665**
	MH	1	122,7818**	436,6054**	4,5210**
	GEN x MH	(9)	1,1125 <sup>ns</sup>	3,1507*	0,0982 <sup>ns</sup>
	BLOCO	2	3,9844**	11,1453**	0,1874 <sup>ns</sup>
	ERRO	38	0,6603	1,4980	0,0726
	CV (%)		5,44	7,47	8,48
165	GEN	9	23,9229**	19,7969**	1,0119**
	MH	1	247,1679**	866,6120**	6,9258**
	GEN x MH	(9)	2,4932**	4,3011*	0,0687*
	BLOCO	2	2,3705**	12,4324*	0,1029 <sup>ns</sup>
	ERRO	38	0,6563	2,0249	0,0322
	CV (%)		5,05	8,00	5,22
180	GEN	9	1549,8301**	23,3516**	3,5999**
	MH	1	487,5939**	40,0155**	3,4820*
	GEN x MH	(9)	10,2961*	0,7682 <sup>ns</sup>	0,1326**
	BLOCO	2	1,0749 <sup>ns</sup>	3,8796 <sup>ns</sup>	0,1028*
	ERRO	38	1,2315	2,0656	0,0311
	CV (%)		6,39	7,26	4,91
195	GEN	9	45,6663**	34,0636**	0,5555**
	MH	1	1077,9056**	2593,6257**	15,1099**
	GEN x MH	(9)	3,5056*	7,5442**	0,0539 <sup>ns</sup>
	BLOCO	2	2,4126 <sup>ns</sup>	4,4387 <sup>ns</sup>	0,1821*
	ERRO	38	1,2388	2,0623	0,0414
	CV (%)		6,29	6,71	5,52
210	GEN	4	8,9086**	57,6154**	0,915868**
	MH	1	878,4747**	1937,4699**	8,948504**
	GEN x MH	(4)	6,8319*	21,2851**	0,167536*
	BLOCO	2	3,2187**	19,2128 <sup>ns</sup>	0,0746 <sup>ns</sup>
	ERRO	18	1,8515	3,0809	0,0537
	CV (%)		6,95	7,36	6,35

<sup>ns</sup> = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade e \*\* = significativo a 1% de probabilidade pelo teste 'F'

Comparando-se os resultados obtidos nas duas etapas com níveis de estresse hídrico diferenciados percebe-se, na última, significância na interação entre os fatores, como resultado de ser mais intenso o estresse hídrico. Observe-se que na etapa de menor estresse isto só ocorreu

em relação à altura de plantas. Fica uma expectativa na análise dos efeitos dos tratamentos sobre as variáveis, separadamente, com a possibilidade de se identificar genótipos mais tolerantes, quando o nível de estresse aumentou.

### **5.1.1. Número de folhas (NF)**

Conforme a Tabela 1, com dados da etapa A do trabalho, que compreende o período inicial de estudos (50% do nível de umidade correspondente à CC), até 120 DAS, na variável NF o efeito dos fatores foi isolado; em relação ao manejo hídrico (MH), tem-se na Tabela 3, as médias, em todas as épocas de avaliação.

Estudando-se o efeito do manejo hídrico ao longo do tempo verificou-se redução de 12,18, 8,92, 13,35, 16,21%, aos 90, 105, 120 e 135 DAS, respectivamente, ressaltando-se que aos 75 DAS não houve efeito significativo desse fator. Pode-se evidenciar, por estes resultados, que o déficit hídrico progressivo, mesmo em nível moderado, afetou negativamente a produção de folhas nos genótipos de porta-enxertos de citros na fase inicial de sua formação. Merece ser destacado o fato de que, no final da primeira etapa, ou seja, aos 135 DAS, a redução em folhas no tratamento com estresse hídrico em relação ao sem estresse foi da ordem de 12,67%, superior àquela observada na avaliação inicial (3,54%) aos 75 DAS. Esses resultados denotaram menor influência do estresse hídrico sobre as folhas, no início do estudo (primeiros 15 dias de estresse), sendo este efeito, acentuado a partir da segunda avaliação de crescimento, aos 90 DAS.

Sabe-se que os efeitos mais evidentes do estresse hídrico nas plantas consistem em decréscimo na formação da área foliar, fechamento dos estômatos, aceleração da senescência e abscisão das folhas (TAIZ & ZEIGER, 2009). Os autores acrescentam que, quando as plantas são expostas a situações de déficit hídrico exibem, frequentemente, respostas fisiológicas que resultam, de modo indireto, da indisponibilidade de água no solo. Além disso, todos os aspectos de crescimento e desenvolvimento das plantas são afetados pela deficiência hídrica nos tecidos, causada pela excessiva demanda evaporativa ou pelo limitado suprimento de água, ocorrendo desidratação do protoplasto, resultando na diminuição do volume celular e no aumento na concentração de solutos. Nogueira et al. (2005) mencionaram que o processo de crescimento, principalmente em expansão de células e tecidos, que depende da turgescência celular, é o primeiro processo afetado em situações de déficit hídrico.

CC-BY-NC

**Tabela 3.** Número médio de folhas de genótipos de porta-enxertos de citros, para o fator manejo hídrico (Sem estresse – S.E. e Com estresse – C.E.) em diferentes épocas, na Etapa A. com estresse hídrico de 50% da CC. Campina Grande, 2010

DAS	Médias de número de folhas	
	S.E. (100% da CC)	C.E. (50% da CC)
75	7,5392 <sup>a</sup>	7,2665 <sup>a</sup>
90	10,1597 <sup>a</sup>	8,9219 <sup>b</sup>
105	11,3306 <sup>a</sup>	10,3194 <sup>b</sup>
120	13,2142 <sup>a</sup>	11,4539 <sup>b</sup>
135	15,2186 <sup>a</sup>	12,7502 <sup>b</sup>

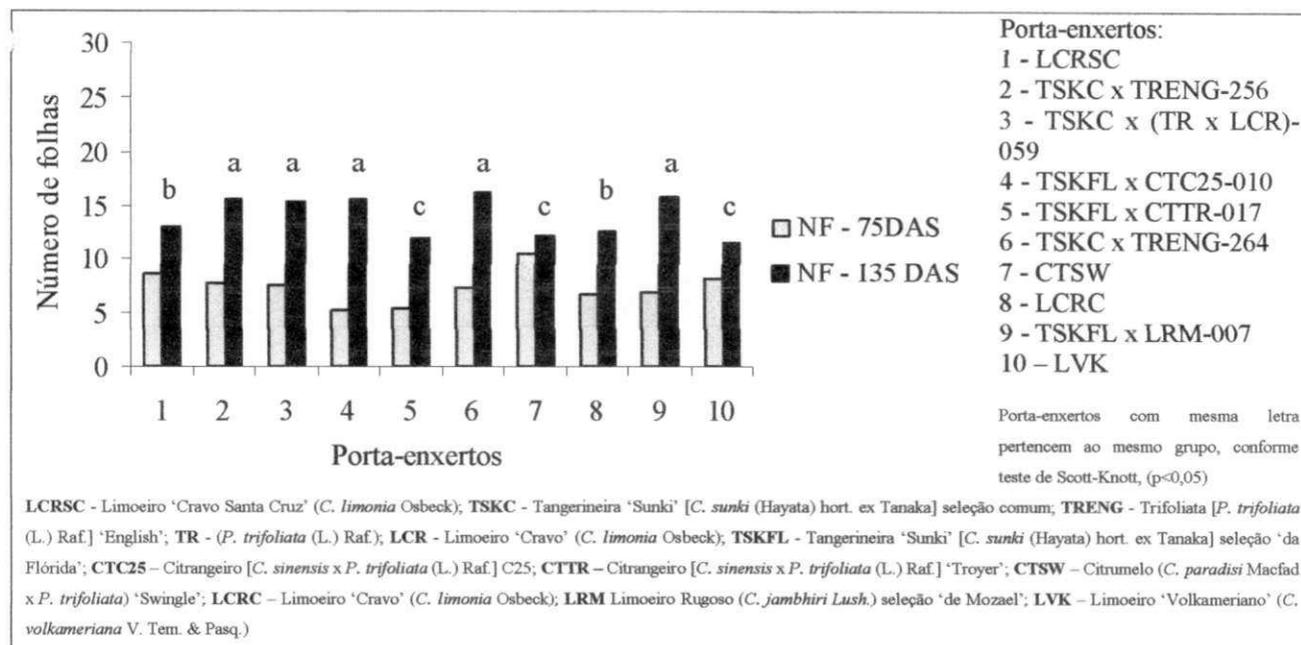
Médias com mesma letra na linha não diferem, estatisticamente, pelo teste 'F'  $p < 0,05$ ; DAS = dias após a semeadura

Na etapa A foi possível classificar três grupos de genótipos por meio da produção de folhas. Na Figura 5 estão as médias de NF em cada genótipo, ao final da primeira etapa da pesquisa, aos 135 DAS, assim como as médias referentes aos 75 DAS. Os porta-enxertos de melhor desempenho neste aspecto, foram: 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKC x TRENG-264' e 'TSKFL x LRM-007', com número médio NF/planta de 15,62, 15,22, 15,61, 16,55 e 15,80, respectivamente. Os genótipos 'LCRSC' e o 'LCRC' tiveram posição intermediária na produção de folhas (13,11 e 12,65) e 'TSKFL x CTTR-017', 'CTSW' e o 'LVK' foram os de menor expressão dessa variável, produzindo as menores médias de folhas (12,01, 12,16 e 11,47 folhas/planta, respectivamente) (Figura 5).

Observando-se, ainda na Figura 5, as médias em cada genótipo aos 75 e 135 DAS, percebe-se aumento na quantidade de folhas entre essas épocas, de 34,70, 50,56, 49,98, 66,92, 54,27, 54,19, 14,13, 47,34, 55,84 e 28,66%, respectivamente, nos porta-enxertos na ordem sequencial (Figura 5). Dentre os materiais genéticos o 'CTSW' teve maior número de folhas aos 75 DAS; entretanto, foi o que aumentou de forma menos pronunciada, com o menor acréscimo na formação de folhas até o final da primeira etapa do experimento. O 'LCRSC' e o 'LVK' também tinham, inicialmente, mais folhas, porém não mantiveram essa característica ao passar do tempo; já o 'TSKFL x CTC25-010' se destacou com o aumento de folhas mais expressivo nesse mesmo intervalo de tempo, o qual tinha, aos 75 DAS, a menor média de folhas.

Galbiatti et al. (2005) registraram, estudando diferentes regimes hídricos em porta-enxertos cítricos, variações em número de folhas, destacando-se o limoeiro 'Cravo' com médias superiores às dos demais em condições de baixa disponibilidade hídrica. Todavia, no presente trabalho, foram constatadas, de modo geral, mais folhas nos híbridos trifoliados fato que, segundo Schafer et al. (2006) e Fochesato et al. (2007), está relacionado ao '*trifoliata*', que produz maior número de folhas tendo, entretanto, menor índice de área foliar, como

consequência de suas características genótípicas de folhas menores. Infere-se que híbridos provenientes desse porta-enxerto também possuam essas características genótípicas, fato observado neste trabalho.



**Figura 5.** Teste de médias para o número de folhas (NF) aos 75 e 135 dias após semeadura (DAS) comparando-se os porta-enxertos de citros estudados sob estresse hídrico. Campina Grande, 2010

Na segunda etapa (B) deste trabalho, abrangendo o período entre 150 e 210 DAS, em que as plantas foram submetidas ao nível de umidade correspondente a 25% da CC, registrou-se efeito significativo de ambos os fatores (MH e GEN), isoladamente e em interação (Tabela 2). A produção de folhas em cada genótipo foi estudada com ênfase na última época de avaliação, com as médias do desdobramento da interação entre os fatores; os resultados estão apresentados na Figura 6 inserindo-se, no Apêndice 2, as médias obtidas em todas as épocas de avaliação.

Aos 210 DAS, final do experimento, os genótipos 'LCRSC', 'TSKFL x CTC25 - 010', 'CTSW', 'LCRC' e 'LVK' não foram avaliados nos tratamentos de estresse hídrico, por não terem resistido à baixa disponibilidade de umidade no substrato (25% da CC), sendo coletados e avaliados antes, aos 195 DAS. Constatou-se, portanto, diferença desses genótipos, comparados aos outros materiais genéticos ('TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTTR-017', 'TSKC x TRENG-264' e 'TSKFL x LRM-007'), menos sensíveis ao estresse hídrico (Figura 6).

O número de folhas na condição sem estresse foi significativamente maior em todos os genótipos, formando-se três grupos diferenciados por agrupamento de médias (Scott-Knott,  $p < 0,05$ ). Maior número de folhas foi formado nos porta-enxertos 'TSKC x TRENG-256',

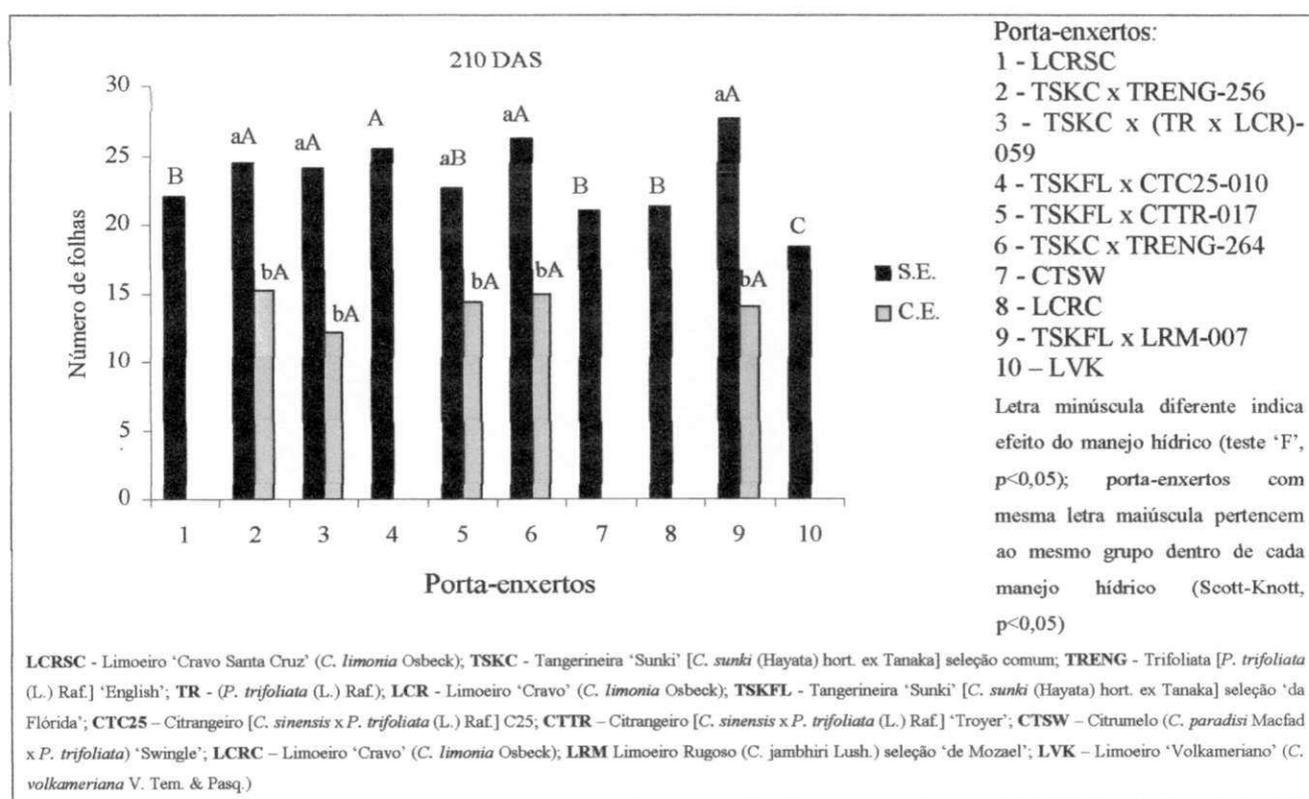
'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25 - 010', 'TSKC x TRENG- 264' e 'TSKFL x LRM-007', encontrando-se médias entre 24,11 e 27,66 folhas por planta; em um grupo intermediário estão os genótipos 'LCRSC', 'TSKFL x CTTR- 017', 'CTSW' e 'LCRC', com número médio de folhas de 21,99, 22,61, 20,94 e 21,34, respectivamente. O porta-enxerto com menor potencial em emissão de folhas foi o 'LVK', com número médio de 18,47 folhas por planta (Figura 6).

Sob condições de maior estresse hídrico (umidade correspondente a 25% da CC), os porta-enxertos sobreviventes ('TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTTR- 017', 'TSKC x TRENG- 264' e 'TSKFL x LRM-007') não se diferenciaram entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, sendo quantificados, respectivamente, decréscimos da ordem de 37,65, 49,44, 36,35, 42,87 e 48,98% no NF das plantas sob estresse, em relação às não estressadas aos 210 DAS reafirmando-se, nesta fase, o efeito redutor do déficit hídrico. É interessante a resposta do híbrido 'TSKC x (TR x LCR)-059' sob maior estresse. O mesmo teve redução no NF maior quando comparado à primeira etapa, quando esteve classificado no grupo de genótipos com maior produção de folhas, evento que pode denotar maior sensibilidade a condições estressantes, em relação aos genótipos do mesmo grupo.

Comparando-se os dados expostos nas Figuras 5 e 6, relacionadas às etapas A (umidade correspondente a 50% da CC) e B (25% da CC), verifica-se que os genótipos mais tolerantes ao estresse hídrico na primeira etapa também o foram na segunda. Ressalte-se que dos tolerantes na primeira etapa não sobreviveu ao maior nível de estresse hídrico apenas o porta-enxerto 'TSKFL x CTC25-010'. Por outro lado, o 'TSKFL x CTTR-017' que não constou na relação dos tolerantes no nível de estresse correspondente a 50% da CC, foi tolerante na variação da supressão hídrica de 50 para 25% da umidade da CC.

O estudo das folhas é imperativo, por se tratar de possível indicativo do rendimento dos vegetais (BENINCASA, 2003). Alguns efeitos do déficit hídrico sobre a morfologia dos vegetais são redução da área foliar, uma das primeiras a surgir, além de menor expansão celular e diminuição da transpiração. Por exemplo, o déficit hídrico afeta negativamente a área foliar tendo como consequência menor divisão e expansão celular e, por conseguinte, diminuição da transpiração; desta forma, o estresse hídrico pode limitar o número de folhas por diminuir o número e a taxa de crescimento dos ramos (KERBAUY, 2004). Farias (2005) enfatiza algumas mudanças e reações morfofisiológicas da planta, como murchamento de folhas e redução da área foliar, menor estatura de planta, fechamento de estômatos e ajustamento osmótico, que reduzem a fotossíntese e afetam negativamente seu crescimento, desenvolvimento e rendimento.

Especificamente nesta segunda etapa foram notadas, em níveis diferenciados, alterações nas folhas das plantas, como enrolamento, dessecamento e abscisão foliar, ocasionadas pelo déficit hídrico, o que levou ao encerramento do trabalho com os genótipos em que isto se deu em maior intensidade, resultando em sua morte. Tais respostas evidenciam redução no aparato foliar com o propósito de diminuir a perda de água. Possivelmente essa menor quantidade de folhas tem relação, também, com a menor altura das plantas em resposta ao déficit hídrico, característica a ser estudada posteriormente; entretanto, salienta-se que na etapa anterior do trabalho não se observou ocorrência de secamento e nem de abscisão foliar, em razão da deficiência hídrica.



**Figura 6.** Teste de médias para o número de folhas (NF) aos 210 dias após semeadura (DAS) comparando-se os porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídrico (sem estresse - S.E. e com estresse - C.E.). Campina Grande, 2010

Ainda no estudo do número de folhas observa-se a dinâmica da produção de folhas nos 10 genótipos durante os períodos de avaliação, em função do tempo (Figura 7). Tais informações são úteis para se ratificar os resultados apresentados anteriormente a respeito desse componente de crescimento.

Nota-se que a produção de folhas no tratamento em que as plantas estavam sem restrição hídrica, obedeceu ao modelo de crescimento linear. Nas plantas em condições ideais de suprimento hídrico, registraram-se incrementos no número de folhas de 61,3, 68,72, 68,57,

71,31, 70,7, 69,27, 62,48, 66,21, 74,09, e 59,78%, respectivamente, nos 10 genótipos, em ordem sequencial, na avaliação final, em relação à primeira avaliação de crescimento. Destacam-se o melhor desempenho em produção de folhas do genótipo 'TSKFL x LRM – 007' e o 'LVK', com menor expressão.

No tratamento hídrico em que as plantas foram submetidas a estresse contínuo, inicialmente de umidade correspondente a 50% da CC, passando a 25% da CC, posteriormente, o modelo a que os dados obtidos melhor se adequaram foi o quadrático; após atingido o máximo em folhas emitidas, constatou-se redução de seu número, em virtude do secamento e abscisão foliar, decorrente da intensidade e magnitude do estresse. Observando-se a dinâmica de produção de folhas nas plantas sob estresse, é possível identificar, em cada genótipo, individualmente, o momento em que foi registrada a máxima produção de folhas e o início de ocorrência da abscisão foliar, o qual ocorreu de forma distinta entre eles.

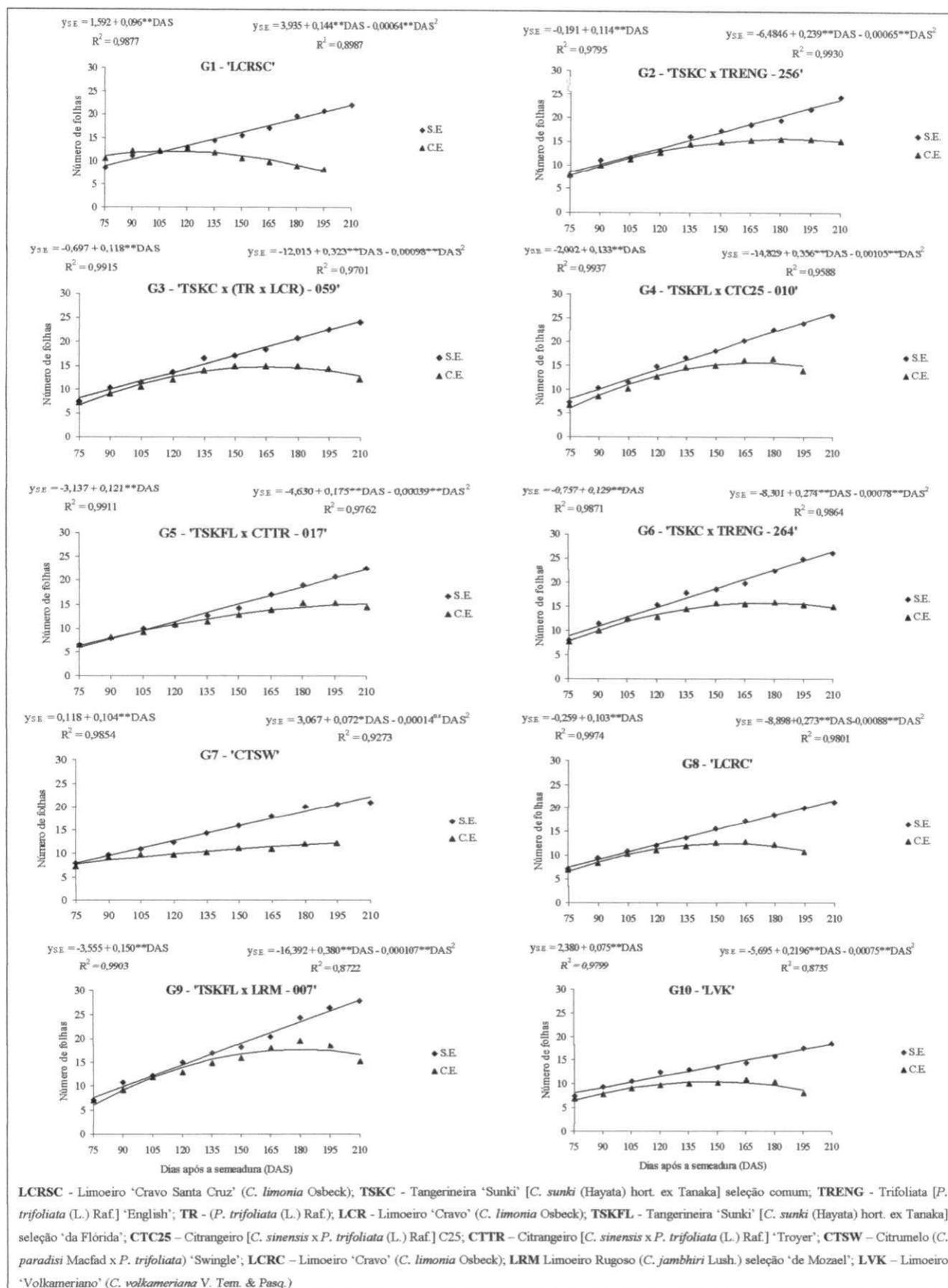
No porta-enxerto 'LCRSC' a perda de folhas ocorreu mais precocemente, depois de 120 DAS, com a produção (média) máxima de 12,03 folhas/planta, reduzindo-se a partir dessa data, com perda de 35% das folhas, aos 195 DAS. Nos genótipos 'LCRC' e 'LVK', a máxima emissão de folhas (12,36 e 10,42 folhas/planta) foi anotada aos 150 DAS, sendo essas médias reduzidas em 10,66 e 16,55% até a última amostragem, aos 195 DAS. Os porta-enxertos 'TSKC x TRENG – 256', 'TSKFL x CTTR – 017', 'TSKC x TRENG – 264' e 'TSKFL x LRM – 007' atingiram maior produção de folhas próximo aos 180 DAS, com estimativas de valores máximos de 15,63, 15,28, 15,79 e 17,55 folhas/planta, respectivamente. Nessa mesma ordem de genótipos foram identificadas reduções, embora pouco expressivas (2,52, 5,81, 5,78 e 6,07%), dos 180 DAS até a última avaliação, realizada aos 210 DAS. Tais dados são concordantes com as conclusões de Schafer et al. (2006) e Fochesato et al. (2007) sobre a maior potencialidade dos híbridos trifoliados em produção de folhas. Por exemplo, o genótipo 'CTSW' teve um comportamento diferenciado em relação às folhas, pois seguiu uma tendência de aumento lento até os 195 DAS, ocorrendo secamento e abscisão das folhas, de forma mais intensa, somente após essa época, levando à morte de muitas plantas. O alto índice de secamento determinou a avaliação destrutiva do mesmo, antecipadamente, apesar de não se notar redução de NF (Figura 7).

Dessecamento e abscisão mais intensa foram constatados no período final da exposição das plantas à restrição hídrica, na etapa B, em que o estresse hídrico foi de 25% da umidade correspondente à CC, fato, só reafirma a teoria de que o estresse é maior quando é aplicado em maior intensidade de tempo e pressão, embora possa ocorrer o endurecimento das plantas, permitindo tolerância às condições adversas. Constataram-se de forma mais acentuada, em

alguns genótipos, notadamente em plantas do genótipo 'LVK', o secamento, o enrolamento e, por conseguinte, a abscisão das folhas, conforme se vê na Figura 8.

