



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 PORTA-ENXERTO**

ANA KELLIANE SILVA DO NASCIMENTO

**Biblioteca UFPA
SMBC_CDSA
CAMPUS DE SUMÉ - Campina Grande
Reg. 10285/12 - Paraíba**



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



DISSERTAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

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

Dis
631 (043 3)
N244t
ex. 02

ANA KELLIANE SILVA DO NASCIMENTO



Campina Grande
Estado da Paraíba - Brasil
FEVEREIRO 2010

ANA KELLIANE SILVA DO NASCIMENTO
Tecnóloga em Irrigação

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

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
-Graduação em Engenharia Agrícola da
Universidade Federal de Campina Grande, do
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
como parte dos requisitos necessários para
obtenção do título de Mestre em Engenharia
Agrícola, na Área de Concentração: Irrigação e
Drenagem.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM
ORIENTADOR: Prof. Dr. PEDRO DANTAS FERNANDES- UFCG/CTRN/UAEAg

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

N2441 Nascimento, Ana Kelliane Silva do.
Tolerância de Genótipos de Citros ao Estresse Hídrico na fase de Porta-
Enxerto / Ana Kelliane Silva do Nascimento. — Campina Grande, 2010.
69 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal
de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Orientador: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes
Referências.

1. Citros. 2. Estresse Hídrico. 3. Crescimento 4. Tolerância 1.
Titulo.

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 DA MESTRANDA

ANA KELLIANE SILVA DO NASCIMENTO

**TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE CITROS AO ESTRESSE HÍDRICO
PORTA-ENXERTO**


NA FASE

BANCA EXAMINADORA

PARECER



Dr. Pedro Dantas Fernandes – Orientador




Aprovado



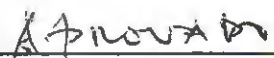
Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo - Examinador



Aprovado



Dr. Alberto Soares de Melo – Examinador



Aprovado

FEVEREIRO - 2010



A meu avô, João Caetano da Silva,
por cada palavra de apoio e por tudo
que representou em minha vida e que,
certamente, está comigo festejando,
este momento.

(in memoriam)

OFEREÇO

A minha amada mãe, Neuza Souza Silva do Nascimento,
pelo exemplo de vida, amor, carinho e dedicação,
grande incentivo para lutar por meus objetivos. Obrigada
pela fonte de inspiração, por me encorajar nas horas difíceis
e me aplaudir nos momentos de glória.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, senhor da minha vida, pela graça, responsável por tudo em minha vida.

Aos meus pais, Francisco Felix do Nascimento e Neuza Souza Silva do Nascimento, pelo amor, educação e por tudo que me proporcionaram viver.

A minhas irmãs Ana Kelda e Ana Kelciane, pelo amor, compreensão, incentivo e união diária, apesar da distância.

Às minhas amigas Ângela Gomes, Bruna Rocha, Eneida Marinho, Gabriela Santos e Josele Nobre, pela amizade verdadeira, compreensão, companhia e, mesmo estando longe, sempre presentes em todos os momentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade de estar realizando o sonho de fazer o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pelos ensinamentos ao longo do curso.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro à execução do projeto, através do Edital Universal 2007.

Ao Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura, pela cessão das sementes dos materiais genéticos de citros, possibilitando o desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

Ao Prof. Pedro Dantas Fernandes, meu orientador, pelo constante incentivo, sempre indicando a direção a ser tomada nos momentos de maior dificuldade, e pela redação desta dissertação.

Aos amigos Antônio Evami, Janivan Suassuna, Karina Guedes, Marcos Eric e Mônica Shirley, aos quais eu chamo de anjos da guarda, por seu companheirismo durante o trabalho.

Aos colegas Alan Nunes, Edvaldo Eloy, Gilberto Gouveia e Leandro Andrade pelo carinho e apoio, em especial a Aline Ferreira, Ana Lúcia, Kaline Dantas, Leda Verônica, Joelma Sales e Silvana Medeiros, pelos momentos de alegria, amizade e apoio.

À minha amiga de coabitação, Michelly Guedes, que sempre esteve presente, incentivando-me com carinho e dedicação.

A Frederico Soares, pelos ensinamentos e por sua valiosa ajuda.