A respeito da diminuição das folhas Kerbauy (2004) explica que sob déficit hídrico geralmente há abscisão foliar, pois se ocorrer estresse após crescimento substancial da área foliar, acontece senescência foliar a fim de as plantas ajustarem a área foliar. A queda de folhas mais velhas e a consequente redução no número de folhas são consideradas, por Taiz e Zeiger (2009), reação comum das plantas em situações de déficit hídrico, quando a abscisão foliar é estimulada pela síntese acentuada de etileno e maior sensibilidade a esse fenômeno. A senescência foliar é responsiva ao déficit hídrico e ocorre após a redução no surgimento de novas folhas (SMIT & SINGELS 2006).

Acrescente-se que a salinização do substrato, em virtude das irrigações e aos sais, conseqüentemente, contidos na água, tal como devido às adubações realizadas ao longo do período experimental, pode ter ajudado conjuntamente com a deficiência hídrica acentuando a ocorrência dos efeitos observados nas plantas (Apêndice 1). Além de outros efeitos da salinidade, alguns autores (TAIZ & ZEIGER, 2009; EPSTEIN & BLOOM, 2006) reportam que a salinidade produz efeito osmótico restringindo a absorção de água pelas raízes sob baixo potencial hídrico na solução do solo, o que pode resultar em redução na turgescência das células, comprometendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas.



**Figura 7.** Número de folhas ao longo do tempo nos dez porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010



**Figura 8.** Dessecamento, enrolamento e abscisão foliar em limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.) em resposta ao estresse hídrico. Campina Grande, 2010

### 5.1.2. Altura de plantas (ALT)

Conforme a análise de variância (Tabela 1), registrou-se influência significativa, de forma isolada, dos dois fatores (MH e GEN) sobre a ALT, até 105 DAS e em interação, nas duas últimas avaliações. Portanto, até 105 DAS o efeito da deficiência hídrica sobre a altura dos porta-enxertos foi similar em todos eles.

Enfocou-se neste estudo, o efeito do estresse hídrico sobre a altura das plantas nas duas amostragens finais da pesquisa, quando foi significativa a interação entre os fatores. Os dados de MH x GEN, obtidos ao final da etapa A, estão expostos na Figura 9A; já na Figura 9B, os relativos à última época de avaliação da etapa B, com os testes de comparação de médias; as médias de altura de plantas, mensuradas nos porta-enxertos, em todas as épocas, na etapa A, estão no Apêndice 3.

Nos dados de altura de plantas da avaliação feita aos 135 DAS, verificou-se que o fator manejo hídrico (MH) exerceu influência significativa ( $p < 0,05$ ), na altura dos genótipos estudados excetuando-se, dentre eles, apenas, o ‘TSKFL x CTTR-017’, que não teve diferença significativa entre as médias dos tratamentos sem e com estresse. Mesmo assim, as plantas do referido genótipo tiveram altura reduzida em 12,53% quando cultivado sob estresse hídrico. Nos demais porta-enxertos (‘LCRSC’, ‘TSKC x TRENG-256’, ‘TSKC x (TR x LCR)-059’,

‘TSKFL x CTC25-010’, ‘TSKC x TRENG-264’, ‘CTSW’, ‘LCRC’, ‘TSKFL x LRM-007’ e ‘LVK’), em que se registrou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nas médias dos dois manejos hídricos, identificaram-se reduções mais expressivas na altura (26,15, 24,47, 25,41, 22,22, 24,35, 30,29, 26,72, 25,10 e 34,55%, respectivamente), comparando-se plantas cultivadas no nível de umidade correspondente à CC com aquelas irrigadas com 50% da umidade na CC. Merecem destaque os genótipos ‘LVK’ e ‘CTSW’, com os maiores decréscimos na altura em condições de estresse hídrico de 50% da umidade correspondente à CC, sugerindo-se serem mais sensíveis ao baixo teor de umidade, mesmo em pequena intensidade, assim como verificado nos genótipo ‘LCRC’ e ‘TSKFL x LRM-007’, que não se distinguiram dos últimos citados, em situação de restrição hídrica (Figura 9A).

A altura de plantas variou em função dos porta-enxertos; conforme o teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) percebe-se comportamento diferenciado nos genótipos não estressados (S.E.) e a formação de três grupos, em função do crescimento em altura. As plantas maiores foram identificadas no híbrido ‘TSKC x (TR x LCR)-059’, com média de 20,89 cm de altura; em posição intermediária no crescimento do caule, encontrando-se médias entre 16 e 18 cm, foram identificados os genótipos ‘LCRSC’, ‘TSKC x TRENG-256’, ‘TSKFL x CTC25-010’, ‘TSKC x TRENG-264’, ‘CTSW’, ‘LCRC’, ‘TSKFL x LRM-007’ e ‘LVK’, formando o segundo grupo de porta-enxertos; as menores plantas, com altura média de 9,73 cm, foram as do híbrido ‘TSKFL x CTTR-017’.

Sob deficiência hídrica, com umidade do substrato mantida em 50% do conteúdo hídrico, se diferenciaram, também, três grupos de porta-enxertos pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) (Figura 9A). As maiores alturas foram identificadas nos genótipos ‘LCRSC’, ‘TSKC x TRENG-256’, ‘TSKC x (TR x LCR)-059’, ‘TSKFL x CTC25-010’ e ‘TSKC x TRENG-264’, com médias de 13,44, 13,43, 15,58, 13,96 e 13,88 cm, respectivamente, fato que os coloca entre os porta-enxertos com melhor potencial de crescimento mesmo sob estresse; no segundo grupo, se agruparam ‘CTSW’, ‘LCRC’, ‘TSKFL x LRM-007’ e ‘LVK’, com alturas entre 11,14 e 12,08 cm; por fim, as menores plantas foram as do híbrido ‘TSKFL x CTTR-017’, tal como se observou na condição sem estresse hídrico, mensurando-se altura média em torno de 8,5 cm (Figura 9A).

Ressalte-se que o porte menor do porta-enxerto ‘TSKFL x CTTR-017’ 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 20% em relação à condição de cultivo sem estresse. Esta característica morfológica deve estar associada à sua constituição genética pois, resultados promissores de potencial para

cultivo sob déficit hídrico, foram descritos por Cerqueira et al. (2004) para o 'TSKFL x CTTR-017', tal como por Brito (2010), sob estresse salino. De modo geral, esses autores encontraram, nos híbridos trifoliados, menor sensibilidade ao déficit hídrico, em cujas condições mantiveram assimilação orgânica, mesmo em menores taxas, devido, provavelmente, aos seus menores portes e também por serem trifoliados, tendo folíolos reduzidos.

Ao final da etapa B, aos 210 DAS, conforme já mencionado, os genótipos 'LCRSC', 'TSKFL x CTC25-010', 'CTSW', 'LCRC' e 'LVK' não resistiram à intensidade do estresse hídrico; fez-se, então, a última avaliação de crescimento nesses porta-enxertos aos 195 DAS continuando, porém, a análise de crescimento nas plantas testemunhas, sem estresse hídrico. Estão apresentadas na Figura 9B, as médias do desdobramento da interação entre os fatores na última época de avaliação do crescimento das plantas.

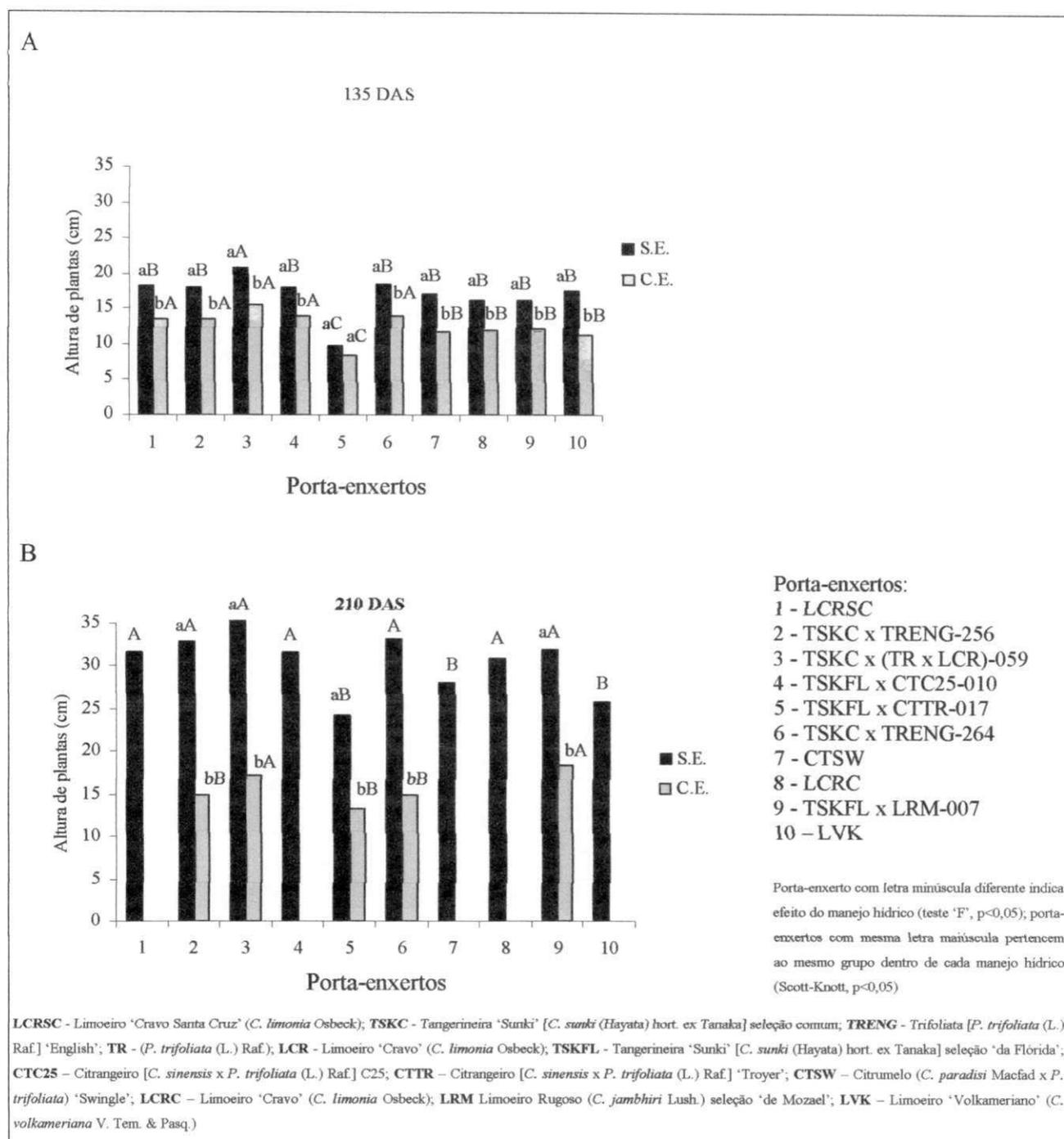
Saliente-se que, para os genótipos não sobreviventes ao estresse hídrico, estão apresentados os dados de altura de plantas somente no tratamento testemunha. Nos demais genótipos ('TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTTR-017', 'TSKC x TRENG-264', 'TSKFL x LRM-007'), observou-se redução significativa ( $p < 0,05$ ) na altura das plantas expostas ao estresse severo por deficiência hídrica (25% da umidade correspondente à CC), observando-se que o estresse hídrico causou diminuição na altura dos referidos porta-enxertos, na ordem de 54,55, 53,56, 44,83, 54,94 e 42,02%, respectivamente. Comportamento relevante se observa nos genótipos 'TSKFL x CTTR-017' e 'TSKFL x LRM-007', nos quais se tem as menores reduções de crescimento, reafirmando-se o resultado obtido na etapa anterior, fato que permite dizer que os materiais têm boa capacidade de adaptação ao déficit hídrico.

Pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), a ALT variou entre os genótipos nos dois manejos hídricos diferenciando-se, nos dois casos, dois grupos de porta-enxertos (Figura 9B). No manejo sem estresse hídrico as maiores plantas pertenceram aos genótipos 'LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKC x TRENG-264', 'LCRC', e 'TSKFL x LRM-007', destacando-se médias de altura compreendidas entre 30,97 cm e 37,19 cm de altura. Com plantas de porte menor figuraram no segundo grupo, os genótipos 'TSKFL x CTTR-017', 'CTSW' e 'LVK', nos quais se constataram alturas de 24,29, 28,09 e 25,80 cm, respectivamente. Sob 25% da umidade relativa à capacidade de campo o grupo das maiores plantas foi formado pelos híbridos 'TSKC x (TR x LCR)-059' e 'TSKFL x LRM-007', tendo médias de 17,27 e 18,51 cm de altura do caule, respectivamente, que já estiveram classificados nesse grupo quando conduzidos sem estresse, e o grupo de genótipos com menor altura foi composto pelos híbridos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKFL x CTTR-017' e 'TSKC x

TRENG-264', nos quais as médias finais foram 14,92, 13,40 e 14,95 cm, como se pode notar, ainda, no Apêndice 3.

Comparativamente, pelos dados expostos na Figura 9A e 9B, referentes às etapas A e B do experimento, constatou-se aumento expressivo no percentual de redução da altura quando o estresse foi de 25% da CC, em relação aos resultados na etapa de estresse com 50% da umidade correspondente à CC. Foi destacado o 'TSKC x (TR x LCR)-059', com maior crescimento, mesmo sob estresse hídrico, nas duas etapas; os genótipos 'TSKFL x LRM-007' e 'TSKFL x CTTR-017' se destacam, também, com maior tolerância na segunda etapa, em relação à anterior, denotando-se serem mais adaptados à condição de déficit hídrico; ao contrário, os genótipos 'TSKC x TRENG-256' e 'TSKC x TRENG-264', que constaram na relação dos genótipos de melhor crescimento no nível de estresse correspondente a 50% da CC, quando aumentou a deficiência hídrica (25% da CC), passaram para o grupo de menor altura.

Em estudo com porta-enxertos cítricos sob déficit hídrico, Cerqueira et al. (2004) concluíram que genótipos tradicionais, como os limoeiros 'Volkameriano' ('LVK') e 'Cravo' ('LCRSC') foram mais sensíveis ao déficit hídrico com maior redução do potencial hídrico e baixa capacidade de recuperação. No presente estudo os referidos porta-enxertos, além de outros ('TSKFL x CTC25- 010', 'CTSW' e 'LCRC'), tiveram, também, maior sensibilidade, uma vez que não resistiram ao tratamento de maior estresse hídrico. Magalhães Filho et al. (2008) explicaram, em seu trabalho com estresse hídrico em laranja 'Valência' (*C. sinensis* Osbeck), que o substrato orgânico, utilizado para o crescimento das plantas, é proveniente do processo fotossintético, e plantas dessa espécie, sob estresse progressivo, praticamente, ficam sem produção de substrato para o crescimento. Acrescente-se que o crescimento das plantas superiores é muito mais sensível às condições hídricas e a resposta é muito mais rápida ao estabelecer situação de carência hídrica, comparando-se a qualquer outro fator ambiental capaz de estabelecer situação de estresse pois, primordialmente, a fase de alongamento celular depende da absorção de água (TAIZ & ZEIGER, 2009).



**Figura 9.** Teste de médias para a altura de plantas (ALT) aos 135 (A) e 210 dias após semeadura (DAS) (B) comparando-se os porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (sem estresse – S.E. e com estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

Na Figura 10 está disposto o crescimento em altura de cada genótipo nas avaliações realizadas ao passar do tempo, como complemento às informações já apresentadas no estudo dessa variável. No tratamento em que as plantas estavam sem restrição hídrica, percebe-se ajuste dos dados ao modelo de crescimento linear, em todos os genótipos. Nesta condição de cultivo, se constataram, aos 210 DAS, incrementos da ordem de 70,44, 77,88, 78,94, 82,09, 88,37, 79,12, 65,43, 75,96, 82,92 e 61,95%, respectivamente, em relação à altura inicial das

plantas, mensurada aos 75 DAS. Na análise desse componente morfológico o 'LVK' teve o desempenho menos expressivo, com o menor incremento durante o transcorrer do experimento fato relacionado, certamente, às características genéticas próprias desse genótipo.

Nas plantas submetidas a estresse hídrico contínuo, inicialmente, com 50% da umidade correspondente à CC, passando a 25% da CC, posteriormente, os dados obtidos melhor se adequaram ao modelo sigmoidal, pois, ocorreu aumento inicial em altura mais acentuado, seguido por tendência de crescimento lento e constante. A esse caso, se excetuam os genótipos 'TSKFL x CTTR - 017', 'CTSW' e 'TSKFL x LRM - 0,007', que tiveram comportamento diferenciado, mantendo o crescimento linear, mesmo sob estresse hídrico, porém, em intensidade moderada. Nas curvas de crescimento, notam-se as épocas em que a distinção em altura das plantas entre as duas condições de manejo aumenta, ao passar do tempo, em cada genótipo. De forma generalizada, ocorreu maior diferença na altura entre os dois manejos hídricos a partir de 150 DAS, época da primeira avaliação das plantas sob estresse hídrico mais drástico (25% da CC).

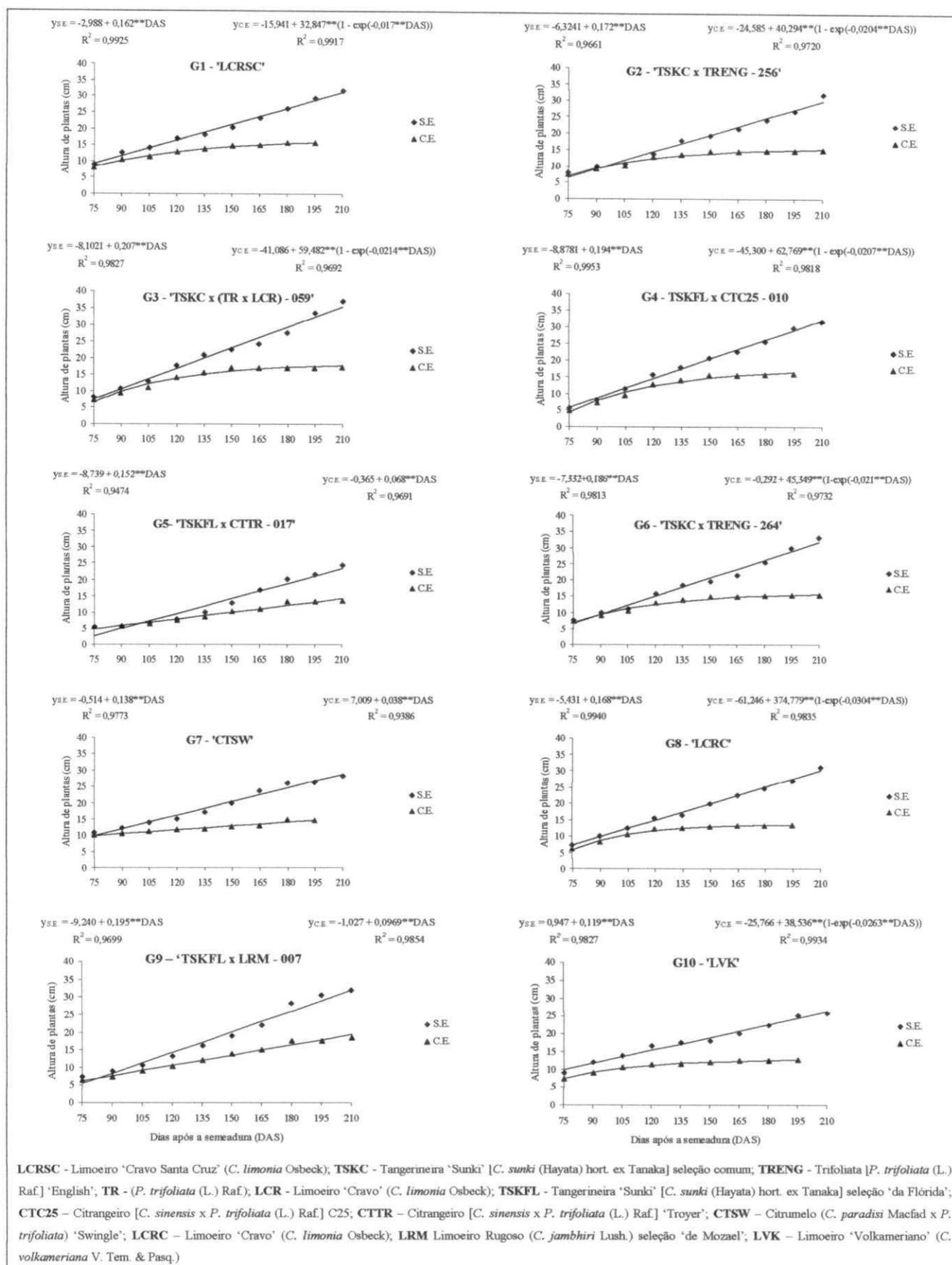
Convém comparar portanto, a altura entre os manejos sem e com estresse, distinguindo-se os dois intervalos de tempo correspondentes à diferenciação das duas etapas e dos níveis de estresse. Para tanto, foram considerados os dados da etapa A desse estudo, abrangendo o período de avaliação de 75 até 135 DAS, referente ao menor estresse hídrico (nível de umidade do substrato de 50% do conteúdo hídrico em CC), e o intervalo dos 150 DAS até o encerramento do experimento, correspondente à etapa B, época de estresse mais severo (nível de umidade do substrato de 25% do conteúdo hídrico em CC).

Na primeira etapa, em cada genótipo, calcularam-se, nas condições sem estresse e com estresse, respectivamente, incrementos ao longo do tempo de 51,44 e 41,32% ('LCRSC'), 61,01 e 46,54% ('TSKC x TRENG-256'), 62,48 e 56,91% ('TSKC x (TR x LCR)-0,59'), 68,77 e 67,07% ('TSKFL x CTC25-010'), 77,6 e 46,76% ('TSKFL x CTTR-017'), 62,75 e 49,35% ('TSKC x TRENG-264'), 45,69 e 18,66% ('CTSW'), 58,4 e 52,09% ('LCRC'), 68,33 e 51,89% ('TSKFL x LRM-0071') e 41,98 e 36,41 ('LVK'), dentre os quais se evidencia ganho menos expressivo em altura no 'LVK', tanto sob estresse, como na condição normal de umidade, reafirmando-se o resultado constatado anteriormente. O genótipo 'TSKFL x CTC25-010' teve, nessa fase, boa tolerância ao déficit hídrico já que seu crescimento foi semelhante em ambas as condições de umidade do substrato de cultivo.

No segundo intervalo as taxas de ganho em altura foram menores, até mesmo nas plantas não estressadas; entretanto, de forma mais acentuada nas plantas cultivadas sob estresse. Tal fato se relaciona, possivelmente, com a limitação do recipiente de cultivo. Nesta etapa, se

quantificaram taxas de aumento nas condições sem e com estresse, respectivamente de 31,31 e 8,09%, 34,61 e 8,69%, 35,08 e 9,68%, 36,48 e 10,29%, 39,27 e 29,31%, 35,16 e 8,73%, 29,06 e 11,96%, 33,76 e 4,36%, 36,85 e 30,08%, 27,53 e 4,11%, nos genótipos 'LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-0,59', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017', 'TSKC x TRENG-264', 'CTSW', 'LCRC', 'TSKFL x LRM-0,007' e 'LVK'. É importante a observação de que nos genótipos 'LCRSC' e 'LVK' é maior a diferença entre as duas condições, desde a primeira avaliação de crescimento, sendo este último o de menor expressão de crescimento com conteúdo hídrico do substrato em 25% da umidade em CC, fato que diverge das informações citadas por Galbiati et al. (2005), sobre a boa tolerância desses porta-enxertos à deficiência hídrica.

Nascimento et al. (2010) compararam três genótipos de porta-enxertos cítricos e identificaram, no limoeiro 'Cravo', maior sensibilidade ao estresse hídrico com decréscimo de 51,39% na altura, cultivado sob estresse de 25% da CC, fato também registrado no presente estudo com redução na altura desse porta-enxerto de 51,87% na época final de avaliação. Por outro lado, maiores ganhos, mesmo sob estresse de 25% do conteúdo hídrico do substrato em CC foram constatados nos genótipos 'TSKFL x CTTR - 017' e 'TSKFL x LRM-007'. Notam-se, na segunda etapa, menores diferenças na taxa de incremento das plantas sem estresse e com estresse nos genótipos 'TSKFL x CTTR - 017' e 'TSKFL x LRM-007'. O estresse moderado (50% da umidade de CC), imposto aos genótipos, pode ter contribuído para seu melhor desempenho quando foram submetidos a estresse hídrico severo (25% da umidade de CC). Giaveno e Oliveira (2008) relatam que situações de estresse leves podem ser utilizadas para aumentar a qualidade de determinados vegetais; quando em menor disponibilidade de água o vegetal tende a se adaptar a situações não tão favoráveis, desenvolvendo-se mais precocemente, para se garantir, enquanto espécie, no ambiente caracterizando, assim, certo grau de tolerância ao déficit hídrico.



**Figura 10.** Altura de plantas ao longo do tempo nos dez porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

### 5.1.3. Taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCRALT)

Como se verifica no resumo da análise de variância dos dados de taxa de crescimento relativo em altura (TCRALT) (Tabela 4), abrangendo as duas etapas de estudos, houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) isolado, em função dos fatores MH e GEN, nos dados da etapa A (de 75 a 135 DAS) e, em interação, nos dados da etapa B (150 – 210 DAS). Os referidos resultados são úteis para se conhecer o efeito do estresse hídrico na altura de plantas, tendo como base quanto já havia crescido antes (crescimento relativo), identificando-se os genótipos com maior tolerância ao estresse na segunda etapa, com 25% da umidade correspondente à CC, após as plantas terem passado por estresse menos intenso, com 50% da umidade correspondente à CC.

Os resultados da TCRALT são semelhantes aos registrados na ALT, quando se notou interação ( $p < 0,05$ ) com a continuidade do estresse hídrico, indicando efeito diferenciado entre os genótipos, especificamente no último intervalo de avaliações.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para as taxas de crescimento em altura de plantas (TCRALT) em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN), sob dois manejos hídricos (MH), nas duas etapas da pesquisa (A: 75 – 135 DAS e B: 150 – 210 DAS) com estresses de 50 e 25% da CC, respectivamente. Campina Grande, 2010

FV	GL	Quadrado Médio	
		TCRALT	
		75 – 135 DAS	150 – 210 DAS
GEN	9	0,000085**	0,000011**
MH	1	0,000145**	0,000659**
GEN x MH	(9)	0,00000 <sup>ns</sup>	0,000005**
BLOCO	2	0,000004 <sup>ns</sup>	0,000001 <sup>ns</sup>
ERRO	38	0,000002	0,0000007
CV (%)		12,81	16,06

<sup>ns</sup> = não significativo e \*\* = significativo a 1%, de probabilidade pelo teste 'F'; DAS = dias após a semeadura.

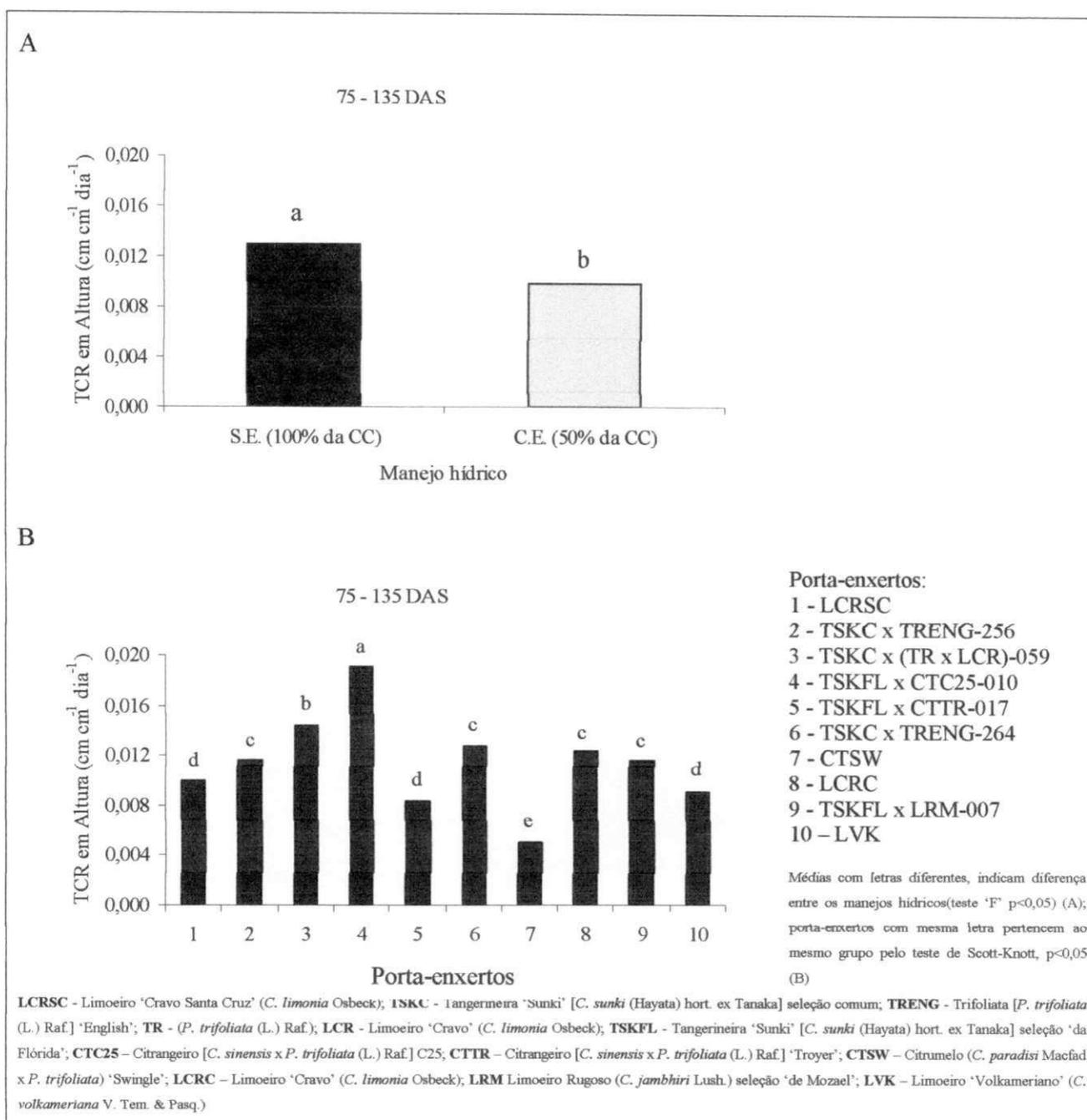
Na primeira etapa (A) desse estudo, a variável TCRALT, foi significativamente maior nas plantas que não passaram por estresse hídrico (Figura 11A), tendo o déficit hídrico de 50% da umidade correspondente à CC causado redução na taxa de crescimento diário das plantas, em 23,84%. O menor crescimento nas plantas sob estresse, é resultante, certamente, das alterações morfológicas ocasionadas pelo déficit hídrico e mudanças no metabolismo de carbono e/ou de nitrogênio (TAIZ & ZEIGER, 2009). A falta de água no solo, portanto, limita o crescimento das espécies vegetais, ocasionando efeitos deletérios que poderão afetar o seu desenvolvimento e produtividade (LECHINOSKI et al., 2007).

Nessa fase (Etapa A), em que as plantas foram submetidas ao nível de estresse correspondente a 50% da umidade em CC ocorreu também, diferença entre os genótipos na TCRALT (Tabela 4), sendo os porta-enxertos distribuídos em cinco grupos por aglutinação de médias (Scott-Knott,  $p < 0,05$ ), como verificado nos resultados apresentados na Figura 11B. Melhor desempenho foi registrado no genótipo 'TSKFL x CTC25-010', com a maior taxa de alongamento do caule ( $0,0191 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ); o segundo maior desempenho foi o de 'TSKC x (TR x LCR)-059', com média de crescimento do caule de  $0,0144 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ; os porta-enxertos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x TRENG-264', 'LCRC' e 'TSKFL x LRM-007' formaram o terceiro grupo conforme semelhança das médias de TCRALT; no quarto grupo figuraram os genótipos 'TSKFL x CTTR-017' e 'LVK', enquanto o 'CTSW' se classificou em um grupo isolado, com desempenho de crescimento mais baixo ( $0,0051 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ).

Nesses resultados iniciais merece destaque o genótipo 'TSKFL x CTC25-010', que foi identificado, entre outros, de porte menor em altura (Figura 9A) e, portanto, pressupõe-se que sua posição de maior TCRALT pode ser relacionada à sua maior capacidade de alocação de fitomassa para crescimento em altura, em relação à matéria pré-existente; entretanto, esse porta-enxerto não resistiu até o final da segunda etapa de estudos da pesquisa, quando as plantas foram submetidas ao maior nível de estresse, conforme a Figura 9B.

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 'TSKFL x CTC25-010', maior capacidade e eficiência fotossintética, considerando-se o estudo feito nesta fase com as médias dos estresses.

Passos et al. (2006) relataram que híbridos trifoliados têm melhor adaptação às condições subtropicais ou temperadas e são mais indicados para condições tropicais. Um desempenho melhor foi verificado, neste estudo com os porta-enxertos derivados de cruzamentos com o '*trifoliata*', não apenas quanto à TCRALT mas também se considerando outros aspectos já estudados, como número de folhas, excetuando-se neste caso, o 'CTSW'.



**Figura 11.** Teste de médias para taxa de crescimento relativo em altura de plantas de 75 a 135 dias após semeadura (DAS) comparando-se os manejos hídricos (A) e os porta-enxertos de citros estudados. Campina Grande, 2010

Na etapa B, compreendendo o período de restrição hídrica correspondente a 25% da umidade de CC, no período entre 150 e 210 DAS, foi analisada a TCRA LT pelo efeito da interação entre os fatores *manejo hídrico* (MH) e *genótipo* (GEN). O resultado do desdobramento da interação está apresentado na Figura 12, expondo-se as médias de todos os genótipos no Apêndice 4. Ressalte-se que nos genótipos que não resistiram até a última avaliação de crescimento (210 DAS) foi considerado, na estimativa da TCRA LT, o período de 150 até 195 DAS.

O estresse hídrico de 25% da CC causou redução significativa ( $p < 0,05$ ) na TCRALT das plantas e as reduções registradas em cada genótipo, neste período, em relação às plantas na ausência de estresse, foram de 94,25, 92,92, 96,42, 89,87, 58,14, 98,56, 48,38, 87,79, 46,59 e 84,52%, respectivamente nos genótipos 'LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25- 010', 'TSKFL x CTTR - 017', 'TSKC x TRENG- 264', 'CTSW', 'LCRC', 'TSKFL x LRM-007' e 'LVK'. É interessante observar que os genótipos com menor redução na TCRALT também tiveram a altura menos afetada pelo estresse hídrico, conforme resultados apresentados anteriormente, na Figura 11 tendo, assim, as melhores taxas e as menores diferenças entre os estresses.

Referindo-se, ainda, à Figura 11, constata-se diferença na variável TCRALT entre os genótipos, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), com formação de três grupos de porta-enxertos, quando conduzidos sem estresse hídrico. O maior crescimento diário ( $0,0115 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) das plantas não estressadas, foi identificado no 'TSKFL x CTTR- 017', sendo o primeiro grupo formado apenas por esse porta-enxerto; no segundo grupo figuraram os genótipos 'LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25- 010', 'TSKC x TRENG- 264' e 'TSKFL x LRM-007' e tiveram as menores taxas de alongamento do caule, os genótipos 'CTSW', 'LCRC' e 'LVK' ( $0,0062$ ,  $0,0068$  e  $0,0073 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ).

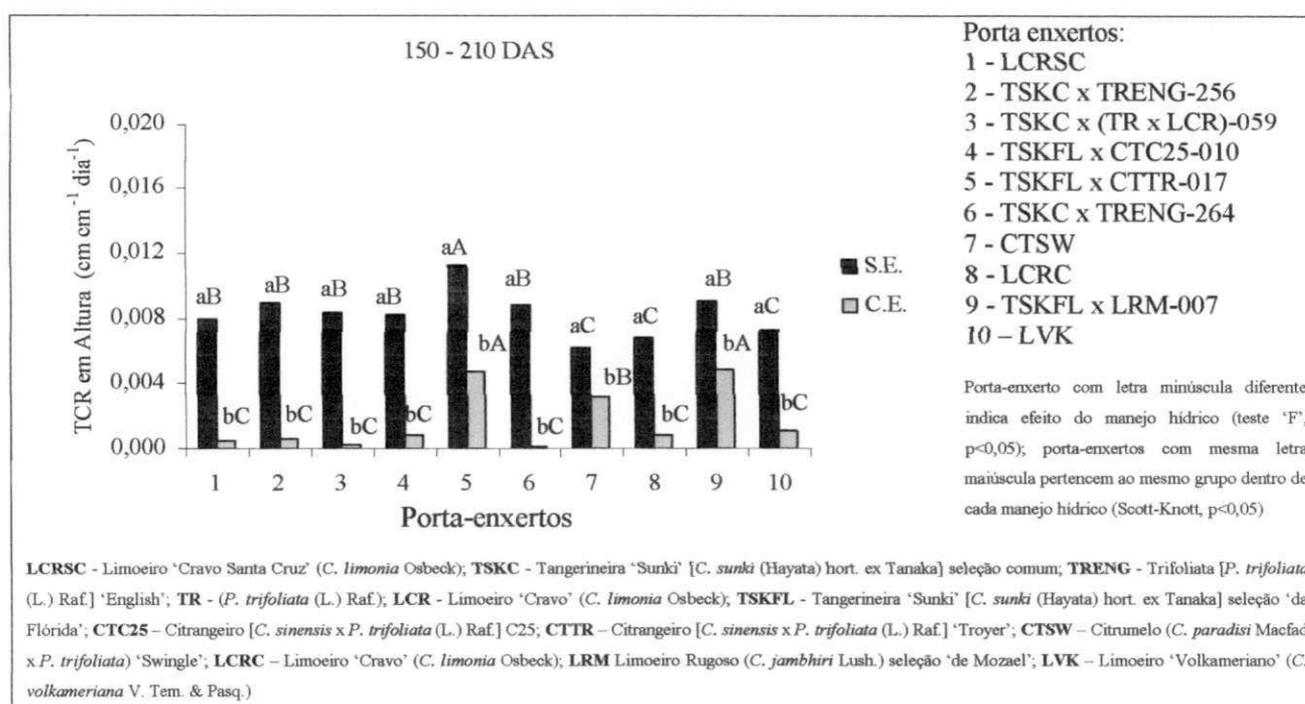
Sob estresse hídrico de 25% da umidade de CC no substrato, o porta-enxerto 'TSKFL x CTTR-017' manteve a maior TCRALT ( $0,0048 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) acrescentando-se, a ele, o 'TSKFL x LRM-007' ( $0,0047 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ); o 'CTSW' teve posição intermediária, quanto à taxa de crescimento, aumentando cerca de  $0,0032 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , nesse período; os demais genótipos ('LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKC x TRENG- 264', 'LCRC' e 'LVK') sofreram as mais drásticas reduções na taxa de crescimento em altura, ficando no grupo de menores médias, com  $0,00046$ ,  $0,00063$ ,  $0,00030$ ,  $0,00083$ ,  $0,00013$ ,  $0,00083$  e  $0,00113 \text{ cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , respectivamente, nesse nível de estresse. O 'Citrumelo Swingle' ('CTSW') teve desempenho melhor que na avaliação anterior podendo ter desenvolvido essa capacidade de aclimatação em virtude da exposição ao nível de estresse anterior, porém, não resistiu até o final dos tratamentos.

Peixoto et al (2006) encontraram estudando plantas de citros sob estresse hídrico, redução da taxa de crescimento relativo e ressaltaram que esse parâmetro estima a eficiência da planta em acumular material, incluindo-se entre os indicadores de tolerância ao estresse. Por esse indicador de tolerância os genótipos identificados de menor TCRALT na presença de estresse hídrico e, portanto, considerados de menor tolerância, foram os pertencentes ao último

grupo citado ('LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKC x TRENG-264', 'LCRC', e 'LVK').

Os híbridos 'TSKFL x CTTR-017' e 'TSKFL x LRM-007' têm o crescimento menos afetado pelo déficit hídrico, pelos melhores resultados encontrados nesses porta-enxertos, sugerindo melhor eficiência no crescimento relativo ao material acumulado gradativamente. Saliente-se que uma taxa de crescimento relativo maior indica melhor eficiência na formação de fotoassimilados pelos tecidos pré-existentes, fato notado principalmente no 'TSKFL x CTTR-017', apesar sua menor altura.

Tais resultados concordam com os reportados por Cerqueira et al. (2004) ao indicarem haver maior sensibilidade dos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', em comparação com os híbridos provenientes de tangerina 'Sunki'. Apesar de se ter verificado sensibilidade desses porta-enxertos tradicionais também se notou para alguns híbridos de 'Sunki', como o 'TSKFL x CTC25-010' e o 'CTSW', que não resistiram ao estresse hídrico severo. É relevante destacar que a análise de crescimento possibilita identificar as características das plantas associadas às suas adaptações às condições de estresse, bem como, seu potencial de produção sob condições ótimas de crescimento, podendo propiciar informações dos efeitos do ambiente sobre as diferenças entre espécies (ANDRADE et al., 2005).



**Figura 12.** Teste de médias para taxa de crescimento relativo em altura de plantas de 150 a 210 dias após semeadura (DAS) comparando-se os os porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

#### 5.1.4. Diâmetro do caule (DC)

Conforme resultados da análise de variância referentes aos dados da etapa A do trabalho, o efeito dos fatores manejo hídrico (MH) e genótipos (GEN) na variável DC foi isolado (Tabela 1); em relação a MH, as médias de diâmetro do caule em todas as datas avaliadas nessa etapa, estão apresentadas na Tabela 5; os dados de diâmetro do caule aos 75 e 135 DAS, referentes ao fator GEN, estão apresentados na Figura 13, com a comparação das médias pelo teste de Scott-Knott, e as médias em todas as demais épocas de avaliação, em cada genótipo, são expostas no Apêndice 6.

O déficit hídrico imposto às plantas resultou em diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nas médias de diâmetro do caule, em todas as épocas de avaliação do crescimento; registraram-se reduções de 6,50, 4,36, 9,25, 11,03 e 10,04% aos 75, 90, 105, 120 e 135 DAS, nesta variável, ocasionadas pela exposição ao estresse hídrico, em comparação com as plantas que não sofreram estresse (Tabela 5). O diâmetro do caule foi mais afetado no final do período de avaliações, correspondente à etapa de estresse de 50% do nível de umidade correspondente à CC, em relação à avaliação inicial; entretanto, aos 135 DAS tendência de atenuação desse efeito negativo do estresse no DC, haja vista ser a redução registrada nessa época, menor que na avaliação feita aos 120 DAS (Tabela 5).

**Tabela 5.** Médias de diâmetro do caule (mm) entre os genótipos de porta-enxertos de citros, para o fator manejo hídrico (Sem estresse – S.E. e Com estresse – C.E.) em diferentes épocas, na Etapa A, com estresse hídrico de 50% da CC. Campina Grande, 2010

DAS	Médias de diâmetro do caule	
	S.E. (100% da CC)	C.E. (50% da CC)
75	1,9788 <sup>a</sup>	1,8500 <sup>b</sup>
90	2,2317 <sup>a</sup>	2,1342 <sup>b</sup>
105	2,5595 <sup>a</sup>	2,3227 <sup>b</sup>
120	2,9721 <sup>a</sup>	2,6440 <sup>b</sup>
135	3,2006 <sup>a</sup>	2,8792 <sup>b</sup>

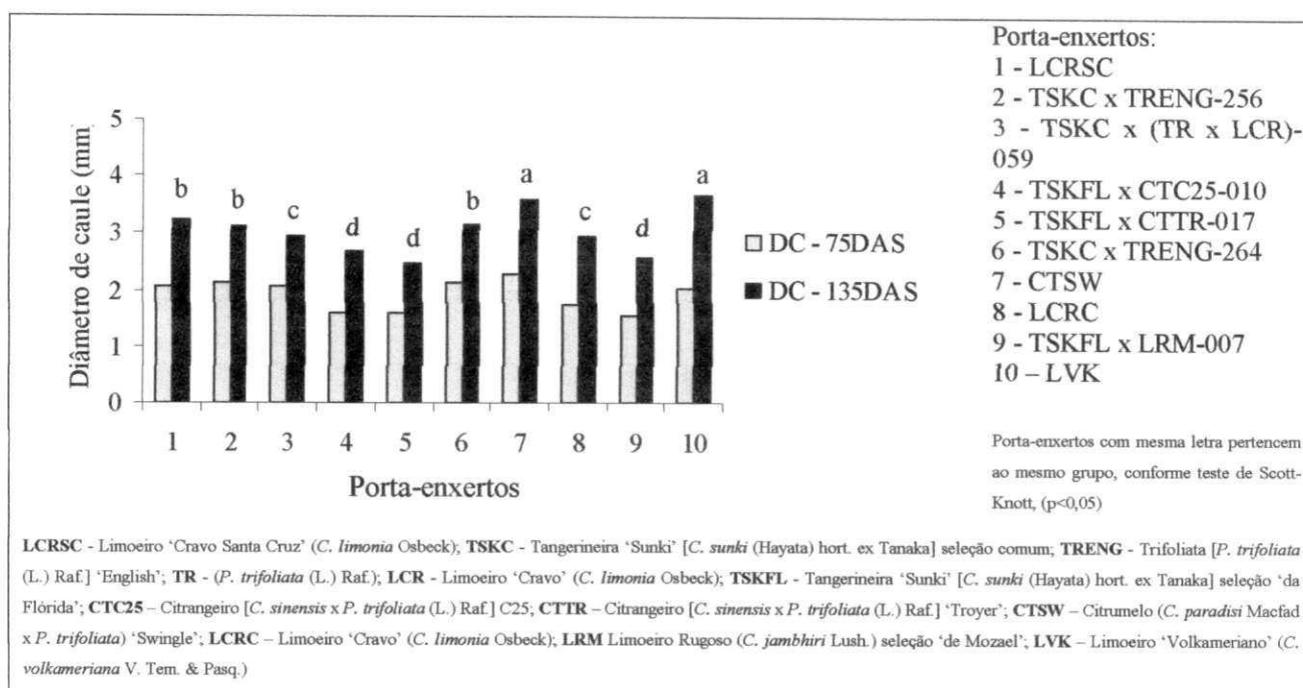
Médias com letras diferentes, na linha, diferem, significativamente, em função do manejo hídrico, pelo teste 'F'  $p < 0,05$ ; DAS = dias após a semeadura

Na primeira etapa (A) deste trabalho ocorreu variação no diâmetro do caule em função dos genótipos estudados (Tabela 1). Os dados de diâmetro do caule nos porta-enxertos estão dispostos na Figura 13, com a comparação das médias pelo teste de Scott-Knott, aos 135 DAS, época em que se realizou a última avaliação dessa etapa, referente ao estresse hídrico de 50% da umidade relativa à CC. Nesta avaliação constatou-se distribuição dos genótipos em quatro grupos (Scott-Knott,  $p < 0,05$ ), tendo os maiores diâmetros caulinares (3,60 e 3,66 mm), os

genótipos 'CTSW' e 'LVK', os quais formaram o primeiro grupo; o segundo grupo, em ordem de classificação, foi integrado pelos genótipos 'LCRSC', 'TSKC x TRENG-256' e 'TSKC x TRENG-264', com valores médios de diâmetro menos expressivos; no terceiro grupo se identificaram os genótipos 'TSKC x (TR x LCR)-059' e 'LCRC'; e, por fim, tiveram os menores diâmetros de caule (2,68, 2,45 e 2,57 mm) nessa época, os genótipos 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017' e 'TSKFL x LRM-007' (Figura 13; Apêndice 6).

Comparativamente, o diâmetro caulinar em função dos genótipos na avaliação inicial, aos 75 DAS, apresenta semelhança à observada na última avaliação, sem maiores variações, mantendo os porta-enxertos semelhança no potencial de aumento do DC, ao passar do tempo; apesar disto, aumentos superiores aos outros porta-enxertos foram observados no 'Citrumelo Swingle' ('CTSW') e no Limoeiro 'Volkameriano' ('LVK') (Figura 13).

Pelos resultados apresentados (Figura 13), menor potencial em espessamento do caule, parece ser característica de materiais provenientes de cruzamentos com Tangerina Sunki da Flórida, ao contrário de 'Citrumelo Swingle' e 'limoeiro 'Volkameriano'', como já mencionados, por formação de maiores diâmetros; ressalte-se ser o momento da enxertia determinado pelo diâmetro do porta-enxerto e, sua precocidade neste componente, é uma característica desejável, conforme enfatizam alguns autores (SERRANO et al., 2004; SCHAFER et al., 2006; ROZANE et al., 2009), porém, os resultados encontrados nesses porta-enxertos são apenas indicativos de maior potencial em aumento de diâmetro, já que outros componentes de crescimento estudados (número de folhas e altura de plantas) foram de menor expressão nesses porta-enxertos. Vale lembrar que este ensaio se restringe à fase de formação das mudas em tubetes, podendo haver mudanças de tendência de crescimento após repicagem para recipientes maiores.



**Figura 13.** Teste de médias para o diâmetro de caule (DC) aos 75 e 135 dias após sementeira (DAS) comparando-se os porta-enxertos de citros estudados sob estresse hídrico. Campina Grande, 2010

Na etapa B, relativa ao período de avaliações de 150 até 210 DAS, época de intensificação do déficit hídrico, constatou-se efeito em interação dos fatores estudados (MH e GEN); os dados do desdobramento da interação entre os fatores, aos 210 DAS, estão dispostos na Figura 14, com médias comparadas pelo testes 'F' no fator MH e teste de Scott-Knott no fator genótipo, e no Apêndice 7 constam os dados relativos às demais épocas de avaliação dessa etapa.

Quanto a esse período, registrou-se diferença significativa em função do manejo hídrico, em todos os genótipos; a submissão do nível de estresse hídrico de 25% da umidade correspondente à CC às plantas, resultou em reduções no diâmetro do caule dos porta-enxertos de citros, estimadas em 26,31, 25,11, 34,66, 27,33 e 15,29%, respectivamente, nos genótipos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTTR-017', 'TSKC x TRENG-264' e 'TSKFL x LRM-007', em relação aos valores mensurados nas plantas não expostas ao estresse hídrico.

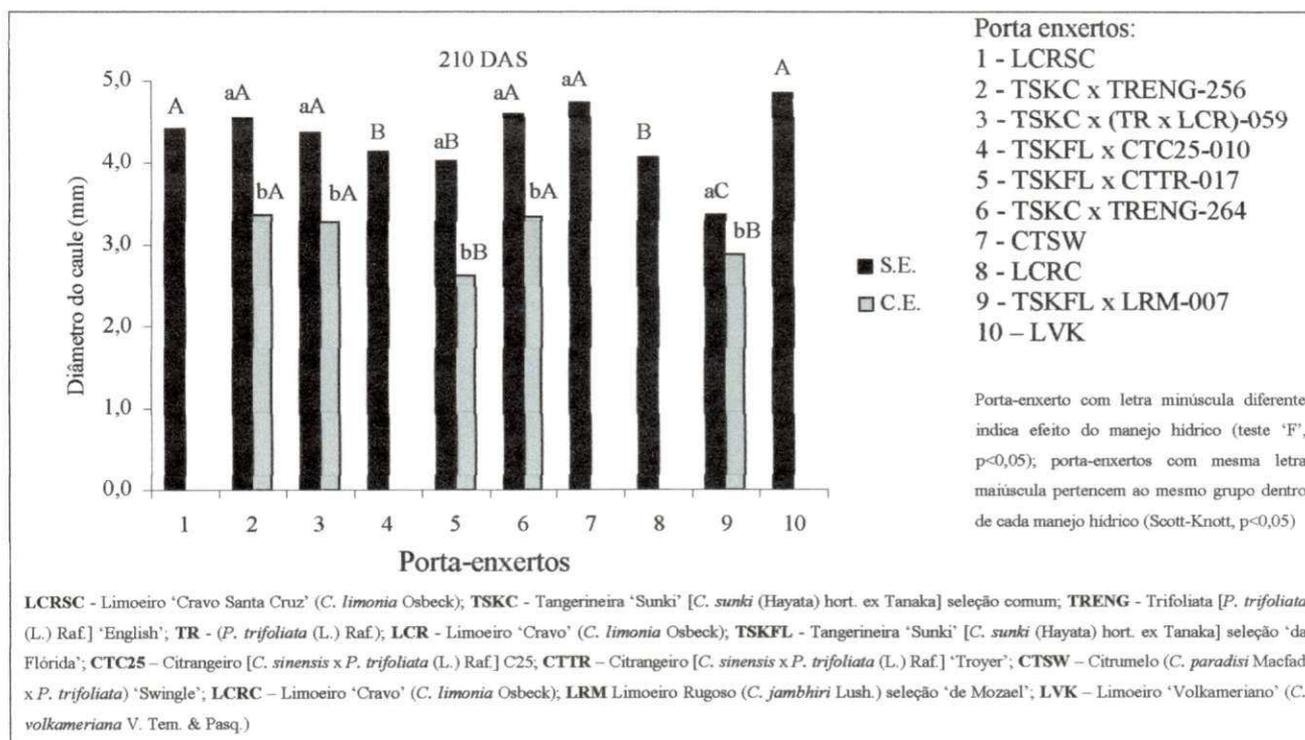
Ressalte-se que nessa etapa os genótipos que não resistiram até a última avaliação de crescimento, foram coletados antes, aos 195 DAS, e se tem, aos 210 DAS, somente, a comparação de suas médias de diâmetro entre genótipos, pelo teste de Scott-Konott, no manejo hídrico sem estresse (Figura 14).

Nesse período, as médias de diâmetro do caule variaram em função dos genótipos, havendo a formação de três grupos de porta-enxertos, na condição sem estresse hídrico e dois

grupos diferenciados, no manejo com estresse hídrico pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Nas plantas não estressadas os maiores diâmetros do caule (4,43, 4,56, 4,38, 4,61, 4,74, e 4,84 mm), foram identificados nos genótipos 'LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR) - 059', 'TSKC x TRENG - 264', 'CTSW' e 'LVK', respectivamente; em posição intermediária quanto à espessura do caule, estão os genótipos 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017' e 'LCRC' com menores valores de diâmetro do caule (4,14, 4,01 e 4,06 mm); o 'TSKFL x LRM-007' teve, nessa fase, o menor diâmetro (3,34 mm). Na etapa do estresse de 50% da umidade na CC os genótipos 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017' e 'TSKFL x LRM-007', já tiveram os menores diâmetros (Figura 14) e os dados encontrados para este último porta-enxerto, na segunda etapa do trabalho, confirma como os de menor potencial nesse item de avaliação morfológica e, em outros, fato que pode ser justificado pelas características genéticas desses materiais.