Finalmente, agradeço a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização e sucesso deste trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1.0 INTRODUÇÃO.....	1
2.0 OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo geral	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
3.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Estresse hídrico.....	5
3.1.1 Efeito do estresse hídrico nos vegetais.....	6
3.1.2. Tolerância das plantas a deficiência hídrica.....	7
3.1.3 O Estresse hídrico em plantas de citros.....	8
4.0 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1 Localização.....	11
4.2 Tratamentos	11
4.4 Semeadura e crescimento das plantas.....	12
4.5 Irrigação.....	13
4.6 Manejo cultural.....	13
4.7 Transplântio.....	14
4.8 Condução experimental.....	14
4.9 Variáveis analisadas	14
4.9.1 Variáveis de crescimento.....	14
4.10 Classificação dos genótipos.....	15
4.11 Análises estatísticas.....	15
5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.1 Análise de crescimento.....	17
5.1.1 Número de folhas (NF).....	17
5.1.2 Altura de planta (AP).....	22
5.1.3 Diâmetro de caule.....	26

5.2 Taxa de crescimento relativo.....	29
5.2.1 Taxa de crescimento relativo da altura.....	29
5.2.2 Taxa de crescimento relativo em diâmetro.....	32
5.3 Fitomassa Seca	34
5.3.1 Fitomassa seca da folha (FF).....	35
5.3.2 Fitomassa seca do caule (FC).....	37
5.3.3 Fitomassa seca da raiz (FR).....	39
5.3.4 Fitomassa seca da parte aérea (FSPA).....	40
5.3.5 Fitomassa seca total (FST)	42
5.3.6 Relação raiz parte aérea.....	45
5.3.7 Classificação dos genótipos.....	46
6.0 CONCLUSÃO.....	49
7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de genótipos de porta-enxerto de citros utilizados no experimento. Campina Grande 2010.	12
Tabela 2: Características químicas do solo utilizado na produção de mudas cítricas. Campina Grande, 2009.	12
Tabela 3: Características químicas do solo utilizado no transplante de mudas cítricas. Campina Grande, 2010.	14
Tabela 4: Resumo da análise de variância do número de folhas (NF), altura de planta (AP), e diâmetro de caule (DC), nas avaliações de crescimento efetivo para genótipos de citros, segundo os tratamentos de estresse hídrico. Campina Grande, 2010.	18
Tabela 5: Valores médios do número de folhas em função do genótipo e do fator água com teste de média pelo método (Scott Knott). Campina Grande 2010.	19
Tabela 6: Valores médios para altura de planta em função do genótipo, com teste de média pelo método (Scott Knott). Campina Grande 2010.	22
Tabela 7: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a AP, (Scott Knott). Campina Grande 2010.	23
Tabela 8: Valores médios para diâmetro de caule em função do genótipo e do fator água com teste de média (Scott Knott). Campina Grande 2010.	26
Tabela 9: Resumo da Análise de Variância das taxas de crescimento relativo para altura de planta (TCRA) ($\text{cm cm}^{-1} \text{dia}^{-1}$) e diâmetro de caule (TCRD) ($\text{mm mm}^{-1} \text{dia}^{-1}$) nas diferentes épocas de avaliação. Campina Grande, 2010.	30
Tabela 10: Valores médios (Scott Knott) para a variável taxa de crescimento relativo em altura (TCRAP) ($\text{cm cm}^{-1} \text{dia}^{-1}$) durante os períodos de avaliação. Campina Grande, 2010.	31
Tabela 11: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a taxa de crescimento relativo para altura de planta (TCRAP) ($\text{cm cm}^{-1} \text{dia}^{-1}$), (Scott Knott). Campina Grande 2010.	32
Tabela 12: Valores médios (Scott Knott) para a variável TCRDC ($\text{mm mm}^{-1} \text{dia}^{-1}$) durante os períodos de avaliação. Campina Grande, 2010.	33
Tabela 13: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a TCRDC, (Scott Knott). Campina Grande 2010.	34

Tabela 14: Resumo da Análise de Variância (ANAVA), fitomassa seca de raízes, fitomassa seca do caule, fitomassa seca de folhas, fitomassa seca da parte aérea, fitomassa seca total, relação raiz parte área dos genótipos de citros. Campina Grande, 2010.....	35
Tabela 15: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a fitomassa seca da folha, (Scott-Knott). Campina Grande 2010.....	36
Tabela 16: Valores médios (Scott Knott) para as variáveis FC e FR (g) durante o período de avaliação. Campina Grande 2010.	37
Tabela 17: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a FSPA, (Scott Knott a 5 % de probabilidade). Campina Grande 2010.....	41
Tabela 18: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a FST, (Scott Knott a 5 % de probabilidade). Campina Grande 2010.....	43
Tabela 19: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a R/PA, (Scott Knott a 5 % de probabilidade). Campina Grande 2010.....	45