Sob estresse hídrico de 25% da umidade correspondente à CC, agruparam-se os genótipos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059' e 'TSKC x TRENG-264' no grupo de maiores diâmetros (3,36, 3,28 e 3,35 mm, respectivamente); os genótipos 'TSKFL x CTTR-017' e 'TSKFL x LRM-007' tiveram diâmetro caulinar inferior (2,62 e 2,88 mm), assim como, quando estes não foram expostos à deficiência hídrica (Figura 14). Tal comportamento é explicado, certamente, pela limitação do potencial de crescimento desses genótipos.

Nascimento et al. (2010), ao compararem três porta-enxertos de citros ('Limoeiro Cravo' e dois híbridos de 'Sunki') sob estresse hídrico de 50 e 25% da umidade relativa à CC, decréscimo no diâmetro do caule do 'Cravo'. Esse genótipo foi mais sensível ao estresse hídrico com diferença entre o tratamento sem e com estresse, de 32,09%, no final da pesquisa.



**Figura 14.** Teste de médias para o diâmetro do caule (DC) aos 210 dias após sementeira (DAS) comparando-se os os porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

Complementando este estudo está apresentada, na Figura 15, a evolução do diâmetro do caule ao longo das épocas de avaliação, podendo-se comparar o crescimento, em DC, nas duas condições de disponibilidade hídrica por genótipo. Constatou-se, nos dois casos, um aumento na taxa de crescimento no início e, depois tendência à estabilização, indicando um crescimento menos expressivo e constante ao passar do tempo, certamente, influenciado pela limitação do crescimento pelo tubete. Esse comportamento foi, relativamente, diferenciado nos genótipos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR) -059', 'TSKFL x CTC25-010' e 'TSKC x TRENG-264' que, no tratamento sem restrição de umidade, não diminuíram o crescimento do diâmetro ao passar do tempo; ao contrário, tiveram aumento linear do DC até a última análise de crescimento, e o genótipo 'TSKFL x CTC25-010', ainda manteve crescimento linear do DC, mesmo sob estresse hídrico. Além disso, se percebeu pelas curvas de crescimento, no 'TSKFL x CTC25-010' e no 'TSKFL x LRM-007', menor efeito do estresse hídrico sobre o diâmetro do caule haja vista a semelhança existente nas curvas em ambas as condições de umidade no substrato de cultivo (Figura 15).

Neste estudo é conveniente comparar o diâmetro do caule nos dois manejos de irrigação, sem e com estresse hídrico, pela análise do incremento em DC, observado no período de avaliações de 75 até 135 DAS (umidade do substrato de 50% do conteúdo hídrico em CC), e no intervalo dos 150 DAS até o encerramento do experimento, correspondente à etapa B, época de

estresse mais severo (umidade do substrato de 25% do conteúdo hídrico em CC); logo, considerando-se a comparação entre os dois tratamentos (sem estresse e com estresse) na primeira etapa registraram-se, nos genótipos 'LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017', 'TSKC x TRENG-264', 'CTSW', 'LCRC', 'TSKFL x LRM-007' e 'LVK', respectivamente, as seguintes taxas de aumento em relação ao diâmetro inicial: 41,51 e 30,91%, 32,98 e 31,33%, 34,86 e 34,15%, 42,62 e 35,13%, 43,00 e 32,60%, 34,02 e 33,73%, 37,59 e 34,69%, 43,67 e 37,67%, 42,42 e 38,04%, e 47,50 e 41,73%. As menores diferenças na evolução do diâmetro caulinar, nesse período foram evidenciadas nos genótipos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKC x TRENG-264' e 'CTSW' fato que pode conferir a esses materiais genéticos, maior grau de tolerância a estresse hídrico moderado (50% da umidade na CC); diferenças mais expressivas foram constatadas nos porta-enxertos 'LCRSC' e 'TSKFL x CTTR-017', nesse mesmo intervalo.

Na etapa B, em relação à primeira avaliação das plantas sob estresse hídrico mais drástico (150 DAS), constataram-se, respectivamente, nos dois tratamentos (S.E. e C.E.), incrementos de 20,99 e 5,50%, 22,51 e 8,59%, 24,28 e 12,43%, 27,80 e 26%, 27,97 e 8,32%, 23,87 e 7,04%, 16,38 e 6,65%, 19,63 e 9,46%, 20,04 e 16,03%, e 13,95 e 5,01%, nos genótipos 'LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017', 'TSKC x TRENG-264', 'CTSW', 'LCRC', 'TSKFL x LRM-007' e 'LVK'. Na etapa de maior estresse o incremento foi menos expressivo, fato que pode ser atribuído a esse fator estressor, além de uma redução natural do crescimento. Esta redução pode ser atribuída a outros fatores de crescimento dos porta-enxertos, a exemplo da limitação do volume dos tubetes, já que no sistema de produção de mudas certificadas de citros o transplante ocorre entre 120 e 150 DAS devido ao recipiente usado.

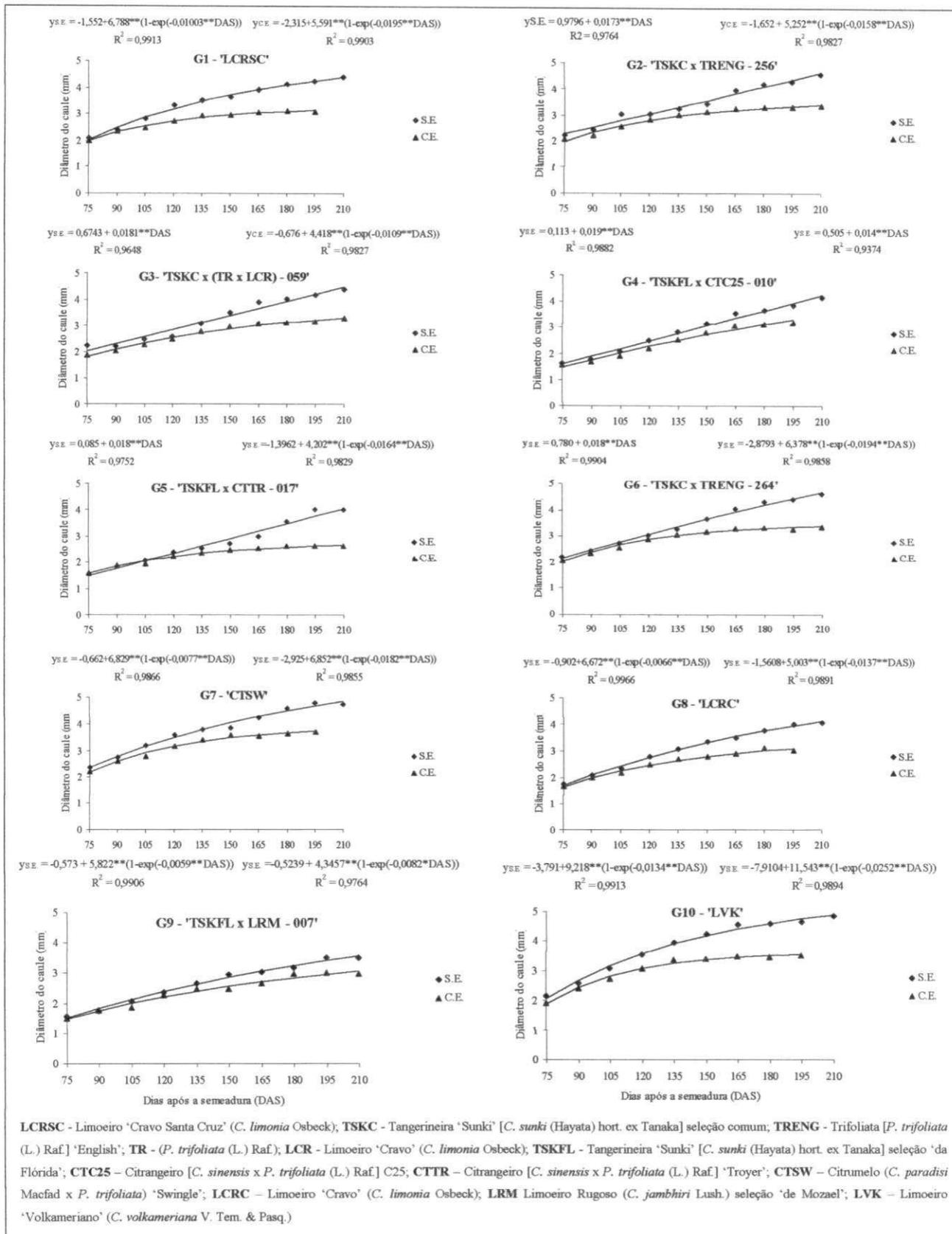
Menor variação foi registrada nos genótipos 'TSKFL x CTC25-010' e 'TSKFL x LRM-007' nessa última etapa, comportamento verificado na Figura 15; nos genótipos 'LCRSC' e 'TSKFL x CTTR - 017' o DC foi novamente mais afetado pela deficiência hídrica, acrescentando-se, além desses últimos, o 'TSKC x TRENG-264', com maior variação no diâmetro do caule entre os dois manejo hídricos.

O crescimento do diâmetro caulinar na última etapa de tratamento, foi menos intenso nas plantas em ambas as condições de manejo hídrico (C.E. e S.E.). Outra observação relevante é que as reduções no diâmetro dos porta-enxertos pelo efeito do estresse hídrico (Figura 15), foram menos acentuadas do que aquelas observadas para a altura das plantas (Figura 10), corroborando

com Nascimento et al. (2010), que relataram ser o diâmetro do caule menos afetado pelo estresse hídrico. Essa menor sensibilidade pode estar relacionada, com a magnitude dos dados coletados.

Com base na literatura (POMPEU JÚNIOR, 1991; NOGUEIRA et al., 2001; SOUZA et al., 2001; CERQUEIRA et al., 2004), conhecer o comportamento dos porta-enxertos em diferentes situações e as respostas dos diferentes materiais genéticos às mudanças ambientais impostas, se faz necessário, visto que os porta-enxertos exercem influência em várias características da planta, particularmente a resistência a estresses ambientais, sendo o diâmetro do caule, fator preponderante na evidência da época de enxertia, muito relevante na avaliação de porta-enxertos.

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.



**Figura 15.** Diâmetro do caule ao longo do tempo nos dez porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

### 5.1.5. Taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC)

Os dados referentes à taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule correspondente às duas etapas da pesquisa estão expostos na Tabela 6; em relação à primeira etapa, de 75 a 135 DAS, com as plantas sob estresse de 50% do conteúdo hídrico do substrato de cultivo, constatou-se diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre os genótipos; o fator manejo hídrico não exerceu influência significativa sobre a TCRDC, mesmo ocasionando redução e, nesse caso, a variação constatada nesta variável dependeu apenas dos porta-enxertos estudados. Na segunda etapa (150 – 210 DAS), o crescimento diário do diâmetro caulinar teve variação em função do manejo hídrico, supostamente em virtude da mudança do nível de estresse hídrico para o nível mais drástico (25% da umidade na CC); não foi encontrada nos genótipos, diferença significativa sobre esse índice de crescimento, nessa época. O alto coeficiente de variação obtido nesta etapa, pode ser justificado pela diferença no número de dias considerados na análise das plantas em cada manejo de água, pois no manejo com estresse considerou-se, nos genótipos não sobreviventes até os 210 DAS o intervalo de 150 a 195 DAS para cálculo da TCRDC.

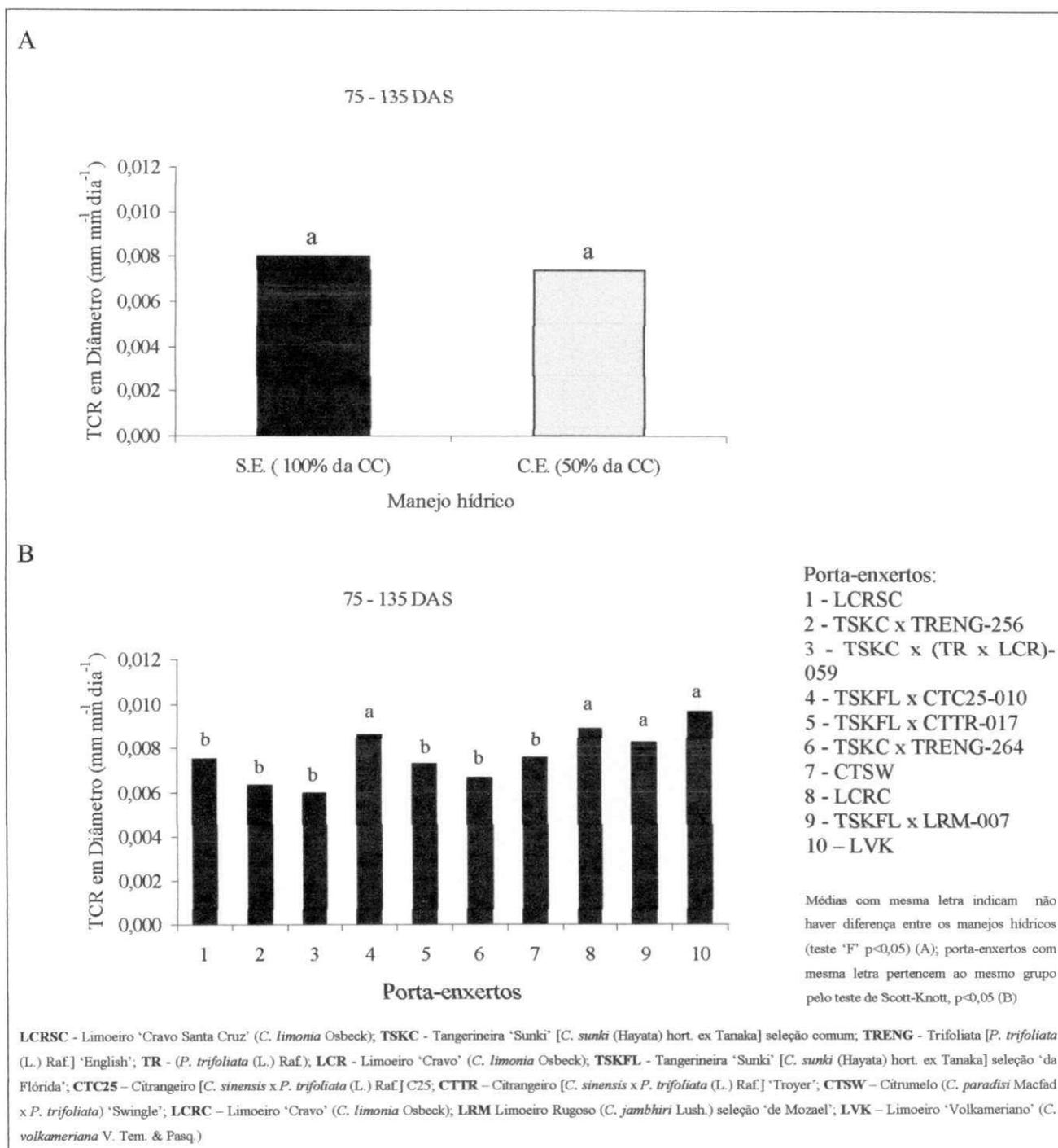
**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para as taxas de crescimento em diâmetro do caule (TCRDC), em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN), sob dois manejos hídricos (MH), nas etapas A e B, com estresse hídrico de 50 e 25% da CC, respectivamente. Campina Grande, 2010

FV	GL	Quadrado Médio	
		TCRDC	
		75 – 135 DAS	150 – 210 DAS
GEN	9	0,000008**	0,000002 <sup>ns</sup>
MH	1	0,000007 <sup>ns</sup>	0,000065**
GEN x MH	(9)	0,00000 <sup>ns</sup>	0,000005 <sup>ns</sup>
BLOCO	2	0,000003*	0,000006 <sup>ns</sup>
ERRO	38	0,000002	0,000003
CV (%)		18,05	56,19

<sup>ns</sup> = não significativo, \* = significativo a 5% de probabilidade e \*\* = significativo a 1%, de probabilidade pelo teste 'F'; DAS = dias após a semeadura

Na Figura 16 estão os dados da TCRDC contendo as médias do fator manejo hídrico e do fator genótipo na primeira etapa do estudo; ratificando os resultados anteriores, nota-se não ter havido diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre as médias de TCRDC, nos tratamentos sem estresse e com estresse (Figura 16A). A diminuição da TCRDC entre os tratamentos sem e com estresse foi de apenas 7,5%, sem significância estatística. Pelas médias de TCRDC de cada genótipo, inseridas na Figura 16B, constata-se distinção entre os porta-enxertos, com distribuição dos genótipos em dois grupos, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), conforme a semelhança entre as médias, nos grupos de plantas.

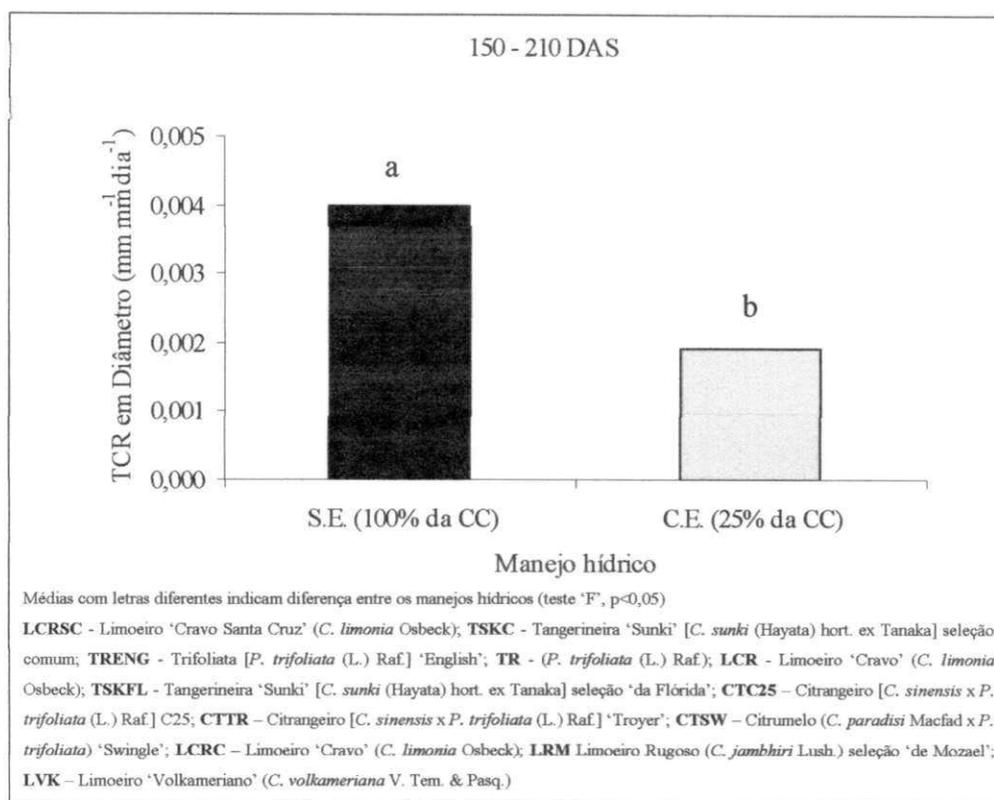
As maiores taxas de aumento diário em diâmetro (0,0086, 0,0089, 0,0083 e 0,0097 mm mm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) foram registradas nos porta-enxertos 'TSKFL x CTC25-010', 'LCRC', 'TSKFL x LRM-007' e 'LVK', respectivamente; os outros genótipos – 'LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTTR-017', 'TSKC x TRENG-264' e 'CTSW', formaram o segundo grupo, com valores inferiores de TCRDC. Essas taxas estão próximas às registradas por Brito (2007) estudando alguns desses genótipos sob estresse salino, onde este autor encontrou crescimento diário do diâmetro, variando de 0,008 a 0,011 mm mm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, entre os genótipos. Saliente-se que dentre os genótipos que integraram o grupo de melhores resultados em TCRDC apenas o 'Volkameriano' ('LVK') se classificou com melhor desempenho na variável diâmetro do caule (DC), analisada na Figura 13.



**Figura 16.** Teste de médias para taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule de 75 a 135 dias após semeadura (DAS) comparando-se os manejos hídricos (A) e os porta-enxertos de citros estudados. Campina Grande, 2010

Conforme já mencionado, na etapa de estresse hídrico mais severo, em que a umidade do substrato foi mantida em 25% do teor de água correspondente à CC, ocorreu efeito em função do manejo hídrico não havendo diferença entre os genótipos para esta variável (Tabela 6). Ainda em relação ao manejo hídrico, a TCRDC nas plantas não estressadas foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) do que a observada nas plantas sob déficit hídrico

registrando-se, no último caso, redução da ordem de 52,26% nos valores médios obtidos desse índice de crescimento, em relação à condição de cultivo sem restrição hídrica (Figura 17).



**Figura 17.** Teste de médias para taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule de 150 a 210 dias após semeadura (DAS) comparando-se os manejos hídricos (A) e os porta-enxertos de citros estudados. Campina Grande, 2010

Entre genótipos não houve diferença, conforme teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), no período B, tendo sido obtidas médias semelhantes em todos os materiais genéticos (Tabela 7). As respostas a esse nível de estresse hídrico foi, portanto, semelhante entre os porta-enxertos, registrando-se influência isolada de MH sobre a TCRDC, situação oposta, àquela evidenciada, anteriormente, na Figura 16, na época de menor estresse.

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).

**Tabela 7.** Taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule ( $\text{mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), em função dos genótipos de porta-enxertos, na segunda etapa da pesquisa (150 – 210 DAS). Campina Grande, 2010

GENÓTIPOS	TCRDC
	150 – 210 DAS
1 - LCRSC	0,002217 <sup>A</sup>
2 – TSKC x TRENG-256	0,002967 <sup>A</sup>
3 – TSKC x (TR x LCR)-059	0,002633 <sup>A</sup>
4 – TSKFL x CTC25-010	0,003850 <sup>A</sup>
5 – TSKFL x CTTR-017	0,002217 <sup>A</sup>
6 – TSKC x TRENG-264	0,002983 <sup>A</sup>
7 - CTSW	0,003100 <sup>A</sup>
8 - LCRC	0,003400 <sup>A</sup>
9 – TSKFL x LRM-007	0,002500 <sup>A</sup>
10 - LVK	0,003800 <sup>A</sup>

Médias com mesma letra, são indicativas de não diferenciarem os genótipos entre si, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ )

LCRSC - Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); TSKC - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; TRENG - Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; TR - (*P. trifoliata* (L.) Raf.); LCR - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); TSKFL - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTC25 - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; CTTR - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; CTSW - Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; LCRC - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); LRM - Limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) seleção 'de Mozael'; LVK - Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tern. & Pasq.)

### 5.1.6. Comprimento da raiz principal (CRP)

O comprimento da raiz principal não foi afetado pelos fatores MH e GEN, conforme quadrados médios (QM MH = 3,7349<sup>ns</sup> e QM GEN = 0,7540<sup>ns</sup>); no que se refere ao fator manejo hídrico (MH), as médias de comprimento de raiz nas condições sem e com estresse hídrico foram 17,81 e 17,31 cm, respectivamente, não sendo significativa ( $p < 0,05$ ) a redução, inferior a 3%; as médias do comprimento da raiz em cada genótipo estão dispostas na Tabela 8. O fato de as raízes não terem sido afetadas pelo estresse hídrico, reforça o seu maior efeito sobre a parte aérea das plantas. Por outro lado, saliente-se que o sistema radicular encontrava-se confinado, condicionado ao tamanho restrito do recipiente, razão por que determinado o crescimento das raízes na mesma proporção nos dois tratamentos hídricos.

Magalhães Filho et al. (2008), estudando dois porta-enxertos ('Cravo' e 'Trifoliata'), com e sem deficiência hídrica, encontraram que, mesmo sob estresse hídrico, o comprimento das raízes analisadas foi semelhante às do tratamento controle, em ambos os porta-enxertos. Explica-se que quando há queda do conteúdo de água no substrato de cultivo de 'mudas', pode ocorrer ajuste osmótico das raízes, resultando em recuperação de sua turgescência e restabelecendo o gradiente de potencial para absorção de água e crescimento desses órgãos. A continuidade do crescimento radicular, sob condições de menor disponibilidade hídrica,

depende da manutenção de uma pressão de turgor mínima nas células, que seja suficiente para permitir o alongamento da parede celulósica e o crescimento celular (HSIAO & XU, 2000).

**Tabela 8.** Comprimento médio da raiz principal (CRP) (cm) em função dos genótipos de porta-enxertos de citros Campina Grande, 2010

GENÓTIPOS	CRP
1 - LCRSC	17,2323 <sup>A</sup>
2 - TSKC x TRENG-256	17,2555 <sup>A</sup>
3 - TSKC x (TR x LCR)-059	17,2543 <sup>A</sup>
4 - TSKFL x CTC25-010	17,9654 <sup>A</sup>
5 - TSKFL x CTTR-017	17,8238 <sup>A</sup>
6 - TSKC x TRENG-264	17,3000 <sup>A</sup>
7 - CTSW	17,6928 <sup>A</sup>
8 - LCRC	17,2198 <sup>A</sup>
9 - TSKFL x LRM-007	18,1752 <sup>A</sup>
10 - LVK	17,7178 <sup>A</sup>

Médias com mesma letra, são indicativas de não diferenciarem os genótipos entre si, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ )

**LCRSC** - Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); **TSKC** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; **TRENG** - Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **TR** - (*P. trifoliata* (L.) Raf.); **LCR** - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); **TSKFL** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; **CTC25** - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; **CTTR** - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; **CTSW** - Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; **LCRC** - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); **LRM** Limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) seleção 'de Mozael'; **LVK** - Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.)

## 5.2. Trocas gasosas

Está disposto na Tabela 9, o resultado da análise de variância dos dados obtidos na avaliação das trocas gasosas das plantas, realizada aos 135 DAS, época do término da primeira etapa do trabalho. Na Tabela 10 são apresentadas as médias resultantes do desdobramento da interação entre os fatores manejo hídrico (MH) e genótipo (GEN) nas variáveis, condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*), eficiência intrínseca do uso da água (*EUA*) e eficiência instantânea da carboxilação (*EiC*).

**Tabela 9.** Resumo da análise de variância para as variáveis fisiológicas: condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), taxa de fotossíntese líquida (*A*), eficiência intrínseca do uso da água (*EUA - A/E*), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*) e eficiência instantânea da carboxilação (*EiC - A/Ci*), em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (MH). Campina Grande, 2010

FV	GL	Quadrado Médio					
		<i>gs</i>	<i>E</i>	<i>A</i>	<i>EUA (A/E)</i>	<i>Ci</i>	<i>EiC (A/Ci)</i>
GEN	9	0,0163*	0,7207*	17,9931**	0,2745 <sup>ns</sup>	200,0925 <sup>ns</sup>	0,00039**
MH	1	0,4292**	6,9939**	437,2650**	14,3918**	9,6000 <sup>ns</sup>	0,0075**
GEN x MH	(9)	0,0441**	1,3852**	37,0285**	0,5900**	272,8037 <sup>ns</sup>	0,00067**
BLOCO	2	0,0260*	0,1368**	14,9906*	1,5819**	661,40000*	0,00018 <sup>ns</sup>
ERRO	38	0,0074	0,3308	4,0454	0,1734	184,4350	0,000064
CV (%)		33,55	21,10	18,37	10,62	5,67	17,44

<sup>ns</sup> = não significativo, \* = significativo a 5% de probabilidade e \*\* = significativo a 1%, de probabilidade pelo teste 'F'

### 5.2.1. Condutância estomática (*gs*)

Como observado na Tabela 9, obteve-se significância estatística ( $p < 0,01$ ) dos fatores MH e GEN, nos dados de condutância estomática; em relação a MH, seu efeito não foi semelhante em todos os porta-enxertos pois se percebeu, nas médias de condutância estomática, expostas na Tabela 10, diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nos genótipos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKC x TRENG-264' e 'LCRC'. Nesses porta-enxertos foi mensurada, nas plantas sem restrição hídrica, maior condutância estomática (0,550, 0,515, 0,445 e 0,380 mol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), comparadas aos resultados constatados nas plantas estressadas (0,120, 0,163, 0,146 e 0,160 mol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). Nessa condição, houve diferenças em *gs* na ordem de 78,18, 68,34, 67,19 e 55,26%, respectivamente, nesses porta-enxertos, comparando-se os manejos sem e com estresse hídrico. Mesmo havendo redução, os valores de *gs* estão dentro da faixa de 0,1 a 0,3 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, comumente observada em plantas de citros (MATTOS JUNIOR et al., 2005). Valores maiores que 0,3 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, foram registrados nos porta-enxertos cultivados sem estresse hídrico. Os outros porta-enxertos ('LCRSC', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017', 'CTSW', 'TSKFL x LRM-007' e 'LVK') foram menos afetados pelo déficit hídrico visto que ocorreu decréscimo na *gs*, mas não diferiram significativamente.

Salienta-se que a diminuição na *gs* em consequência do déficit hídrico, 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.

Quanto aos genótipos dentro dos manejos hídricos, houve três agrupamentos diferentes pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) na condição sem estresse hídrico, mas não houve diferença entre os porta-enxertos sob estresse hídrico. No primeiro caso, nas plantas sem estresse integraram o grupo de maior  $g_s$ , os híbridos 'TSKC x TRENG-256' e 'TSKC x (TR x LCR)-059'; no segundo grupo figuraram os genótipos 'TSKC x TRENG-264', 'LCRC' e 'TSKFL x LRM-007'; por fim, o terceiro grupo, com os menores valores de  $g_s$ , foi formado pelos genótipos 'LCRSC', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017', 'CTSW' e 'LVK'. O fato de não ter se registrado diferença significativa na condutância estomática entre os tratamentos sem e com estresse, nos porta-enxertos 'LCRSC', 'TSKFL x CTC25-010', 'LCRC' e 'TSKFL x CTTR-017', 'TSKFL x LRM-007' e 'LVK', pode constituir-se em indícios de menor efeito da deficiência hídrica nesses materiais, nessa fase específica de crescimento. Saliente-se que a avaliação das trocas gasosas foi realizada apenas na primeira etapa de estresse e que essas respostas podem ser diferentes se medidas em situação de maior estresse hídrico.

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). Larcher (2006) cita que os estômatos, por atuarem como reguladores da perda de água pela transpiração, respondem ao déficit hídrico com a alteração da abertura do poro estomático numa faixa crítica de valores do potencial hídrico foliar. 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). Vale observar que, mesmo havendo interferência de outros fatores sobre os estômatos e, por consequência, sobre a condutância estomática é possível evidenciar, pelos resultados encontrados, o efeito do estresse hídrico sobre a  $g_s$  nas plantas jovens de citros, neste caso, na dependência do genótipo.

### 5.2.2. Transpiração (*E*)

Registrou-se influência ( $p < 0,01$ ) isolada dos fatores MH e GEN, e da interação sobre a transpiração (Tabela 9). O efeito por parte do manejo hídrico ocorreu de forma diferenciada entre os genótipos de citros. Registraram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) quanto aos manejos hídricos, em três genótipos ('TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059' e 'TSKC x TRENG-264') (Tabela 10), com observação de maior transpiração nas plantas sem restrição hídrica. Frente à condição de cultivo sem restrição hídrica, as plantas desses genótipos, quando sob estresse hídrico, transpiraram menos, cerca de 54,63, 64,52 e 41,52%, respectivamente, cujo resultado era previsto pelo fato de nesses porta-enxertos se haver

constatado redução significativa na  $g_s$ , com ressalva, apenas, para o 'LCRC', no qual também se constatou tal comportamento; entretanto, suas médias de  $E$  não diferiram entre os regimes hídricos.

Os genótipos sem estresse hídrico foram diferenciados em dois grupos, conforme teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ); o primeiro foi integrado pelos porta-enxertos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKC x TRENG-264', 'CTSW', 'LCRC' e 'TSKFL x LRM-007', com variação das médias de  $3,105 \text{ mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  no 'CTSW' a  $4,210 \text{ mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  no 'TSKC x TRENG-256' e no grupo com menor transpiração, agruparam-se os porta-enxertos 'LCRSC', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017' e 'LVK', com médias de  $2,750$ ,  $2,145$ ,  $2,775$  e  $2,245 \text{ mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Da mesma forma, dois grupos distintos se formaram entre as plantas na condição de estresse hídrico; as maiores médias de transpiração foram identificadas nos genótipos 'LCRSC', 'TSKFL x CTTR-017', 'CTSW', 'LCRC', 'TSKFL x LRM-007' e 'LVK' (médias entre  $2,523$  e  $3,136 \text{ mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  nesse grupo); com médias menores (variando de  $1,183$  a  $2,173 \text{ mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) se agruparam os 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25-010' e 'TSKC x TRENG-264', evidenciando-se nesses genótipos, comportamento diferente daquele observado no manejo sem estresse.

Como alguns desses genótipos tem baixo potencial de crescimento e tendência a serem tolerantes, a baixa transpiração pode indicar um mecanismo de auxílio aliado também à condutância estomática. Mattos Junior, et al. (2005) relataram transpiração em laranja oscilando entre  $1,0$  e  $12,0 \text{ mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . No contexto, os valores encontrados em porta-enxertos jovens de citros ficaram dentro da faixa normal; no entanto, baixos, com máximo valor alcançado de apenas  $4,21 \text{ mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , obtido no 'TSKC x TRENG-256', quando sem estresse hídrico.

As mudanças que ocorrem nesse item de avaliação têm importância fisiológica, pois 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). Cerqueira et al. (2004) evidenciaram ter havido clara redução na transpiração em genótipos de citros sob estresse hídrico com diversos períodos de exposição ao estresse (4; 8 e 12 dias), seguido de tempo de recuperação (1; 2; 3 e 4 dias) reafirmando-se com isto, que a deficiência hídrica exerce grande influência sobre a transpiração. Esses autores destacaram, entre os materiais estudados, bons indicadores de tolerância à escassez de água pelo híbrido 'TSKC x CTTR-017', visto que apesar de sofrer os

efeitos do déficit hídrico, não houve grande intensidade aos 4 e 8 dias de déficit, fato confirmado no presente estudo; já nos limoeiros 'Volkameriano' e 'Cravo', eles notaram maior sensibilidade ao déficit hídrico, por terem maior redução do potencial hídrico e baixa capacidade de recuperação; os referidos resultados corroboram com os obtidos neste trabalho, em que as respostas das variáveis de crescimento e fisiológicas nesses porta-enxertos, fundamentam sua bafirmação de maior sensibilidade ao estresse.

Comumente, quando o fluxo interno de água na folha se torna insuficiente para a manutenção da turgescência foliar, tal fato atua diretamente no declínio da condutância estomática e da transpiração (LARCHER, 2006). Como a abertura dos estômatos depende do grau de saturação hídrica das células estomáticas, pode haver grande restrição da transpiração, quando o déficit de água na planta for muito grande (CERQUEIRA et al., 2004). De certo, essas informações explicam a resposta da transpiração, por consequência de fechamento parcial dos estômatos, nos genótipos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKC x TRENG-264' e 'LCRC'.

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 CO<sub>2</sub>. 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 *g<sub>s</sub>* foram, também, os que tiveram a *E* mais afetada pelo estresse hídrico. Tatabiba et al. (2007) acrescentam que, quando os estômatos estão totalmente abertos, a absorção de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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.

### **5.2.3. Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A)**

Pelos dados da análise de variância dispostos na Tabela 9, a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, ou fotossíntese líquida, foi afetada isoladamente pelos fatores em estudo e na interação de ambos; no que se trata do fator MH, notou-se sua influência nos porta-enxertos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKC x TRENG-264' e 'LCRC' com diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Nesses genótipos foi notada redução no influxo de CO<sub>2</sub> para o interior

das folhas, da ordem de 65,2, 78,84, 59,41 e 42,11%, nas plantas submetidas à deficiência hídrica, em relação àquelas cultivadas sem restrição de umidade, tal como se constataram decréscimos em  $g_s$  e em  $E$ , em razão desse fator de estresse. Decréscimos de  $g_s$  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).

Ao se analisar a influência do fator genótipo foram percebidas respostas diferenciadas na assimilação de gás carbônico, entre os materiais genéticos. Essa diferença de resposta foi identificada dentro das duas condições de manejo hídrico. Em condições ideais de umidade se agruparam, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), os seguintes porta-enxertos: 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKC x TRENG-264' e 'LCRC', com melhor eficiência na fixação do  $CO_2$ , com valores oscilando entre 15,41 e 19,7  $\mu mol m^{-2} s^{-1}$ . O grupo intermediário foi composto dos genótipos 'CTSW' e 'TSKFL x LRM-007' e, com menores taxas, se classificaram os 'LCRSC', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017' e 'LVK' (entre 9,38 e 13,43  $\mu mol m^{-2} s^{-1}$ ) (Tabela 10).

Nas plantas submetidas à deficiência hídrica (supressão hídrica até 50% do correspondente à CC), os genótipos 'LCRSC', 'TSKFL x CTTR-017', 'CTSW', 'LCRC' e 'TSKFL x LRM-007' tiveram maior influxo de gás carbônico (9,35, 10,15, 10,61, 8,92 e 12,11  $\mu mol m^{-2} s^{-1}$ ), mesmo com médias menores que as observadas no tratamento hídrico sem estresse. Observe-se, aqui, que destes, o segundo e o quarto genótipos citados não diferiram nos dois manejos hídricos. No segundo grupo ficaram os genótipos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKC x TRENG-264' e 'LVK', com médias de 6,85, 3,7, 6,87, 6,5 e 7,38  $\mu mol m^{-2} s^{-1}$  de  $CO_2$ , dentre os quais o 'TSKFL x CTC25-010' e o 'LVK' já tiveram desempenho inferior, também na condição sem estresse (Tabela 10). Em citros, o limite está entre 4,0 e 10  $\mu mol m^{-2} s^{-1}$ , sendo que taxas menores que 4,0  $\mu mol m^{-2} s^{-1}$  traduzem condição de estresse hídrico nas plantas (MEDINA & MACHADO, 1999). Vários autores (MACHADO et al., 2002, MEDINA & MACHADO, 1999; RIBEIRO & 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  $CO_2$  ( $A$ ) foram constatadas nos mesmos genótipos em que se observou maior transpiração, sob déficit hídrico.

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 CO<sub>2</sub> de 12,5 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> na combinação ‘Valência’/‘Cravo’ e 11,8 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, na combinação ‘Valência’/‘Poncirus’, em condições normais de umidade do solo. Por sua vez, constataram-se, na ausência da irrigação, reduções de *A*, porém semelhantes, entre as combinações. Machado et al. (1999) descreveram queda na atividade metabólica da fotossíntese em laranjeira sob estresse hídrico. Oliveira et al. (2002) relataram que o fechamento parcial dos estômatos, observado por meio da diminuição da condutância estomática e queda na taxa de transpiração, mais rápida que a queda na fotossíntese, indica existência de mecanismos de adaptação, no sentido de diminuir as perdas de água, quando em situação de estresse hídrico.

#### **5.2.4. Eficiência intrínseca do uso da água (EUA)**

Notou-se ausência de diferença significativa na *EUA*, em função dos genótipos, em função do manejo hídrico e na interação, obteve-se efeito significativo ( $p < 0,01$ ) sobre essa variável, só tendo o manejo hídrico, afetado essa resposta nas plantas, na dependência dos genótipos estudados (Tabela 9). No estudo do desdobramento da interação entre os fatores (Tabela 10) percebe-se que a *EUA*, expressa pela relação entre a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e a transpiração (*A/E*), teve resposta distinta entre os porta-enxertos. Esta relação foi reduzida significativamente nos genótipos ‘TSKC x TRENG-256’, ‘TSKC x (TR x LCR)-059’, ‘TSKFL x CTC25-010’, ‘TSKC x TRENG-264’, ‘LCRC’ e ‘LVK’. Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos ‘LCRSC’, ‘TSKFL x CTTR-017’, ‘CTSW’ e ‘TSKFL x LRM-007’, indicando ser mais eficiente o metabolismo desses genótipos, não havendo diferença significativa sob déficit hídrico. Infere-se que houve, nesses porta-enxertos, melhor equilíbrio entre o CO<sub>2</sub> fixado pela planta e a perda de água resultante desse processo; isto se relaciona com o fato da maior resistência estomática dificultar mais a perda de água do que a entrada de gás carbônico.

Nos genótipos, em ambos os manejos hídricos houve distinção de dois grupos de porta-enxertos (Scott-Knott,  $p < 0,05$ ). Sem estresse hídrico, os genótipos ‘TSKC x TRENG-256’, ‘TSKC x (TR x LCR)-059’, ‘TSKC x TRENG-264’ e ‘LCRC’ foram os de maior eficiência, e, sob restrição hídrica, o ‘TSKC x TRENG-256’ e o ‘LCRC’, também tiveram melhor eficiência, além do ‘TSKFL x CTTR-017’, ‘CTSW’ e ‘TSKFL x LRM-007’, os quais na situação sem estresse, tiveram a relação *A/E* menor. Deve-se atribuir importância, neste aspecto, aos genótipos em que essa avaliação não foi afetada pelo decréscimo na umidade, fato que denota

haver mecanismos nesses materiais que resulta em maior eficiência na manutenção do equilíbrio entre *A* e *E*. Os valores médios encontrados neste trabalho estão na faixa de 1,5 a 4,1 [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ], preconizada por Mattos Junior et al. (2005). Deve-se destacar que quando as plantas estavam sem a influência do estresse hídrico as taxas da *EUA* oscilaram entre 3,83 a 5,25 [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ] e, na presença de déficit hídrico, variaram entre 2,87 e 3,92 [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ].

Explique-se que, durante as trocas gasosas, a absorção de dióxido de carbono do meio externo promove perda de água e a planta para poder diminuir tal perda, restringe a entrada de  $\text{CO}_2$  (SHIMAZAKI & YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 2007). Esta interdependência expressa pela relação entre a fotossíntese e a transpiração indica a eficiência no uso da água (*EUA*), que relaciona a quantidade de carbono que a planta fixa por cada unidade de água que perde (TAIZ & ZEIGER, 2009; JAIMEZ et al., 2005). Medina et al. (1998) não encontraram diferença na *EUA* em duas variedades – copa de citros na condição sem deficiência hídrica; entretanto, notaram ser essa característica sempre inferior sob deficiência hídrica nas plantas sobre o limão ‘Cravo’. Ao contrário, no presente estudo, quando esta análise foi feita nos porta-enxertos, não se encontrou diferença significativa quanto a tal relação, para o limoeiro ‘Cravo’ entre outros materiais, o que pode ser resultante da manutenção na condutância estomática em valores que proporcionaram maior taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  por um período maior, acarretando em maior eficiência nessas plantas.

### 5.2.5. Concentração interna de $\text{CO}_2$ ( $C_i$ )

Na concentração interna de  $\text{CO}_2$  ou concentração de  $\text{CO}_2$  na câmara subestomática ( $C_i$ ), não se constatou diferença significativa em função de nenhum dos fatores estudados nem em função da interação entre eles (Tabela 9). Percebeu-se no estudo desta variável, que a  $C_i$  teve padrão de resposta semelhante nas plantas submetidas ou não ao estresse hídrico. Registraram-se, nos porta-enxertos, valores em  $C_i$  de 246,16, 231,83, 242,25, 247,16, 236,58, 243,00, 234,16, 237,08, 232,33 e 244,41  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  nos genótipos ‘LCRSC’, ‘TSKC x TRENG-256’, ‘TSKC x (TR x LCR)-059’, ‘TSKFL x CTC25-010’, ‘TSKFL x CTTR-017’, ‘TSKC x TRENG-264’, ‘CTSW’, ‘LCRC’, ‘TSKFL x LRM-007’ e ‘LVK’, respectivamente. 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).

Farquhar e Sharkey (1982) explicam que, como os estômatos regulam a concentração subestomática de CO<sub>2</sub> durante as trocas gasosas, o C<sub>i</sub> se mantém relativamente constante. Assim, o C<sub>i</sub> reflete a disponibilidade de substrato para a fotossíntese, podendo indicar se o fechamento estomático está restringindo a atividade fotossintética. Ressalte-se que os valores observados no presente trabalho estiveram entre 231 e 247 μmol mol<sup>-1</sup> nos dez porta-enxertos, conforme visto anteriormente estando esses dados dentro da média de normalidade conforme a literatura, em plantas de citros, onde os valores para essa variável situam-se entre 200 e 250 μmol mol<sup>-1</sup> (MATTOS JUNIOR et al., 2005). Acrescente-se que decréscimo em C<sub>i</sub> poderia acarretar queda em *A* devido à redução na concentração de CO<sub>2</sub> para atividade da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase-oxigenase (rubisco). Entretanto, menores valores de C<sub>i</sub> também estimulam a abertura dos estômatos permitindo maior influxo de CO<sub>2</sub> para a cavidade subestomática, o que tende a um equilíbrio entre consumo e entrada de CO<sub>2</sub>, mantendo C<sub>i</sub> aproximadamente constante (MACHADO et al., 2009).

#### 5.2.6. Eficiência instantânea da carboxilação (*E<sub>i</sub>C*)

A eficiência na carboxilação, dada pela relação entre a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e a concentração de CO<sub>2</sub> intercelular (*A/C<sub>i</sub>*), é uma forma de se estudar os fatores não estomáticos que interferem na taxa fotossintética (KONRAD et al., 2005; MACHADO et al., 2005). Nesta variável os efeitos em função dos fatores MH e GEN foram isolados e na interação entre ambos (Tabela 9). Já pelos dados apresentados na Tabela 10, constatou-se redução nas médias de *E<sub>i</sub>C* das plantas submetidas a estresse, em cinco porta-enxertos ('TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKC x TRENG-264', 'LCRC' e 'LVK'). É provável que este resultado seja reflexo de maior assimilação de CO<sub>2</sub> em relação ao CO<sub>2</sub> encontrado na câmara subestomática nesses genótipos, pois é notório que, se C<sub>i</sub> aumenta em consequência da taxa de abertura dos estômatos, a relação *A/C<sub>i</sub>*, também, aumenta; em outra hipótese, a entrada de CO<sub>2</sub> no mesófilo foliar pode ter diminuído em função do decréscimo de *g<sub>s</sub>* mas o consumo de CO<sub>2</sub> no cloroplasto pode, também, ter sido reduzido.

Quando os genótipos foram estudados dentro dos níveis de irrigação, notou-se distinção de três grupos. No manejo das plantas em capacidade de campo se distribuíram os porta-enxertos em três grupos pelas médias de *E<sub>i</sub>C*. Os genótipos 'TSKC x TRENG-256' e 'TSKC x (TR x LCR)-059' foram os de maior eficiência (0,084 e 0,072 (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (μmol mol<sup>-1</sup>)), seguindo-se a esses os 'TSKC x TRENG-264', 'CTSW', 'LCRC', e 'TSKFL x LRM-007' com médias intermediárias. Os porta-enxertos 'LCRSC', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017', e LVK tiveram desempenho inferior neste aspecto, obtendo-se as menores médias de

0,044, 0,038, 0,042 e 0,042  $[(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}]$ . Na outra condição, ou seja, plantas expostas à restrição hídrica, observaram-se apenas dois grupos; o grupo de maior eficiência foi integrado pelos porta-enxertos 'LCRSC', 'TSKFL x CTTR-017', 'CTSW', 'LCRC', e 'TSKFL x LRM-007', com as médias compreendendo valores de 0,037 e 0,053  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} \cdot \mu\text{mol mol}^{-1}$ ; e nos outros materiais do segundo grupo ('TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LRC)-059', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKC x TRENG-264' e 'LVK') registrou-se variação na *EIC* de 0,015  $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})$  no 'TSKC x (TR x LRC)-059' a 0,029  $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})$  no 'TSKC x TRENG-256', valores bem mais abaixo daqueles relatados em Laranjeira por Mattos Junior et al. (2005), que foram ao redor de 0,0476  $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ .

Observa-se que os genótipos 'LCRSC' e 'TSKFL x CTTR-017' não tiveram boa classificação quando sob umidade ideal e passaram, no entanto, a figurar no grupo de melhor desempenho quando sob estresse hídrico, indicando que tais porta-enxertos não sofreram limitação na carboxilação em condições de deficiência hídrica. Comportamento inverso foi visto nos genótipos 'TSKC x TRENG-256' e 'TSKC x (TR x LRC)-059', que foram melhores com umidade em capacidade de campo; entretanto, tiveram maior sensibilidade ao estresse hídrico. Magalhães Filho et al. (2008) estudaram dois porta-enxertos sob deficiência hídrica ('Cravo' e 'Trifoliata') e notaram que a eficiência instantânea de carboxilação, cujos valores máximos, em ambos os porta-enxertos, ocorreram antes do início da suspensão da irrigação, diminuíram progressivamente em função da deficiência hídrica crescente. Segundo Farquhar e Sharkey, (1982) a atividade bioquímica da fotossíntese pode ser avaliada por esta relação ( $A/C_i$ )

Numa avaliação geral os porta-enxertos que tiveram maior eficiência nas trocas gasosas, foram 'LCRSC', 'TSKFL x CTTR-017', 'CTSW', 'LCRC' e 'TSKFL x LRM-007', tendo, com frequência, os melhores resultados sob restrição hídrica. Nos genótipos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LRC)-059', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKC x TRENG-264' e 'LVK' registraram-se os melhores resultados na condição sem estresse hídrico, porém, sob estresse, foram sempre os mais afetados. É possível que tais resultados sejam reafirmados no estudo da produção de fitomassa, podendo-se, então, identificar a relação entre a eficiência nas trocas gasosas e a formação de fitomassa nas plantas. Deve-se acrescentar, contudo, que as observações das trocas gasosas são referentes a avaliações realizadas no período de estresse em 50% da umidade relativa à CC, podendo essas respostas serem alteradas com a continuidade e intensificação do nível de estresse. No contexto, o estudo do comportamento fisiológico é de grande importância na avaliação da tolerância à seca de diferentes genótipos por esclarecerem alterações relacionadas com o desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, com a produtividade e a qualidade dos frutos (NOGUEIRA et al., 2002).

**Tabela 10.** Testes de médias para as variáveis fisiológicas: condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), transpiração ( $E$ ) ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa de fotossíntese líquida ( $A$ ) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), eficiência intrínseca do uso da água ( $EUA - A/E$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ ] e eficiência instantânea da carboxilação ( $EiC - A/C_i$ ) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$ ] em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (Sem estresse – S.E. e Com estresse – C.E.), na etapa A da pesquisa, com estresse de 50% da CC. Campina Grande, 2010

GEN	Trocias gasosas									
	$g_s$		$E$		$A$		$EUA (A/E)$		$EiC (A/C_i)$	
	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.
1	0,233 <sup>aC</sup>	0,230 <sup>aA</sup>	2,756 <sup>aB</sup>	2,750 <sup>aA</sup>	10,700 <sup>aC</sup>	9,350 <sup>aA</sup>	3,890 <sup>aB</sup>	3,243 <sup>aB</sup>	0,044 <sup>aC</sup>	0,037 <sup>aA</sup>
2	0,550 <sup>aA</sup>	0,120 <sup>bA</sup>	4,210 <sup>aA</sup>	1,910 <sup>bB</sup>	19,705 <sup>aA</sup>	6,856 <sup>bB</sup>	4,680 <sup>aA</sup>	3,623 <sup>bA</sup>	0,084 <sup>aA</sup>	0,029 <sup>bB</sup>
3	0,515 <sup>aA</sup>	0,163 <sup>bA</sup>	3,335 <sup>aA</sup>	1,183 <sup>bB</sup>	17,500 <sup>aA</sup>	3,703 <sup>bB</sup>	5,250 <sup>aA</sup>	3,111 <sup>bB</sup>	0,072 <sup>aA</sup>	0,015 <sup>bB</sup>
4	0,200 <sup>aC</sup>	0,160 <sup>aA</sup>	2,145 <sup>aB</sup>	2,173 <sup>aB</sup>	9,380 <sup>aC</sup>	6,876 <sup>aB</sup>	4,329 <sup>aB</sup>	3,150 <sup>bB</sup>	0,038 <sup>aC</sup>	0,027 <sup>aB</sup>
5	0,235 <sup>aC</sup>	0,220 <sup>aA</sup>	2,775 <sup>aB</sup>	2,633 <sup>aA</sup>	10,595 <sup>aC</sup>	10,153 <sup>aA</sup>	3,839 <sup>aB</sup>	3,923 <sup>aA</sup>	0,042 <sup>aC</sup>	0,045 <sup>aA</sup>
6	0,445 <sup>aB</sup>	0,146 <sup>bA</sup>	3,480 <sup>aA</sup>	2,020 <sup>bB</sup>	16,030 <sup>aA</sup>	6,506 <sup>bB</sup>	4,624 <sup>aA</sup>	3,322 <sup>bB</sup>	0,065 <sup>aB</sup>	0,026 <sup>bB</sup>
7	0,310 <sup>aC</sup>	0,220 <sup>aA</sup>	3,105 <sup>aA</sup>	2,870 <sup>aA</sup>	13,430 <sup>aB</sup>	10,613 <sup>aA</sup>	4,304 <sup>aB</sup>	3,677 <sup>aA</sup>	0,057 <sup>aB</sup>	0,045 <sup>aA</sup>
8	0,380 <sup>aB</sup>	0,170 <sup>bA</sup>	3,340 <sup>aA</sup>	2,523 <sup>aA</sup>	15,415 <sup>aA</sup>	8,920 <sup>bA</sup>	4,614 <sup>aA</sup>	3,537 <sup>bA</sup>	0,064 <sup>aB</sup>	0,038 <sup>bA</sup>
9	0,370 <sup>aB</sup>	0,243 <sup>aA</sup>	3,290 <sup>aA</sup>	3,136 <sup>aA</sup>	13,856 <sup>aB</sup>	12,113 <sup>aA</sup>	4,204 <sup>aB</sup>	3,855 <sup>aA</sup>	0,058 <sup>aB</sup>	0,053 <sup>aA</sup>
10	0,190 <sup>aC</sup>	0,180 <sup>aA</sup>	2,245 <sup>aB</sup>	2,640 <sup>aA</sup>	9,860 <sup>aC</sup>	7,3866 <sup>aB</sup>	4,375 <sup>aB</sup>	2,874 <sup>bB</sup>	0,042 <sup>aC</sup>	0,028 <sup>bB</sup>

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal, não diferem entre si quanto ao manejo hídrico pelo teste 'F' ( $p < 0,05$ ); Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo de genótipos pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ )

GEN: **1 - LCRSC** – Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); **2 - TSKC x TRENG- 256** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **3 - TSKC x (TR x LCR) – 059** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x [Trifoliata (*P. trifoliata* (L.) Raf.) x Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck)]; **4 - TSKFL x CTC25 – 010** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; **5 - TSKFL x CTTR – 017** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; **6 - TSKC x TRENG – 264** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **7 - CTSW** – Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; **8 - LCRC** – Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); **9 - TSKFL x LRM – 007** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Limoeiro 'Rugoso Mozael' (*C. jambhiri* Lush.) seleção de Mozael; **10 - LVK** – Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.)

### 5.3. Fitomassa e índices de crescimento

Conforme o resultado da análise de variância exposto na Tabela 11, os fatores manejo hídrico (MH) e genótipo (GEN) foram significativos nas variáveis de fitomassa e índices de crescimento - fitomassa total (FST), fitomassa da parte aérea (FSPA), fitomassa da folha (FSF) fitomassa do caule (FSC), relação raiz/parte aérea (R/PA) e razão de peso foliar (RPF); apenas na fitomassa da raiz (FSR) não se identificou efeito significativo do fator MH. Na Figura 18 e no Apêndice 8, podem ser vistas as médias do desdobramento entre os fatores para cada variável de fitomassa e os índices raiz/parte aérea e razão de peso foliar.

**Tabela 11.** Resumo da análise de variância nas variáveis fitomassa total (FST), da parte aérea (FSPA), da folha (FSF) do caule (FSC), da raiz (FSR), relação raiz/parte aérea (R/PA) e razão de peso foliar (RPF) em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (MH). Campina Grande, 2010

FV		Quadrado Médio						
		FST	FSPA	FSF	FSC	FSR	R/PA	RPF
GEN	9	0,2312**	0,2120**	0,2173**	0,1141**	0,1408**	0,1187**	0,0236**
MH	1	55,8839**	54,2971**	19,3541**	8,8169**	0,0114 <sup>ns</sup>	3,5253**	0,2037**
GENxMH	(9)	0,3924**	0,1905**	0,1275**	0,0545**	0,2650**	0,1615**	0,0125**
BLOCO	2	0,0569 <sup>ns</sup>	0,0230 <sup>ns</sup>	0,0169 <sup>ns</sup>	0,00170 <sup>ns</sup>	0,01123*	0,0044 <sup>ns</sup>	0,00044 <sup>ns</sup>
ERRO	38	0,0507	0,0216	0,0224	0,0073	0,0159	0,0124	0,0024
CV (%)		8,10	7,30	12,25	10,85	16,49	21,94	11,75

<sup>ns</sup> = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade e \*\* = significativo a 1%, de probabilidade pelo teste 'F'

#### 5.3.1. Fitomassa total (FST)

Constatou-se maior formação de fitomassa nos porta-enxertos não submetidos a estresse hídrico (Figura 18A), identificando-se diferença significativa entre as médias dos tratamentos hídricos sem estresse (S.E.) e com estresse (C.E.). Analisando a fitomassa total (g), na fonte de variação genótipo, percebeu-se distinção entre os porta-enxertos apenas na condição de cultivo sem estresse, constatando-se resposta semelhante nos materiais dentro da condição de estresse hídrico. Cabe acrescentar que o efeito do estresse hídrico pode ter ocorrido aliado também à salinidade no substrato de cultivo, evidenciado pelas características químicas verificadas ao final do experimento (Apêndice 1) intensificando-se assim, os efeitos da deficiência hídrica sobre as plantas.

No primeiro caso, foram classificados em três grupos, os genótipos cultivadas em umidade do substrato na CC (S.E.) pelas médias de formação de fitomassa total, conforme teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ); maiores médias foram constatadas nos genótipos 'LCRSC', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'CTSW' e 'TSKFL x LRM-007'; plantas de 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017', 'LCRC' e de 'LVK', tiveram médias de produção

intermediárias nessa variável e, portanto, ficaram no segundo grupo, restando os dois últimos genótipos ('TSKC x TRENG-256' e 'TSKC x TRENG - 264'), ambos híbridos provenientes do 'Trifoliata', com menor produção de fitomassa total (Figura 18A e Apêndice 8).

Mesmo não havendo diferença significativa na formação de fitomassa nos porta-enxertos, dentro do tratamento hídrico com estresse, os genótipos 'LCRC' e 'TSKFL x LRM-007' tiveram produções de FST inferiores (1,61 e 1,64 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente). Tiveram menores reduções na fitomassa total, em função do déficit hídrico, os genótipos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKFL x CTTR- 017' e 'TSKC x TRENG - 264'. Observe-se ainda, que o genótipo 'TSKFL x LRM-007' teve bom crescimento e alta tolerância em algumas variáveis, porém, teve uma das menores formações de fitomassa total sob estresse.

É conveniente correlacionar os resultados obtidos nesta variável, com aqueles registrados na avaliação das trocas gasosas, onde o melhor desempenho de alguns genótipos, a exemplo do 'TSKFL x CTTR- 017', em que o estresse hídrico não afetou significativamente as trocas gasosas, teve um dos melhores desempenhos em formação de fitomassa com menor expressão do efeito do estresse hídrico sobre a FST. Por outro lado, genótipos como os 'LCRSC', 'CTSW' e 'LCRC', que tiveram, com frequência, melhores resultados na avaliação das trocas gasosas, tiveram expressivas reduções na FST (52,46, 59,81, e 53,63%, respectivamente) e não resistiram à continuidade do estresse hídrico severo.

É oportuno observar que, mesmo se considerando as alterações morfofisiológicas como meios de evitar os efeitos negativos da deficiência hídrica, as plantas têm decréscimos significativos na produção de fitomassa (MACHADO et al., 2009). Magalhães Filho et al. (2008) estudando duas combinações copa/porta-enxerto de citros sob déficit hídrico (laranjeira 'Valência' sobre 'Cravo' e sobre 'Trifoliata'), registraram redução na fitomassa total e nos diferentes órgãos das plantas, resultantes de queda na assimilação de CO<sub>2</sub> confirmando, então, o efeito negativo da queda na fotossíntese no crescimento dos vegetais.

### **5.3.2. Fitomassa da parte aérea (FSPA)**

Ocorreu efeito expressivo do estresse hídrico na FSPA em todos os genótipos de citros (Figura 18B). Quando foram submetidos a estresse hídrico, todos os porta-enxertos tiveram a formação de fitomassa na parte aérea reduzida pronunciadamente registrando-se em relação às plantas bem hidratadas (S.E.), decréscimos da ordem de 70,05, 57,37, 68,14, 62,28, 47,15, 63,68, 64,42, 69,32, 64,96, e 71,13% nos genótipos 'LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25 - 010', 'TSKFL x CTTR- 017', 'TSKC x TRENG- 264', 'CTSW', 'LCRC', 'TSKFL x LRM-007' e 'LVK', respectivamente.

Destaque-se nesse aspecto, a superioridade do 'TSKFL x CTTR- 017' e do 'TSKC x TRENG-256' que sofreram menor efeito sobre a parte aérea da planta, em razão do déficit hídrico contínuo, evidenciado pelas menores reduções nesta variável (Figura 18B). Redução em matéria seca total e, por conseguinte, da parte aérea foi, também, relatada por Peixoto et al. (2006) quando estudaram o efeito do estresse hídrico em genótipos de citros. Este maior efeito na parte aérea é explicado por Hsiao & Xu (2000), por ser o ajuste osmótico nas folhas mais lento, contribuindo para a redução ou parada da extensão das paredes celulares, resultando em menor crescimento da parte aérea.

Analisando comparativamente os resultados no agrupamento dos genótipos em cada tratamento, vê-se que o híbrido 'TSKC x (TR x LCR)-059' teve melhor desempenho em produção de fitomassa na parte aérea ( $3,60 \text{ g planta}^{-1}$ ), sob manejo de irrigação em umidade de capacidade de campo, em relação aos outros genótipos. Neste tratamento, a variedade 'LCRSC' e o híbrido 'TSKFL x LRM-007' ficaram no segundo grupo e, na sua sequência, se agruparam os genótipos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKFL x CTTR-017', 'TSKC x TRENG-264', 'CTSW', 'LCRC' e 'LVK', de menor expressão em produção de FSPA. Sob estresse hídrico (50% e depois 25% da umidade correspondente à CC), registraram-se duas classes de porta-enxertos: os de maior FSPA ('TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25 - 010', 'TSKFL x CTTR- 017' e 'TSKFL x -LRM-007'), que formaram entre  $1,11$  e  $1,36 \text{ g planta}^{-1}$  de fitomassa na parte aérea; e o desempenho inferior foi constatado nos genótipos 'LCRSC'; 'TSKC x TRENG- 264' 'CTSW'; 'LCRC' e 'LVK', com produção de FSPA entre  $0,86$  e  $1,02 \text{ g planta}^{-1}$ .

Esse efeito sobre a parte aérea foi observado em citros, por Magalhães Filho et al. (2008), que evidenciaram tal resposta em 'Cravo' e em 'Trifoliata', indicando a existência de um mecanismo de adaptação à seca, que priorizou o crescimento das raízes sob estresse hídrico. O referido mecanismo adaptativo foi mais eficiente em 'Cravo', visto que seu crescimento foi mais intenso, acrescentaram os autores. Os autores associam esta resposta a mecanismo de defesa contra o déficit hídrico visto que, sob esta condição, as plantas investem mais biomassa no sistema radicular, objetivando aumentar a capacidade de absorção de água e nutrientes. Sob estresse foi identificado no presente estudo, menor FSPA nos limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', além dos híbridos trifoliados 'TSKC x CTTR - 264' e 'CTSW', resultados provavelmente correlacionado com as informações descritas acima.

### 5.3.3. Fitomassa foliar (FSF)

A produção de fitomassa nas folhas foi influenciada significativamente ( $p < 0,01$ ), tendo havido diferenças entre os porta-enxertos e quanto ao manejo hídrico. Observa-se redução significativa na formação de fitomassa nas folhas no tratamento em que as plantas foram submetidas a estresse hídrico por deficiência de água (Figura 18C). Entretanto, deve ser destacado que dentre os 10 porta-enxertos o híbrido 'TSKC x CTTR - 017' foi menos sensível, tendo menor redução (39,88%) da FSF, em razão da restrição hídrica a que foi submetido.

A respeito da dependência dos genótipos na variação da produção de fitomassa nas folhas em cada condição de manejo hídrico notaram-se, sob condições normais de umidade, três grupos distintos de genótipos, mediante o agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott. Assim, teve maior fitomassa foliar o genótipo 'TSKFL x LRM-007' com 2,43 g planta<sup>-1</sup>, fato decorrente, por certo, de maior produção de folhas nesse porta-enxerto; os genótipos 'LCRSC', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25 - 010' 'TSKFL x CTTR- 017', 'CTSW', 'LCRC' e 'LVK' tiveram posição intermediária na produção de FSF, com oscilação de 1,66 a 1,94 g de FSF compondo, portanto, o segundo grupo de genótipos; por fim, os genótipos 'TSKC x TRENG - 256' e 'TSKC x TRENG - 264' foram os que alocaram, em menor quantidade, fitomassa nas folhas; nesses híbridos se notou grande emissão de folhas mas em tamanho reduzido.

Sob estresse hídrico, identificaram-se apenas dois grupos de porta-enxertos, em que o genótipo 'TSKFL x LRM-007' manteve sua classificação no grupo de maior FSF, juntamente com o 'TSKFL x CTTR- 017', que tiveram 0,82 e 1,04 g planta<sup>-1</sup> de FSF; no restante dos materiais genéticos de citros estudados ('LCRSC', 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x -LCR)-059', 'TSKFL x CTC25 - 010', 'TSKC x TRENG- 264', 'CTSW', 'LCRC' e 'LVK'), identificaram-se os valores menos expressivos para esta variável, com a menor média de 0,41 g planta<sup>-1</sup> no 'LVK' e a maior média de 0,71 g planta<sup>-1</sup> obtida no híbrido 'TSKFL x CTC25 - -010'. Para este componente foram registradas diminuições acentuadas em função do estresse imposto (70,74, 50,70, 65,46, 60,11, 39,88, 51,04, 67,02, 69,87, 66,25 e 76,57%, respectivamente nos dez genótipos). Acrescente-se que além da redução em número e em tamanho, a deficiência hídrica também causa acentuada senescência foliar e restrição ao surgimento de novas folhas; o grau dessas alterações decorre da intensidade do estresse hídrico e depende do genótipo (SMIT & SINGELS, 2006). Essas informações fundamentam as respostas encontradas nesse trabalho, por se ter verificado esses efeitos nas plantas.

#### 5.3.4. Fitomassa do caule (FSC)

Pelos dados expostos na Figura 18D, relativos ao efeito dos fatores na formação de fitomassa do caule, notou-se redução expressiva nesse item de avaliação quando as plantas estavam sob influência do estresse hídrico, fato registrado em todos os genótipos de porta-enxertos (variedades e híbridos). Essas reduções variaram de 50% no ‘CTSW’ a 71% no ‘TSKC x (TR x LCR)–059’.

Quando se estudou a influência dos genótipos nessa variável percebeu-se, nas plantas não submetidas a estresse hídrico formação de quatro grupos de genótipos diferentes pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). A maior fitomassa no caule de 1,66 g planta<sup>-1</sup>, foi quantificada no híbrido ‘TSKC x (TR x LCR)–059’; os genótipos ‘LCRSC’ e ‘TSKC x TRENG–256’ classificaram-se no segundo grupo; no terceiro grupo estão ‘TSKFL x CTC25 – 010’, ‘TSKC x TRENG– 264’, ‘LCRC’ e ‘LVK’ e, por último, foram quantificadas as menores fitomassas do caule nos genótipos ‘TSKFL x CTTR– 017’, ‘CTSW’ e ‘TSKFL x LRM–007’. Na condição de estresse hídrico, os valores de FSC se mantiveram equivalentes entre os porta-enxertos, com respostas semelhantes.

#### 5.3.5. Fitomassa da raiz (FSR)

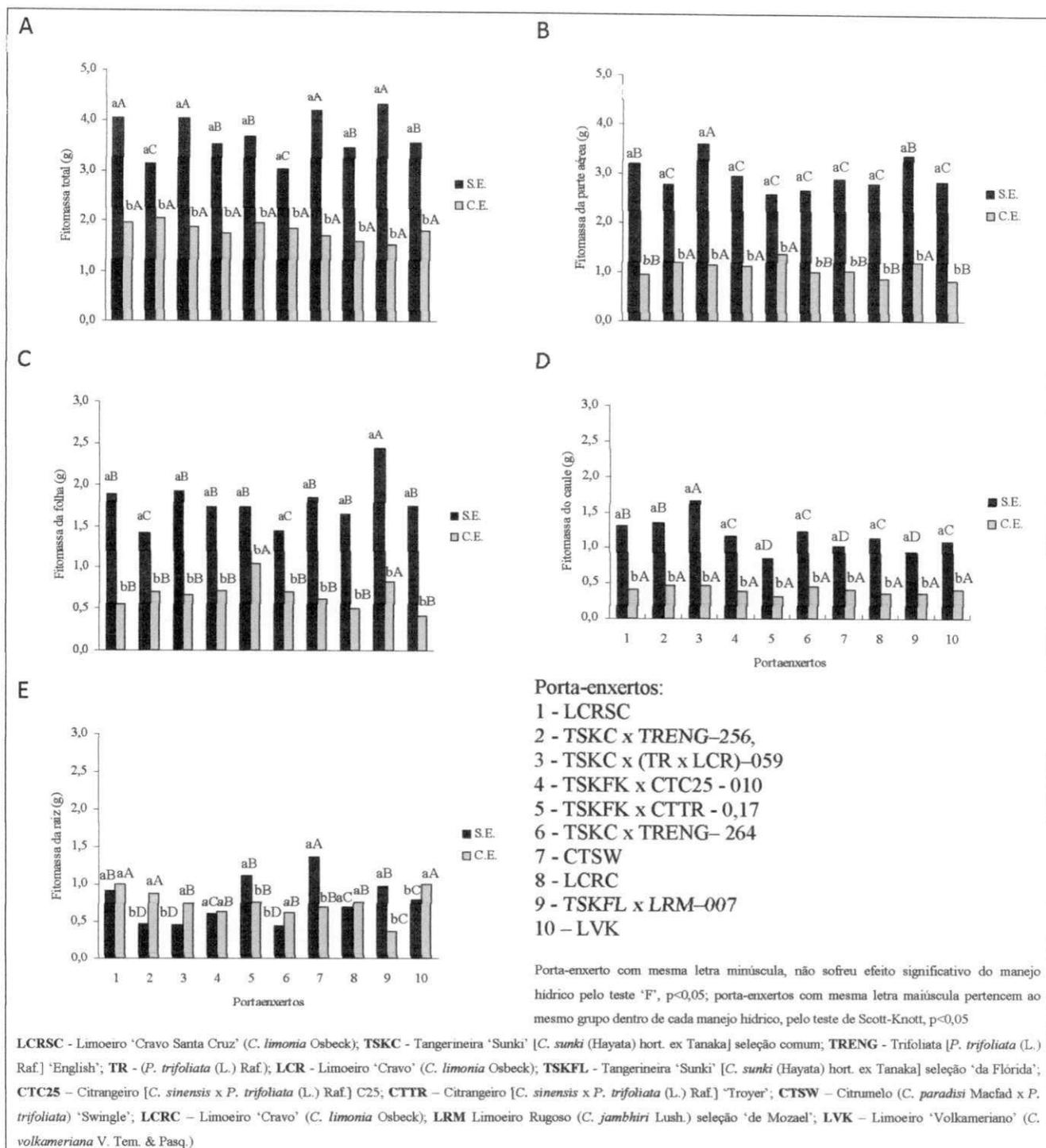
Ao se analisar os dados de fitomassa da raiz (FSR) (Figura 18E), percebe-se que o estresse hídrico determinou aumento na produção de fitomassa da raiz, exceto nos genótipos ‘TSKFL x CTTR-017’, ‘CTSW’ e ‘TSKFL x LRM – 007’. O restante dos genótipos aumentou a FSR em resposta ao déficit hídrico, apesar de, os genótipos ‘LCRSC’, ‘TSKFL x CTC25 – 010’ e ‘LCRC’ terem aumentado a FSR quando sob estresse mas não diferiram estatisticamente nas duas condições hídricas. A redução mais acentuada (62,49%) na fitomassa da raiz (FSR) foi constatada no híbrido ‘TSKFL x LRM–007’, comparando-o entre os tratamentos sem e com estresse hídrico; o genótipo de maior expressão em aumento da FSR sob estresse foi o TSKC x TRENG – 256, caso em que o efeito do déficit hídrico dependeu do genótipo utilizado não exercendo influência significativa isoladamente.

Quando comparados os genótipos em cada tratamento hídrico, notou-se diferença entre os porta-enxertos na produção de FSR pelo teste de Scott-Knott a 5%. O agrupamento dos genótipos cultivados sem estresse resultou em três grupos diferenciados, conforme a homogeneidade entre médias; o ‘CTSW’ superou os demais na produção de FSR chegando a um valor médio de 1,36 g planta<sup>-1</sup>; também tiveram bom desempenho, neste aspecto, os genótipos ‘LCRSC’, ‘TSKFL x CTTR– 017’ e ‘TSKFL x LRM–007’, sendo estes, inferiores

ao 'CTSW' porém superiores ao 'TSKFL x CTC25- 010', ao 'LCRC' e ao 'LVK'. Para esta variável, identificaram-se os genótipos 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059' e 'TSKC x TRENG - 264' de menor desenvolvimento radicular estimado pelas menores médias de FSR, já que os mesmos alcançaram apenas valores médios em torno de 0,45 g planta<sup>-1</sup> deste componente.

Sob estresse hídrico tiveram maior fitomassa no sistema radicular os genótipos 'LCRSC', 'TSKC x TRENG-256' e 'LVK'; foram intermediários os genótipos 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25- 010', 'TSKFL x CTTR- 017', 'TSKC x TRENG- 264'; 'CTSW' e 'LCRC' e o 'TSKFL x LRM-007' de FSR menor, sob estresse hídrico, conforme se observa na Figura 18E. É importante relacionar esses resultados com aqueles obtidos na medição do comprimento das raízes (Tabela 8), em que tal característica não diferiu significativamente entre os dois manejos de água. Neste contexto atribui-se a variação na fitomassa desses órgãos, à formação de raízes secundárias cujas características foram diferentes entre os tratamentos hídricos e entre porta-enxertos (dados não apresentados), já que o comprimento das raízes não diferiu em função de nenhum dos fatores.

Magalhães Filho et al. (2008) observaram semelhança na fitomassa das raízes do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' com e sem deficiência hídrica. Todavia, o porta-enxerto 'Trifoliata' teve menor fitomassa no sistema radicular sob condições de deficiência hídrica. Observaram, ainda que, excetuando-se a fitomassa das raízes do 'Cravo' em todos os outros órgãos, sob deficiência hídrica, houve menor acúmulo de fitomassa. Conforme resultados apresentados anteriormente no presente estudo, o porta-enxerto limoeiro 'Cravo' aumentou a produção de fitomassa na raiz, mas este aumento não foi significativo.



**Figura 18.** Fitomassa total (FST) (A), fitomassa da parte aérea (FSPA) (B), fitomassa da folha (FSF) (C), fitomassa do caule (FSC) (D) e fitomassa da raiz (FSR) (E) em porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (sem estresse – S.E. e com estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

### 5.3.6. Relação raiz/parte aérea (R/PA)

O fator manejo hídrico (MH) induziu diferença significativa na relação raiz/parte aérea (R/PA) que foi diferente, também, entre genótipos (GEN) (Tabela 11); o déficit hídrico elevou significativamente a R/PA, identificando-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as médias

do fator MH nos porta-enxertos de citros, exceto nos genótipos ‘TSKFL x CTTR-017’ e ‘TSKFL x LRM-007’ que não sofreram variação significativa em razão do estresse (Figura 19A). Notou-se aumento entre 60 e 80% da R/PA, na maioria dos genótipos sob déficit hídrico; todavia, os híbridos ‘TSKFL x CTTR-017’ e o TSKFL x LRM-007’ tiveram aumento menos pronunciado nessa relação, calculando-se acréscimos de 2,63 e 7,95%, respectivamente, em relação ao tratamento sem déficit hídrico. Observa-se uma lógica conceitual nas respostas dos dois porta-enxertos pois, por um lado, não tiveram a fitomassa da raiz aumentada devido ao déficit hídrico (Figura 19B) e, noutro aspecto, foram classificados no grupo de maior FSPA sob deficiência hídrica (Figura 19E).

Quando se estudaram os genótipos dentro do tratamento sem estresse, identificaram-se dois grupos de porta-enxertos; os genótipos ‘TSKFL x CTTR - 017’ e o ‘CTSW’ de maiores valores e os demais foram aglomerados em outra classe. Sob restrição hídrica os porta-enxertos foram separados em quatro grupos, com diferença de comportamento em resposta à deficiência hídrica, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), sendo a maior relação R/PA constatada no limoeiro ‘Volkameriano’ (‘LVK’); os genótipos ‘LCRSC’; ‘TSKC x TRENG- 264’; e ‘LCRC’ ficaram no segundo grupo e os porta-enxertos ‘TSKC x TRENG-256’; ‘TSKC x (TR x LCR)-059’; ‘TSKFL x CTC25 - 010’ e ‘CTSW’ no grupo de menores médias. Ressalte-se que os menores valores da R/PA, foram constatados nos ‘TSKFL x CTC25 - 010’, ‘TSKFL x CTTR- 017’ e no ‘TSKFL x LRM-007’, por alocação de maior fitomassa na parte aérea em relação à FSR e valores de R/PA maiores que 1,0 foram detectados nos genótipos ‘LCRSC’ (1,05) e ‘LVK’ (1,22), confirmando-se maior crescimento das raízes, em detrimento à parte aérea. Deve-se considerar na R/PA que o recipiente limitou o crescimento das raízes, notadamente em alguns porta-enxertos, o que permitiu observar, para a maioria, valores da relação menores que 1,0.

Pereira et al. (2003) julgam importante avaliar o crescimento do sistema radicular e da parte aérea com base no acúmulo de matéria seca e do incremento da área foliar em porta-enxertos cítricos. É explicado que os índices determinados na análise de crescimento indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar (fonte) e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação de carbono aos locais de utilização ou de armazenamento, onde ocorrem o crescimento e a diferenciação dos órgãos (FONTES et al., 2005). Assim como neste trabalho, aumento da R/PA foi verificado por Figueirôa et al. (2004), estudando estresse hídrico em aroeira, ao notarem maior alocação de biomassa para a

raiz em plantas sob 25% da umidade de CC em relação aos tratamentos de 75% e 50% da umidade de CC, o que aumenta a R/PA.

### 5.3.7. Razão de peso foliar (RPF)

A razão de peso foliar (RPF), relação entre fitomassa das folhas e a unidade de fitomassa da planta inteira, representa a capacidade de translocação de fotoassimilados da parte aérea para o resto da planta e, quanto maior for esta razão mais eficiente será a translocação (SCALON et al., 2006). No contexto, verificou-se que este índice foi influenciado pela redução da umidade do substrato, havendo diminuição na RPF das plantas que sofreram estresse hídrico; esse comportamento foi diferente no híbrido 'TSKFK x CTTR-0,17', no qual a RPF foi superior quando sob estresse hídrico porém esta variação ocorreu em nível não significativo; no genótipo 'TSKFL x LRM-007' a redução na RPF foi menos pronunciada, não se encontrando diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os manejos hídricos.

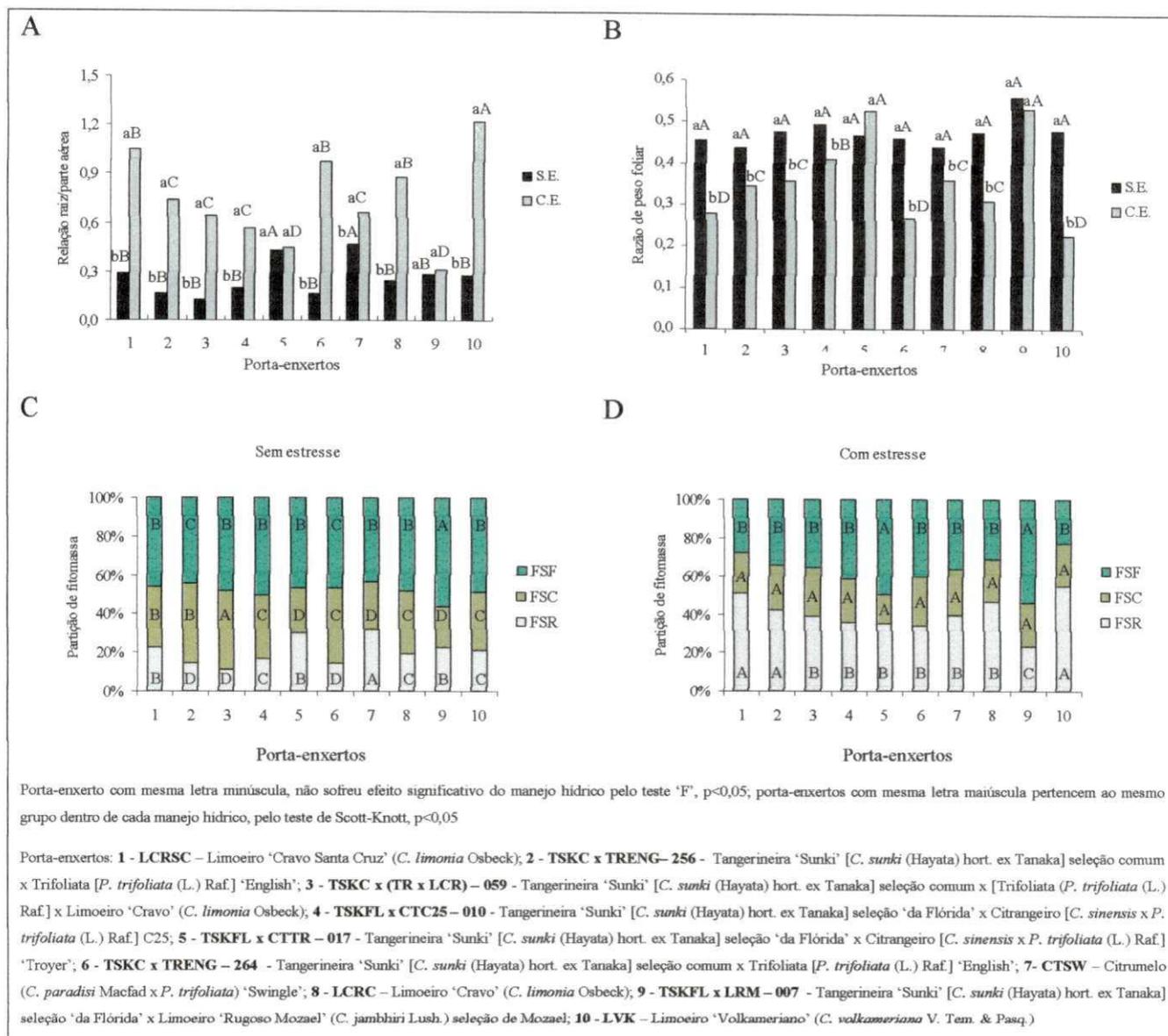
Em relação ao fator GEN, no manejo hídrico de condição ideal de água disponível às plantas, os genótipos tiveram RPF semelhante entre si, não se diferenciando, conforme o resultado do teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ); conduzidos sob estresse hídrico, notou-se diferenciação dos genótipos em quatro grupos pelo teste de Scott-Knott, como se descreve a seguir: nos genótipos 'TSKFK x CTTR - 0,17' e 'TSKFL x LRM-007' foram identificadas as maiores médias para esta razão; no segundo grupo está o genótipo 'TSKFK x CTC25 - 010'; no terceiro grupo figuraram 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'CTSW' e 'LCRC' e com as menores médias de RPF, foram identificados os genótipos 'LCRSC', 'TSKC x TRENG - 264' e 'LVK' (Figura 19B).

Destaque-se que a razão de peso foliar é uma medida adimensional, que representa a fração de matéria seca produzida pela fotossíntese não utilizada na respiração nem exportada para outras partes da planta, ou seja, retida nas folhas; representa o quanto a planta investiu da sua produção via fotossíntese, para as folhas (OLIVEIRA et al., 2002). Considerando este fato, os genótipos 'TSKFK x CTTR-0,17' e 'TSKFL x LRM-007' tiveram uma translocação de fotoassimilados mais eficiente mesmo na presença de déficit hídrico, e esse resultado é fundamentado nos dados obtidos na produção de fitomassa foliar (FSF) (Figura 19C) em que esses híbridos se classificaram com maior produção de FSF na condição de estresse hídrico.

### 5.3.8. Partição de fitomassa

Referindo-se, ainda, à Figura 19 (C e D), se pode visualizar a distribuição de fitomassa nos órgãos das plantas (folhas, caules e raízes), e a variação na alocação da fitomassa nestes órgãos, quando as plantas foram submetidas a estresse hídrico. Vê-se, portanto, aumento na alocação de fitomassa radicular entre os genótipos expostos a estresse e sua redução nos caules e folhas, sendo essas alterações morfológicas, resultantes da baixa disponibilidade hídrica. Apesar disto, nota-se que nos genótipos 'TSKFK x CTTR-0,17' e 'TSKFL x LRM--007', este mecanismo não ocorreu, evidenciando maior alocação de fitomassa para a formação e crescimento de folhas e caules, mesmo sob estresse. É provável que esses porta-enxertos não tenham sofrido severamente os efeitos negativos do estresse e, por esta razão, não desenvolveram tal estratégia. Já a redução na distribuição da fitomassa entre os caules e folhas, certamente, pode ser explicada, certamente, por fatores como menor número e tamanho, como pela abscisão foliar registrada nas plantas sob déficit hídrico contínuo; a menor altura das plantas, nessa situação constatada anteriormente nas Figuras 9A e 9B, reduz, por consequência, o número de folhas e sua fitomassa, assim como a fitomassa do caule.

A razão do maior direcionamento de fitomassa para a parte radicular nos porta-enxertos de citros é considerada característica adaptativa, comum às plantas submetidas a ambientes sujeitos a períodos de seca prolongados. Isso não somente prioriza a absorção de água, mas também resulta em menor perda por transpiração foliar visto que a alocação de massa para as folhas é diminuída (TAIZ & ZEIGER, 2009). Comumente, explica-se que o ajuste osmótico nas folhas ocorre mais lentamente levando à diminuição ou à parada da extensão das paredes celulares e ao menor crescimento da parte aérea. Assim, quando o potencial da água é reduzido nas raízes verifica-se, em várias espécies um rápido ajuste osmótico, auxiliando o reestabelecimento da pressão de turgor e permitindo a manutenção do alongamento celular (HSIAO & XU, 2000).



**Figura 19.** Relação raiz/parte aérea (R/PA) (A), razão de peso foliar (RPF) (B) e partição de fitomassa (C e D), em porta-enxertos de citros estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

#### 5.4. Classificação dos genótipos pelo critério de rendimento relativo

Adotando-se o critério do rendimento relativo com base na redução de fitomassa total, os genótipos foram classificados em moderadamente tolerantes (MT), moderadamente sensíveis (MS) e sensíveis (S), conforme os dados contidos na Tabela 12. Assim, foram classificados como moderadamente tolerantes os híbridos 'TSKC x TRENG–256' e 'TSKFL x CTTR-017'; foram moderadamente sensíveis os genótipos 'LCRSC', 'TSKC x (TR x LCR)–059', 'TSKFL x CTC25–010', 'TSKC x TRENG-264', 'CTSW', 'LCRC'; e o genótipo 'LVK' foi classificado como sensível.

Este critério de classificação foi adaptado para estresse hídrico, da classificação proposta por Fageria e Gheyi (1997), para rendimento de culturas sob salinidade.

**Tabela 12.** Classificação baseada no rendimento relativo (%) pela redução da fitomassa total, em genótipos de porta-enxertos de citros, sob estresse hídrico. Campina Grande, 2010

GENÓTIPOS	REND. RELAT. (%)	FAIXA	CLASSIFICAÇÃO
1-LCRSC	52,66	40-60	MS
2-TSKC x TRENG-256	36,33	20-40	MT
3-TSKC x (TR x LCR)-059	53,66	40-60	MS
4-TSKFL x CTC25-010	51,00	40-60	MS
5-TSKFL x CTTR-017	40,00	20-40	MT
6- TSKC x TRENG-264	53,66	40-60	MS
7-CTSW	50,00	40-60	MS
8-LCRC	46,33	40-60	MS
9-TSKFL x LRM-007	59,66	40-60	MS
10-LVK	64,00	>60	S

MT = moderadamente tolerante, MS = moderadamente sensível e S = sensível.

LCRSC - Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); TSKC - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; TRENG - Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; TR - (*P. trifoliata* (L.) Raf.); LCR - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); TSKFL - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTC25 - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; CTTR - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; CTSW - Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; LCRC - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); LRM-Limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) seleção 'de Mozael'; LVK - Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.)

### 5.5. Classificação dos genótipos pelo critério de sobrevivência

Considerando o critério de sobrevivência das plantas ao estresse, pôde-se identificar, entre os dez genótipos, cinco porta-enxertos - 'TSKC x TRENG-256', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTTR-017', 'TSKC x TRENG-264' e 'TSKFL x LRM-007' - com capacidade de sobrevivência em alta deficiência hídrica (25% da CC); os demais materiais genéticos de citros ('LCRSC', 'TSKFK x CTTR-010', 'CTSW', 'LCRC' e 'LVK'), não resistiram à intensidade e duração do estresse hídrico, ocorrendo dessecação e queda considerável das folhas das plantas (mais de 50%), com maior intensidade a partir dos 195 DAS, momento em que se fez a última avaliação de crescimento nesses porta-enxertos, procedendo-se à coleta do material vegetal para avaliação da matéria seca.

## 6. CONCLUSÕES

---

1. O número de folhas e a altura de plantas de porta-enxertos de citros são mais afetados negativamente por estresse hídrico do que o diâmetro de caule;
2. Os híbridos de '*Trifoliata*' emitem maior número de folhas em ambas as condições de umidade do substrato;
3. O estresse por deficiência hídrica em genótipos de citros durante a formação de porta-enxertos, causa alterações fisiológicas, identificadas nas trocas gasosas;
4. O híbrido 'TSKFL x CTTR-017' têm crescimento lento mas é pouco afetado pelo estresse hídrico;
5. Os genótipos 'CTSW' e 'LVK' tem maior diâmetro caulinar em condições sem estresse;
6. O déficit hídrico reduz a formação de fitomassa;
7. O déficit hídrico promove redução na fitomassa da parte aérea e incrementa, em alguns porta-enxertos, a fitomassa da raiz, aumentando a relação R/PA;
8. Baseados no rendimento relativo de fitomassa total, os genótipos de citros estudados são classificados quanto à tolerância ao estresse hídrico:
  - Moderadamente Tolerantes (MT): 'TSKC x TRENG - 256' e 'TSKFL x CTTR-017';



- Moderadamente Sensíveis (MS): 'LCRSC', 'TSKC x (TR x LCR)-059', 'TSKFL x CTC25-010', 'TSKC x TRENG-264', 'CTSW', 'LCRC' e 'TSKFL x LRM -007';
  - Sensível (S): 'LVK'.
9. Os porta-enxertos 'LCRSC', 'TSKFL x CTC25-010', 'CTSW', 'LCRC' e 'LVK' não resistem ao déficit hídrico de 25% da umidade correspondente à capacidade de campo.
10. Os híbridos 'TSKC x TRENG - 256', 'TSKC x (TR x LCR) - 059', 'TSKFL x CTTR - 017', 'TSKC x TRENG - 264' e 'TSKFL x LRM -007' são promissores para cultivo em condições de baixa disponibilidade hídrica.

## 7. REFERÊNCIAS

---

AGRIANUAL 2008. Citros. In: **Anuário da Agricultura Brasileira** (Ed.) 13. ed. São Paulo: FNP Consultoria e AgroInformativos, 2008. p. 273-303.

AGUSTI, M. Citricultura. **Edicones Mundi-Prensa**, Madri, 2000.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; LOPES, R. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CECON, P. R.; QUEIROZ, D. S.; PEREIRA, D. H. REIS, S. T. Análise de crescimento do capim-elefante 'napier' adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 415-423, 2005.

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**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 229-234, 2008.

BASSANEZI, R. B.; BUSATO, L. A.; SANCHES, A. L. & BARBOSA, J. C. Danos da Morte Súbita dos Citros sobre a produção de laranja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 497-503, 2005.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2ª ed, Jaboticabal: FUNEP, 41p, 2003.

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 Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 733-738, 2000.

BRITO, M. E. B. **Tolerância de portaenxertos de citros à salinidade**. Campina Grande, 2007. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de campina Grande, Campina Grande, 2007.

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.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento Genético de Plantas: Princípios e Procedimentos**. 2ª ed., Editora UFPA, 2006.

CERQUEIRA, E. C.; CASTRO NETO, M. T.; PEIXOTO, C. P.; SOARES FILHO, W. S. LEDO, C. A. S.; OLIVEIRA, J. G. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 515-519, 2004.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, Oxford, v.103, p.551-560, 2009.

CITROLIMA, 2009. Mudanças Cítricas Citrolima. Disponível em: <http://www.citrolima.com.br/boletim/boletim6a.htm> Acesso em: Fevereiro de 2010.

CONFORTO, E. C. Respostas fisiológicas ao déficit hídrico em duas cultivares enxertadas de seringueira ("RRIM 600" e "GT 1") crescidas em campo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 679-684, 2008.

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

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T.; COELHO, M. C. M.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R. Fluorescência da clorofila *a* em folhas de tangerineira 'Ponkan' e limeira ácida 'Tahiti' submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 896-901, 2009.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Trad. de H.R. Gheyi et al. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 2000. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, 33).

EPSTEIN, E., BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. Edição Trad.. Londrina: Editora Planta. 2006. 392p.

ESPOSTI, M. D. D.; SIQUEIRA, D. L. Doses de uréia no crescimento de porta-enxertos de citros produzidos em recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 136-139, 2004.

FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. **Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares**. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (ed.) Manejo e controle da salinidade na agricultura. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p. 363-383.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em julho de 2009.

FARIAS, J. R. B. Dinâmica da água no sistema solo-água-atmosfera: déficit hídrico em culturas. **ITEM**. n. 68, p. 32-37, 2005.

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

FERNANDES, P. D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: UFPB – DEAg, 2002. 52p.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos, p. 255-258.

FIGUEIRÔA, J. M.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Miracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botânica Brasilian**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.

FOCHESATO, M. L. SOUZA, P. V. D.; SCHÄFER, G.; MACIEL, H. S. Crescimento vegetativo de porta-enxertos de citros produzidos em substratos comerciais. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 970-975, 2007.

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.

GALBIATTI, J. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; CALZAVARA, S. A.; SILVA, V. L.; FREDDI, O. S. Substratos e lâmina de irrigação em espécies cítricas. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 357-364, 2005.

GIAVENO, C. D.; OLIVEIRA, R. F. de. **Estresse ambiental: conceitos gerais**. Piracicaba, : Departamento de Ciências Biológicas da ESAQ/USP, 2008. Disponível em: <<http://www.sbfv.org.br/materialdidatico/download/EstresseIricardo.pdf>>. Acesso em Agosto de 2010.

HSIAO, T. C.; XU, L. K. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, n. 3, p. 1595-1616, 2000.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2009**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. 2010.

JAIMEZ, R. E; RADA, F; GARCÍA-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**, Amsterdam, v.104, n.1, p.79-89, 2005.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: G. Koogan, 2004. 452 p.

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**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 339-347, 2005.

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, 2006. 532p.

LECHINOSKI, A. L.; FREITAS, J. M. N.; CASTRO, D. S.; LOBATO, A. K. DA S.; OLIVEIRA NETO, C. F.; CUNHA, R. L. M.; COSTA, R. C. L. Influência do estresse hídrico nos teores de proteínas e aminoácidos solúveis totais em folhas de Teca (*Tectona grandis* L. f.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl.2, p. 927-929, 2007.

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.

LOPES, E.B.; BATISTA, J. L.; ALBUQUERQUE, I. C.; BRITO, C. H. Moscas frugívoras (Tephritidae e Lonchaeidae): ocorrência em pomares comerciais de tangerina (*Citrus reticulata* Blanco) do município de Matinhas, Estado da Paraíba. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 30, supl., p. 639-644, 2008.

MACHADO, E. C.; MEDINA, C. L.; GOMES, M. M. A. Teor de água no substrato de crescimento e fotossíntese em laranja 'Valência'. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 2, p. 217-226, 1999.

MACHADO, E. C.; MEDINA, C. L.; GOMES, M. de M. de A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranja 'Valência'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p.53-58, 2002.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p.1161-1170, 2005.

MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; Eduardo Caruso MACHADO, E. C.; e LANDELL, M. G. A. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n.12, p.1575-1582, 2009.

MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E.C. MACHADO, R. S; RIBEIRO, R.V. Efeito da baixa temperatura noturna e do porta-enxerto na variação diurna das trocas gasosas e na atividade fotoquímica de laranja 'valência'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 351-359, 2010.

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**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 75-82, 2008.

MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros C498** Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. 929p.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; PINTO, J. M. Fotossíntese de laranja 'Valência' enxertada sobre quatro porta-enxertos e submetida à deficiência hídrica. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1 p. 15-22, 1998.

- MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e relações hídricas em laranjeira 'Valência' enxertada sobre limoeiro 'Cravo' e 'Trifoliata' e submetida à deficiência hídrica. **Bragantia**, Campinas, v. 57, p. 15-22, 1999.
- MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'Valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 11, n. p. 29-34, 1999.
- 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**, Fortaleza, v. 4, n. 2, p. 99-103, 2010.
- 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.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA JUNIOR, J. F.; SILVA, E. C.; LEDERMAN, I. E. Curso diário das perdas de vapor d' água, da temperatura e do potencial de água da folha em germoplasma de carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 217-223, 2002.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA, E. C. Aspectos ecofisiológicos da tolerância à seca em plantas da caatinga. In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, p.22-31, 2005.
- 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 Agricola**, Piracicaba, v.59, n. 1, p. 59-63, 2002.
- OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p. 86-95, 2005.
- ORTOLANI, A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R. Agroclimatologia e o cultivo de citros. In: RODRIGUES, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A. A. (Ed.) **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, p.153-195, 1991.
- 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.
- 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**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p.31-41, 2003.

PIMENTEL, C.; ABBOUD, A. C de S.; ROY-MAUCALEY, H.; DIOUF, O.; SARR, B. Tolerância protoplasmática foliar à seca, em dois genótipos de caupi cultivadas em campo. **Revista Série Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 07-14, 2002.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. 191p.

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.

POMPEU JUNIOR, J.; SALVA, R.; BLUMER, S. Copas e porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 25, p. 413-422, 2004.

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.

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosynthesis under natural conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, p. 393-411, 2007.

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, R. F. Photosynthesis and water relations of well-watered orange plants as affected by winter and summer conditions. **Photosynthetica**, Prague, v. 47, n.2, p. 215-222, 2009.

RODRIGUES, F. A.; FREITAS, G. F.; MOREIRA, R. A.; PASQUAL, M. Caracterização dos frutos e germinação de sementes dos porta-enxertos trifoliata Flying Dragon e citrumelo Swingle. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, ahead of print, s/v, pp. 0-0. Epub 26-Nov-2011.

ROTONDANO, A. K. F.; MELO, B. **Citros**, Universidade Federal de Uberlândia, Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/aduba5.html>. Acesso em Março de 2009.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; NATALEI, W.; BEUTLER, A. N.; SILVA, S. R.; BARBOSA, J. C. Efeito das doses de nitrogênio, fósforo e potássio na nutrição e na produção do porta-enxerto de limoeiro cravo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 255-260, 2009.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C. S. F.; Desenvolvimento de mudas de aroeira (*schinus terebinthifolius*) e sombreiro (*clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 166-169, 2006.

SCHÄFER, G.; SOUZA, P. V. D.; KOLLER, O. C. SCHWARZ, S. F. Desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos cultivados em diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1723-1729, 2006.

SERRANO, L. A. L.; SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; CARVALHO, A. J. C.; MONNERAT, P. H. Efeito de sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta no estado nutricional de porta-enxerto cítrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 524-528, 2004.

SETIN, D. W. **Porta-enxertos múltiplos de limoeiro ‘cravo’ e citrumeleiro ‘swingle’ em laranja ‘valência’**. Campinas, 2007. 62f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2007.

SHAO, H.; CHU, L.; JALEEL, C. A.; ZHAO, C. Water-deficit stress induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v. 331, n. 4, p. 215-225, 2008.

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

SINGELS, A.; DONALDSON, R. A.; SMIT, M. A. Improving biomass production and partitioning in sugarcane: theory and practice. **Field Crops Research**, v. 92, p. 291-303, 2005.

SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, v. 98, p. 91-97, 2006.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; GRAF, C. C. D.; ZANETTI, M. E. SOCCHI, S. S. Irrigação porta-enxertos cítricos com águas salinas. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 428-440, 2006.

SOUZA, C. C.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA, I. F.; AMORIM NETO, M. S. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 338-342, 2000.

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

TAIZ, T.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ª ed, Porto Alegre: ArtMed, 2009. 828p.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F.; DARDENGO, M. C. J. D.; EFFGEN, T. A. M. Comportamento fisiológico de dois clones de *Eucalyptus* na época seca e chuvosa. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 149-159, 2007.

VELLINI, A. L. T. T.; PAULA, N. F.; ALVES, P. C. L. A.; PAVANI, L. C.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 651-663, 2008.

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.

VESCOVE, H. V. **Indução Floral em Citrus**, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.agrofit.com.br/portal/templates/netfit/html/artigos/PalestraIndFloral.pdf>. Acesso em Janeiro de 2010.

## **APÊNDICE**

**Apêndice 1.** Características químicas do substrato usado na produção dos porta-enxertos de citros no final do experimento. Campina Grande, 2010

<b>Características químicas</b>	<b>Sem estresse</b>	<b>Com estresse</b>
Cálcio (meq/100g de solo)	13,08	12,69
Magnésio (meq/100g de solo)	12,39	13,50
Sódio (meq/100g de solo)	2,46	2,74
Potássio (meq/100g de solo)	2,99	4,05
S (meq/100g de solo)	30,92	32,97
Hidrogênio (meq/100g de solo)	12,50	13,46
Alumínio (meq/100g de solo)	0,60	0,60
T (meq/100g de solo)	44,02	47,04
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausente	Ausente
Carbono Orgânico %	nd	nd
Matéria Orgânica %	nd	nd
Nitrogênio %	nd	nd
Fósforo Assimilável (mg / 100g)	57,53	57,50
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,32	5,22
Condutividade Elétrica – Suspensão Solo-	2,85	4,27
pH (Estrato de saturação)	5,10	4,95
Cond. Elétrica – mmhos/cm (Estrato de saturação)	8,87	13,60
Cloreto (meq/L)	53,50	96,25
Carbonato	0,00	0,00
Bicarbonato	7,10	11,00
Sulfato	Presente	Presente
Cálcio	9,75	17,87
Magnésio	40,12	63,00
Potássio	14,08	26,40
Sódio	21,14	28,50
Porcentagem de saturação	60,00	60,00
Relação de Adsorção de Sódio	4,72	4,48
PSI	5,59	5,82
Salinidade	Fortemente	Fortemente
Classe do solo	Salino	Salino

**Apêndice 2.** Teste de médias para o número de folhas em diferentes épocas, em genótipos de porta-enxertos de citros sob estresse hídrico. Campina Grande, 2010

GENÓTIPOS	Número de folhas				
	75 DAS	90 DAS	105 DAS	120 DAS	135 DAS
1- LCRSC	8,38 <sup>A</sup>	10,03 <sup>B</sup>	10,95 <sup>B</sup>	11,76 <sup>C</sup>	13,11 <sup>B</sup>
2 - TSKC x TRENG – 256	7,76 <sup>A</sup>	10,53 <sup>A</sup>	11,35 <sup>B</sup>	12,85 <sup>B</sup>	15,62 <sup>A</sup>
3 - TSKC x (TR x LCR) – 059	7,43 <sup>B</sup>	9,82 <sup>B</sup>	11,06 <sup>B</sup>	12,83 <sup>B</sup>	15,22 <sup>A</sup>
4 - TSKFL x CTC25 – 010	7,04 <sup>B</sup>	9,41 <sup>B</sup>	10,83 <sup>B</sup>	13,76 <sup>A</sup>	15,61 <sup>A</sup>
5 - TSKFL x CTTR – 017	6,59 <sup>B</sup>	8,02 <sup>C</sup>	9,58 <sup>C</sup>	10,76 <sup>C</sup>	12,01 <sup>C</sup>
6 - TSKC x TRENG – 264	7,90 <sup>A</sup>	10,80 <sup>C</sup>	11,97 <sup>A</sup>	14,11 <sup>A</sup>	16,15 <sup>A</sup>
7 - CTSW	7,52 <sup>B</sup>	9,42 <sup>B</sup>	10,22 <sup>C</sup>	10,89 <sup>C</sup>	12,16 <sup>C</sup>
8 - LCRC	7,07 <sup>B</sup>	8,84 <sup>C</sup>	10,53 <sup>C</sup>	11,53 <sup>C</sup>	12,65 <sup>B</sup>
9 - TSKFL x LRM – 007	7,13 <sup>B</sup>	9,93 <sup>B</sup>	11,93 <sup>A</sup>	13,75 <sup>C</sup>	15,80 <sup>A</sup>
10 - LVK	7,16 <sup>B</sup>	10,033 <sup>B</sup>	9,78 <sup>C</sup>	11,06 <sup>C</sup>	11,47 <sup>C</sup>

Médias com mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott,  $p < 0,05$

**LCRSC** - Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); **TSKC** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; **TRENG** - Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **TR** - (*P. trifoliata* (L.) Raf.); **LCR** - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); **TSKFL** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; **CTC25** - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; **CTTR** - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; **CTSW** - Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; **LCRC** - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); **LRM** Limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) seleção 'de Mozael'; **LVK** - Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.)

**Apêndice 3.** Teste de médias para o número de folhas em diferentes épocas, em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (sem estresse – S.E. e com estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

GENÓTIPOS	Número de folhas									
	150 DAS		165 DAS		180 DAS		195 DAS		210 DAS	
	S.E.	C.E.								
1	15,46 <sup>aB</sup>	12,38 <sup>bB</sup>	17,02 <sup>aC</sup>	12,13 <sup>bD</sup>	19,68 <sup>aC</sup>	12,09 <sup>bC</sup>	20,64 <sup>aD</sup>	10,62 <sup>bC</sup>	21,99 <sup>B</sup>	-----
2	17,31 <sup>aA</sup>	14,93 <sup>bA</sup>	18,55 <sup>aB</sup>	15,33 <sup>bA</sup>	19,59 <sup>aC</sup>	15,55 <sup>bB</sup>	21,91 <sup>aC</sup>	15,59 <sup>bB</sup>	24,44 <sup>aA</sup>	15,24 <sup>bA</sup>
3	17,08 <sup>aA</sup>	14,82 <sup>bA</sup>	18,33 <sup>aB</sup>	14,97 <sup>bA</sup>	20,71 <sup>aC</sup>	14,97 <sup>bB</sup>	22,51 <sup>aC</sup>	14,35 <sup>bB</sup>	24,11 <sup>aA</sup>	12,19 <sup>bA</sup>
4	18,09 <sup>aA</sup>	15,01 <sup>bA</sup>	20,23 <sup>aA</sup>	15,99 <sup>bA</sup>	22,42 <sup>aC</sup>	16,44 <sup>bB</sup>	23,95 <sup>aD</sup>	13,94 <sup>bB</sup>	25,56 <sup>A</sup>	-----
5	14,28 <sup>aC</sup>	12,76 <sup>bB</sup>	17,00 <sup>aC</sup>	13,85 <sup>bC</sup>	19,00 <sup>aB</sup>	15,28 <sup>bB</sup>	20,85 <sup>aB</sup>	15,28 <sup>bB</sup>	22,61 <sup>aB</sup>	14,39 <sup>bA</sup>
6	18,60 <sup>aA</sup>	15,64 <sup>bA</sup>	19,84 <sup>aA</sup>	15,46 <sup>bA</sup>	22,35 <sup>aB</sup>	15,86 <sup>bB</sup>	24,93 <sup>aB</sup>	15,42 <sup>bB</sup>	26,17 <sup>aA</sup>	14,95 <sup>bA</sup>
7	15,80 <sup>aB</sup>	11,04 <sup>bC</sup>	17,90 <sup>aC</sup>	10,90 <sup>bE</sup>	20,00 <sup>aC</sup>	11,97 <sup>bC</sup>	20,52 <sup>aD</sup>	12,11 <sup>bB</sup>	20,94 <sup>B</sup>	-----
8	15,50 <sup>aB</sup>	12,48 <sup>bB</sup>	17,19 <sup>aC</sup>	12,66 <sup>bD</sup>	18,55 <sup>aC</sup>	12,14 <sup>bC</sup>	19,97 <sup>aD</sup>	10,69 <sup>bC</sup>	21,34 <sup>B</sup>	-----
9	18,08 <sup>aA</sup>	15,83 <sup>bA</sup>	20,27 <sup>aA</sup>	17,91 <sup>bA</sup>	24,25 <sup>aA</sup>	20,50 <sup>bA</sup>	26,41 <sup>aA</sup>	18,44 <sup>bA</sup>	27,66 <sup>aA</sup>	14,11 <sup>bA</sup>
10	13,52 <sup>aC</sup>	10,23 <sup>bC</sup>	14,30 <sup>aD</sup>	10,83 <sup>aE</sup>	15,62 <sup>aD</sup>	10,35 <sup>bC</sup>	17,47 <sup>aE</sup>	7,94 <sup>bD</sup>	18,47 <sup>C</sup>	-----

Médias com letra minúscula diferente na linha diferem, estatisticamente, pelo teste 'F',  $p < 0,05$ ; Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem, estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,05$

GEN: **1 - LCRSC** – Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); **2 - TSKC x TRENG– 256** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **3 - TSKC x (TR x LCR) – 059** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x [Trifoliata (*P. trifoliata* (L.) Raf.) x Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck)]; **4 - TSKFL x CTC25 – 010** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; **5 - TSKFL x CTTR – 017** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; **6 - TSKC x TRENG – 264** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **7- CTSW** – Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; **8 - LCRC** – Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); **9 - TSKFL x LRM – 007** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Limoeiro 'Rugoso Mozael' (*C. jambhiri* Lush.) seleção de Mozael; **10 - LVK** – Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.)

**Apêndice 4.** Teste de médias para a altura de plantas (cm) em diferentes épocas, em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (sem estresse – S.E. e com estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

GENÓTIPOS	Altura de plantas (cm)						
	75 DAS	90 DAS	105 DAS	120 DAS		135 DAS	
				S.E.	C.E.	S.E.	C.E.
1 - LCRSC'	8,56 <sup>B</sup>	11,04 <sup>A</sup>	12,16 <sup>A</sup>	16,87 <sup>aA</sup>	12,58 <sup>bA</sup>	18,20 <sup>aB</sup>	13,44 <sup>bA</sup>
2 - TSKC x TRENG – 256'	7,72 <sup>B</sup>	9,42 <sup>B</sup>	10,27 <sup>B</sup>	13,81 <sup>aB</sup>	12,80 <sup>aA</sup>	17,85 <sup>aB</sup>	13,43 <sup>bA</sup>
3 - TSKC x (TR x LCR) – 059	7,61 <sup>B</sup>	10,04 <sup>B</sup>	11,89 <sup>A</sup>	17,63 <sup>aA</sup>	14,24 <sup>bA</sup>	20,89 <sup>aA</sup>	15,58 <sup>bA</sup>
4 - TSKFL x CTC25 – 010'	5,16 <sup>D</sup>	7,60 <sup>C</sup>	10,46 <sup>B</sup>	15,61 <sup>aB</sup>	12,88 <sup>bA</sup>	17,95 <sup>aB</sup>	13,96 <sup>bA</sup>
5 - TSKFL x CTTR – 017'	5,49 <sup>D</sup>	5,65 <sup>D</sup>	6,53 <sup>C</sup>	7,58 <sup>aC</sup>	7,51 <sup>aC</sup>	9,73 <sup>aC</sup>	8,51 <sup>aC</sup>
6 - TSKC x TRENG – 264	7,40 <sup>B</sup>	9,43 <sup>B</sup>	10,63 <sup>B</sup>	15,73 <sup>aB</sup>	12,94 <sup>bA</sup>	18,35 <sup>aB</sup>	13,88 <sup>bA</sup>
7 - CTSW'	10,44 <sup>A</sup>	11,37 <sup>A</sup>	12,58 <sup>A</sup>	14,94 <sup>aB</sup>	11,57 <sup>bA</sup>	17,00 <sup>aB</sup>	11,85 <sup>bB</sup>
8 - LCRC	6,66 <sup>C</sup>	9,05 <sup>B</sup>	11,39 <sup>A</sup>	15,31 <sup>aB</sup>	12,20 <sup>bA</sup>	16,24 <sup>aB</sup>	11,90 <sup>bB</sup>
9 - TSKFL x LRM – 007'	6,97 <sup>C</sup>	8,20 <sup>C</sup>	9,77 <sup>B</sup>	13,18 <sup>aB</sup>	10,29 <sup>bB</sup>	16,13 <sup>aB</sup>	12,08 <sup>bB</sup>
10-'LVK'	8,18 <sup>B</sup>	10,53 <sup>A</sup>	12,17 <sup>A</sup>	17,57 <sup>aA</sup>	11,89 <sup>bA</sup>	17,42 <sup>aB</sup>	11,40 <sup>bB</sup>

Médias com mesma letra minúscula na linha não diferem, estatisticamente, pelo teste 'F',  $p < 0,05$ ; Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem, estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,05$

LCRSC - Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); TSKC - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; TRENG - Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; TR - (*P. trifoliata* (L.) Raf.); LCR - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); TSKFL - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTC25 - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; CTTR - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; CTSW - Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; LCRC - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); LRM Limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) seleção 'de Mozael'; LVK - Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.)

**Apêndice 5.** Teste de médias para a altura de plantas (cm) em diferentes épocas, em genótipos de porta-enxertos de citros (GEN) sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

GENÓTIPOS	Altura de plantas (cm)									
	150 DAS		165 DAS		180 DAS		195 DAS		210 DAS	
	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.
1	20,46 <sup>aA</sup>	13,86 <sup>bA</sup>	23,38 <sup>aA</sup>	13,92 <sup>bA</sup>	26,09 <sup>aB</sup>	13,81 <sup>bB</sup>	29,43 <sup>aB</sup>	14,14 <sup>bB</sup>	31,67 <sup>A</sup>	-----
2	19,19 <sup>aB</sup>	14,35 <sup>bA</sup>	20,54 <sup>aB</sup>	14,40 <sup>bA</sup>	23,07 <sup>aC</sup>	14,70 <sup>bB</sup>	26,85 <sup>aC</sup>	14,72 <sup>bB</sup>	32,83 <sup>aA</sup>	14,92 <sup>bB</sup>
3	22,41 <sup>aA</sup>	16,98 <sup>bA</sup>	24,24 <sup>aA</sup>	17,08 <sup>bA</sup>	27,49 <sup>aA</sup>	17,05 <sup>bA</sup>	33,45 <sup>aA</sup>	17,02 <sup>bA</sup>	37,19 <sup>aA</sup>	17,27 <sup>bA</sup>
4	20,64 <sup>aA</sup>	15,41 <sup>bB</sup>	22,69 <sup>aA</sup>	15,50 <sup>bA</sup>	25,69 <sup>aB</sup>	15,63 <sup>bA</sup>	29,80 <sup>aB</sup>	16,00 <sup>bA</sup>	31,61 <sup>A</sup>	-----
5	12,37 <sup>aC</sup>	10,09 <sup>bD</sup>	16,70 <sup>aD</sup>	10,85 <sup>bB</sup>	20,07 <sup>aD</sup>	13,18 <sup>bB</sup>	21,61 <sup>aD</sup>	13,28 <sup>bB</sup>	24,29 <sup>aB</sup>	13,40 <sup>bB</sup>
6	19,61 <sup>aB</sup>	14,81 <sup>bA</sup>	21,32 <sup>aB</sup>	14,81 <sup>bA</sup>	25,37 <sup>aB</sup>	15,03 <sup>bB</sup>	29,93 <sup>aB</sup>	15,20 <sup>bB</sup>	33,18 <sup>aA</sup>	14,95 <sup>bB</sup>
7	19,83 <sup>aB</sup>	12,59 <sup>bC</sup>	23,56 <sup>aA</sup>	12,82 <sup>bB</sup>	26,04 <sup>aB</sup>	14,58 <sup>bB</sup>	26,30 <sup>aC</sup>	14,53 <sup>bB</sup>	28,09 <sup>B</sup>	-----
8	19,76 <sup>aB</sup>	12,58 <sup>bC</sup>	22,37 <sup>aA</sup>	13,08 <sup>bA</sup>	24,36 <sup>aB</sup>	13,10 <sup>bB</sup>	26,85 <sup>aC</sup>	13,26 <sup>bB</sup>	30,97 <sup>A</sup>	-----
9	18,45 <sup>aB</sup>	13,88 <sup>bA</sup>	20,95 <sup>aB</sup>	15,04 <sup>bB</sup>	28,16 <sup>aA</sup>	17,65 <sup>bA</sup>	30,61 <sup>aB</sup>	17,58 <sup>bA</sup>	31,93 <sup>aA</sup>	18,51 <sup>bA</sup>
10	18,02 <sup>aB</sup>	12,00 <sup>bC</sup>	20,08 <sup>aB</sup>	12,33 <sup>bB</sup>	22,35 <sup>aC</sup>	12,35 <sup>bA</sup>	25,02 <sup>aC</sup>	12,64 <sup>bB</sup>	25,80 <sup>B</sup>	-----

Médias com letra minúscula diferentes na linha diferem, estatisticamente, pelo teste 'F',  $p < 0,05$ ; Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem, estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,05$

GEN: **1 - LCRSC** – Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); **2 - TSKC x TRENG- 256** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **3 - TSKC x (TR x LCR) – 059** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x [Trifoliata (*P. trifoliata* (L.) Raf.) x Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck)]; **4 - TSKFL x CTC25 – 010** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; **5 - TSKFL x CTTR – 017** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; **6 - TSKC x TRENG – 264** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **7 - CTSW** – Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; **8 - LCRC** – Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); **9 - TSKFL x LRM – 007** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Limoeiro 'Rugoso Mozael' (*C. jambhiri* Lush.) seleção de Mozael; **10 - LVK** – Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.)

**Apêndice 6.** Teste de médias para a taxa de crescimento relativo em altura de plantas ( $\text{cm cm}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ) nas duas etapas, em porta-enxertos de citros (GEN) sob estresse hídrico. Campina Grande, 2010

GENÓTIPOS	Taxa de crescimento relativo em altura de plantas		
	75 – 135 DAS	150-210 DAS	
		S.E.	C.E.
1 - LCRSC	0,0100 <sup>D</sup>	0,0080 <sup>aB</sup>	0,00046 <sup>bC</sup>
2 - TSKC x TRENG – 256	0,0116 <sup>C</sup>	0,0089 <sup>aB</sup>	0,00063 <sup>bC</sup>
3 - TSKC x (TR x LCR) – 059	0,0144 <sup>B</sup>	0,0084 <sup>aB</sup>	0,00030 <sup>bC</sup>
4 - TSKFL x CTC25 – 010	0,0191 <sup>A</sup>	0,0083 <sup>aB</sup>	0,00083 <sup>bC</sup>
5 - TSKFL x CTTR – 017	0,0084 <sup>D</sup>	0,0113 <sup>aA</sup>	0,0047 <sup>bA</sup>
6 - TSKC x TRENG – 264	0,0128 <sup>C</sup>	0,0088 <sup>aB</sup>	0,00013 <sup>bC</sup>
7 - CTSW	0,0051 <sup>c</sup>	0,0062 <sup>aC</sup>	0,0032 <sup>bB</sup>
8 - LCRC	0,0124 <sup>C</sup>	0,0068 <sup>aC</sup>	0,00083 <sup>bC</sup>
9 - TSKFL x LRM – 007	0,0117 <sup>C</sup>	0,0091 <sup>aB</sup>	0,0048 <sup>bA</sup>
10-LVK	0,0091 <sup>C</sup>	0,0073 <sup>aC</sup>	0,0011 <sup>bC</sup>

Médias com letras minúsculas diferentes na linha diferem, estatisticamente, pelo teste 'F',  $p < 0,05$ ; Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem, estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,05$

**LCRSC** - Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); **TSKC** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; **TRENG** - Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **TR** - (*P. trifoliata* (L.) Raf.); **LCR** - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); **TSKFL** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; **CTC25** - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; **CTTR** - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; **CTSW** - Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; **LCRC** - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); **LRM** - Limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) seleção 'de Mozael'; **LVK** - Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.)

**Apêndice 7.** Teste de médias para diâmetro do caule (mm) em diferentes épocas, em porta-enxertos de citros (GEN) estudados sob estresse hídrico. Campina Grande, 2010

GENÓTIPOS	Diâmetro do caule (mm)				
	75 DAS	90 DAS	105 DAS	120 DAS	135 DAS
1- LCRSC	2,04 <sup>A</sup>	2,36 <sup>B</sup>	2,64 <sup>B</sup>	3,18 <sup>A</sup>	3,22 <sup>B</sup>
2 - TSKC x TRENG – 256	2,14 <sup>A</sup>	2,32 <sup>B</sup>	2,63 <sup>B</sup>	2,94 <sup>B</sup>	3,13 <sup>B</sup>
3 - TSKC x (TR x LCR) – 059	2,06 <sup>A</sup>	2,13 <sup>C</sup>	2,37 <sup>C</sup>	2,64 <sup>C</sup>	2,93 <sup>C</sup>
4 - TSKFL x CTC25 – 010	1,59 <sup>B</sup>	1,73 <sup>D</sup>	1,99 <sup>D</sup>	2,35 <sup>D</sup>	2,68 <sup>D</sup>
5 - TSKFL x CTTR – 017	1,57 <sup>B</sup>	1,87 <sup>D</sup>	2,00 <sup>D</sup>	2,31 <sup>D</sup>	2,45 <sup>D</sup>
6 - TSKC x TRENG – 264	2,12 <sup>A</sup>	2,40 <sup>B</sup>	2,65 <sup>B</sup>	2,96 <sup>B</sup>	3,17 <sup>B</sup>
7 - CTSW	2,28 <sup>A</sup>	2,67 <sup>A</sup>	2,99 <sup>A</sup>	3,38 <sup>A</sup>	3,60 <sup>A</sup>
8 - LCRC	1,71 <sup>B</sup>	2,04 <sup>C</sup>	2,27 <sup>C</sup>	2,65 <sup>C</sup>	2,93 <sup>C</sup>
9 - TSKFL x LRM – 007	1,55 <sup>B</sup>	1,76 <sup>D</sup>	1,92 <sup>D</sup>	2,32 <sup>D</sup>	2,57 <sup>D</sup>
10 - LVK	2,03 <sup>A</sup>	2,49 <sup>B</sup>	2,91 <sup>A</sup>	3,31 <sup>A</sup>	3,66 <sup>A</sup>

Médias com mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ )

LCRSC - Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); TSKC - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum; TRENG - Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; TR - (*P. trifoliata* (L.) Raf.); LCR - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); TSKFL - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida'; CTC25 - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; CTTR - Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; CTSW - Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; LCRC - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); LRM Limoeiro Rugoso (*C. jambhiri* Lush.) seleção 'de Mozael'; LVK - Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.)

**Apêndice 8.** Teste de médias para diâmetro do caule (mm) em diferentes épocas, em porta-enxertos de citros (GEN) estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

GENÓTIPOS	Diâmetro de caule (mm)									
	150 DAS		165 DAS		180 DAS		195 DAS		210 DAS	
	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.	S.E.	C.E.
1	3,63 <sup>aB</sup>	2,98 <sup>bB</sup>	3,93 <sup>aC</sup>	3,06 <sup>bB</sup>	4,14 <sup>aB</sup>	3,12 <sup>bB</sup>	4,25 <sup>aB</sup>	3,11 <sup>bB</sup>	4,43 <sup>A</sup>	-----
2	3,44 <sup>aB</sup>	3,15 <sup>bB</sup>	3,97 <sup>aC</sup>	3,26 <sup>bB</sup>	4,19 <sup>aB</sup>	3,30 <sup>bA</sup>	4,30 <sup>aB</sup>	3,29 <sup>bB</sup>	4,56 <sup>aA</sup>	3,36 <sup>bA</sup>
3	3,52 <sup>aB</sup>	2,98 <sup>bB</sup>	3,89 <sup>aC</sup>	3,10 <sup>bB</sup>	4,02 <sup>aB</sup>	3,08 <sup>bB</sup>	4,18 <sup>aB</sup>	3,14 <sup>bB</sup>	4,38 <sup>aA</sup>	3,28 <sup>bA</sup>
4	3,15 <sup>aC</sup>	2,60 <sup>aC</sup>	3,54 <sup>aD</sup>	3,08 <sup>bB</sup>	3,67 <sup>aC</sup>	3,14 <sup>bB</sup>	3,85 <sup>aC</sup>	2,97 <sup>bB</sup>	4,14 <sup>B</sup>	-----
5	2,72 <sup>aD</sup>	2,47 <sup>aC</sup>	2,99 <sup>aE</sup>	2,55 <sup>bC</sup>	3,55 <sup>aC</sup>	2,62 <sup>bC</sup>	4,01 <sup>aC</sup>	2,84 <sup>bB</sup>	4,01 <sup>aB</sup>	2,62 <sup>bB</sup>
6	3,64 <sup>aB</sup>	2,98 <sup>aB</sup>	4,04 <sup>aC</sup>	2,30 <sup>bB</sup>	4,30 <sup>aB</sup>	3,34 <sup>bA</sup>	4,40 <sup>aB</sup>	3,22 <sup>bB</sup>	4,61 <sup>aA</sup>	3,35 <sup>bA</sup>
7	3,85 <sup>aB</sup>	3,57 <sup>aB</sup>	4,24 <sup>aB</sup>	3,55 <sup>bA</sup>	4,57 <sup>aA</sup>	3,63 <sup>bA</sup>	4,80 <sup>aA</sup>	3,70 <sup>bA</sup>	4,74 <sup>A</sup>	-----
8	3,34 <sup>aC</sup>	2,68 <sup>aC</sup>	3,51 <sup>aD</sup>	2,90 <sup>bC</sup>	3,77 <sup>aC</sup>	3,10 <sup>bB</sup>	3,99 <sup>aC</sup>	3,04 <sup>bB</sup>	4,06 <sup>B</sup>	-----
9	2,93 <sup>aD</sup>	2,45 <sup>aC</sup>	3,04 <sup>aE</sup>	2,65 <sup>bC</sup>	3,17 <sup>aD</sup>	2,99 <sup>bB</sup>	3,51 <sup>aD</sup>	2,97 <sup>bB</sup>	3,40 <sup>aC</sup>	2,88 <sup>bB</sup>
10	4,25 <sup>aA</sup>	3,14 <sup>aA</sup>	4,57 <sup>aA</sup>	3,48 <sup>bA</sup>	4,70 <sup>aA</sup>	3,46 <sup>bA</sup>	4,54 <sup>aA</sup>	3,51 <sup>bA</sup>	4,84 <sup>A</sup>	-----

Médias com mesma letra minúscula na linha não diferem, estatisticamente, pelo teste 'F',  $p < 0,05$ ; Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem, estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,05$

GEN: **1 - LCRSC** – Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); **2 - TSKC x TRENG- 256** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **3 - TSKC x (TR x LCR) - 059** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x [Trifoliata (*P. trifoliata* (L.) Raf.) x Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck)]; **4 - TSKFL x CTC25 - 010** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; **5 - TSKFL x CTTR - 017** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; **6 - TSKC x TRENG - 264** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **7 - CTSW** – Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; **8 - LCRC** – Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); **9 - TSKFL x LRM - 007** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Limoeiro 'Rugoso Mozael' (*C. jambhiri* Lush.) seleção de Mozael; **10 - LVK** – Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.)

**Apêndice 9.** Teste de médias para as variáveis fitomassa total (FST) (g), fitomassa da parte aérea (FSPA) (g), fitomassa foliar (FSF) (g), fitomassa do caule (FSC) (g), fitomassa radicular (FSR) (g), relação raiz/parte aérea (R/PA) e razão de peso foliar (RPF) em porta-enxertos de citros (GEN) estudados sob dois manejos hídricos (Sem Estresse – S.E. e Com Estresse – C.E.). Campina Grande, 2010

GEN	Fitomassa (g)													
	FST		FSPA		FSF		FSC		FSR		R/PA		RPF	
	S.E.	C.E.												
1	4,10 <sup>aA</sup>	1,95 <sup>bA</sup>	3,18 <sup>aB</sup>	0,95 <sup>bB</sup>	1,87 <sup>aB</sup>	0,54 <sup>bB</sup>	1,31 <sup>aB</sup>	0,40 <sup>bA</sup>	0,91 <sup>aB</sup>	0,99 <sup>aA</sup>	0,28 <sup>bB</sup>	1,05 <sup>aB</sup>	0,45 <sup>aA</sup>	0,27 <sup>bD</sup>
2	3,23 <sup>aC</sup>	2,05 <sup>bA</sup>	2,77 <sup>aC</sup>	1,18 <sup>bA</sup>	1,42 <sup>aC</sup>	0,70 <sup>bB</sup>	1,35 <sup>aB</sup>	0,47 <sup>bA</sup>	0,46 <sup>bD</sup>	0,87 <sup>aA</sup>	0,16 <sup>bB</sup>	0,73 <sup>aC</sup>	0,43 <sup>aA</sup>	0,34 <sup>bC</sup>
3	4,05 <sup>aA</sup>	1,88 <sup>bA</sup>	3,60 <sup>aA</sup>	1,14 <sup>bA</sup>	1,94 <sup>aB</sup>	0,67 <sup>bB</sup>	1,66 <sup>aA</sup>	0,47 <sup>bA</sup>	0,45 <sup>bD</sup>	0,73 <sup>aB</sup>	0,12 <sup>bB</sup>	0,64 <sup>aC</sup>	0,47 <sup>aA</sup>	0,35 <sup>bC</sup>
4	3,55 <sup>aB</sup>	1,74 <sup>bA</sup>	2,95 <sup>aC</sup>	1,11 <sup>bA</sup>	1,78 <sup>aB</sup>	0,71 <sup>bB</sup>	1,16 <sup>aC</sup>	0,39 <sup>bA</sup>	0,59 <sup>aC</sup>	0,62 <sup>aB</sup>	0,20 <sup>bB</sup>	0,56 <sup>aC</sup>	0,50 <sup>aA</sup>	0,41 <sup>bB</sup>
5	3,69 <sup>aB</sup>	1,96 <sup>bA</sup>	2,57 <sup>aC</sup>	1,36 <sup>bA</sup>	1,73 <sup>aB</sup>	1,04 <sup>bA</sup>	0,84 <sup>aD</sup>	0,32 <sup>bA</sup>	1,12 <sup>aB</sup>	0,60 <sup>bB</sup>	0,43 <sup>aA</sup>	0,44 <sup>aD</sup>	0,46 <sup>aA</sup>	0,52 <sup>aA</sup>
6	3,09 <sup>aC</sup>	1,86 <sup>bA</sup>	2,65 <sup>aC</sup>	0,98 <sup>bB</sup>	1,43 <sup>aC</sup>	0,52 <sup>bB</sup>	1,22 <sup>aC</sup>	0,45 <sup>bA</sup>	0,44 <sup>bD</sup>	0,78 <sup>aB</sup>	0,16 <sup>bB</sup>	0,98 <sup>aB</sup>	0,46 <sup>aA</sup>	0,26 <sup>bD</sup>
7	4,23 <sup>aA</sup>	1,70 <sup>bA</sup>	2,87 <sup>aC</sup>	1,02 <sup>bB</sup>	1,85 <sup>aB</sup>	0,61 <sup>bB</sup>	1,02 <sup>aD</sup>	0,41 <sup>bA</sup>	1,36 <sup>aA</sup>	0,67 <sup>bB</sup>	0,47 <sup>bA</sup>	0,66 <sup>aC</sup>	0,44 <sup>aA</sup>	0,35 <sup>bC</sup>
8	3,48 <sup>aB</sup>	1,61 <sup>bA</sup>	2,80 <sup>aC</sup>	0,85 <sup>bB</sup>	1,66 <sup>aB</sup>	0,50 <sup>bB</sup>	1,13 <sup>aC</sup>	0,35 <sup>bA</sup>	0,68 <sup>aC</sup>	0,75 <sup>aB</sup>	0,24 <sup>bB</sup>	0,88 <sup>aB</sup>	0,47 <sup>aA</sup>	0,30 <sup>bC</sup>
9	4,35 <sup>aA</sup>	1,54 <sup>bA</sup>	3,37 <sup>aB</sup>	1,18 <sup>bA</sup>	2,43 <sup>aA</sup>	0,82 <sup>bA</sup>	0,94 <sup>aD</sup>	0,35 <sup>bA</sup>	0,97 <sup>aB</sup>	0,36 <sup>bC</sup>	0,28 <sup>aB</sup>	0,31 <sup>aD</sup>	0,55 <sup>aA</sup>	0,53 <sup>aA</sup>
10	3,62 <sup>aB</sup>	1,82 <sup>bA</sup>	2,84 <sup>aC</sup>	0,82 <sup>bB</sup>	1,75 <sup>aB</sup>	0,41 <sup>bB</sup>	1,08 <sup>aC</sup>	0,41 <sup>bA</sup>	0,7 <sup>bC</sup>	1,00 <sup>aA</sup>	0,27 <sup>bB</sup>	1,22 <sup>aA</sup>	0,48 <sup>aA</sup>	0,22 <sup>bD</sup>

Médias com mesma letra minúscula na linha não diferem, estatisticamente, pelo teste 'F',  $p < 0,05$ ; Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem, estatisticamente, pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,05$

GEN: **1 - LCRSC** – Limoeiro 'Cravo Santa Cruz' (*C. limonia* Osbeck); **2 - TSKC x TRENG-256** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **3 - TSKC x (TR x LCR) - 059** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x [Trifoliata (*P. trifoliata* (L.) Raf.) x Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck)]; **4 - TSKFL x CTC25 - 010** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] C25; **5 - TSKFL x CTTR - 017** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Citrangeiro [*C. sinensis* x *P. trifoliata* (L.) Raf.] 'Troyer'; **6 - TSKC x TRENG - 264** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção comum x Trifoliata [*P. trifoliata* (L.) Raf.] 'English'; **7 - CTSW** - Citrumelo (*C. paradisi* Macfad x *P. trifoliata*) 'Swingle'; **8 - LCRC** - Limoeiro 'Cravo' (*C. limonia* Osbeck); **9 - TSKFL x LRM - 007** - Tangerineira 'Sunki' [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka] seleção 'da Flórida' x Limoeiro 'Rugoso Mozael' (*C. jambhiri* Lush.) seleção de Mozael; **10 - LVK** - Limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Tem. & Pasq.)