UFCG - BIBLIOTECA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Crescimento em NF em função do tempo utilizando as médias do fator hídrico obtido no período estudado (dos 125 aos 278 DAS), para todos os genótipos estudados. Campina Grande 2010.	21
.....	24
Figura 2. Crescimento da AP em função do tempo utilizando as médias do fator hídrico obtido no período estudado (dos 125 aos 278 DAS), para todos os genótipos estudados. Campina Grande 2010.	25
Figura 3. Crescimento da DC em função do tempo utilizando as médias do fator hídrico obtido no período estudado (dos 125 aos 278 DAS), para todos os genótipos estudados. Campina Grande 2010.	28
Figura 4: Teste de médias (Scott Knott) para a FF (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande 2010.	37
Figura 5: Teste de médias (Scott Knott) para FC (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande 2010.	38
Figura 6: Teste de médias (Scott Knott) para a FR (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande 2010.	40
Figura 7: Teste de médias (Scott Knott) para FSPA (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande 2010.	42
Figura 8: Teste de médias (Scott Knott) para a FST (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande 2010.	44
Figura 9: Teste de médias (Scott Knott) para a relação R/PA (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande 2010.	46

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

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido em condições de ambiente protegido (casa-de-vegetação), da Unidade Acadêmica Engenharia Agrícola (UAEAg)/ CTRN da UFCG, localizado no município de Campina Grande, no Estado da Paraíba, nas coordenadas geográficas 7°15'18" de latitude S e 35°52'28" de longitude W, a uma altitude de 550 m. O estudo objetivou avaliar a tolerância ao estresse hídrico de 10 genótipos de citros, com tratamentos compostos dos fatores: estresse hídrico e genótipos de citros. O tratamento estresse hídrico foi constituído de EH₁: testemunhas, irrigado a 100% da Capacidade de Campo (CC); EH₂: irrigação limitada a 50% da CC durante 51 dias e, em seguida a 25 % da CC. Os genótipos utilizados para a pesquisa foram: 4 (LVK x LCR 019), 5 (LCR x CTYM 005), 6 (TSKC x CTTR 028), 7 (TSKC x CTSW 018), 11 (TSKFL x CTTR 017), 15 (TSKC x CTARG 019), 16 (CITRANGE), 17 (TSKFL x CWEB 004), 20 (TSKC x CTSW 041) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ), com delineamento experimental em blocos casualizados, com 3 repetições, esquema fatorial 2 x 10, unidade experimental constando de 10 plantas, em tubetes de polietileno de 288 mL, usando-se uma mistura de solo e substrato composto de vermiculita, casca de pinus e húmus, na proporção de 1:1. Os tratamentos de estresse hídrico foram iniciados 125 dias após a semeadura (DAS), realizando-se a cada 17 dias mensurações de altura de planta, diâmetro de caule e contagem do número de folhas, obtendo-se a partir desses dados, a Taxa de Crescimento Relativo (TCR). Aos 239 DAS realizou-se o transplante em sacos plásticos, preenchidos com solo e com peso uniforme de 6,5 kg. No final do experimento foram feitas análises destrutivas visando à obtenção da matéria seca, parâmetro utilizado na classificação dos genótipos. Os genótipos de citros estudados podem ser classificados, quanto ao estresse hídrico, da seguinte forma: Genótipos Moderadamente Tolerantes: 6 (TSKC x CTTR 028), 7 (TSKC x CTSW 018), 15 (TSKC x CTARG 019), 16 (CITRANGE), 17 (TSKFL x CWEB 004) e 20 (TSKC x CTSW 041). Genótipos Moderadamente Sensíveis: 4 (LVK x LCR 018), 5 (LCR x CTYM 005), 11 (TSKFL x CTTR 017) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ). O genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004) se destaca entre os genótipos estudados, por sua tolerância ao estresse hídrico.

Palavras-chave: citros, estresse hídrico, crescimento, tolerância



TOLERANCE OF CITRUS GENOTYPES TO WATER STRESS IN GRAFT STAGE DOOR

ABSTRACT

The study was conducted in greenhouse conditions (bath-vegetation), Academic Unit of Agricultural Engineering (UAEAg) / CTRN UFCG in the city of Campina Grande in Paraiba State in geographical coordinates 7 15'18 "N S and 35 ° 52'28 "W longitude, at an altitude of 550 m. The study aimed to evaluate the tolerance to water stress of 10 genotypes of citrus, with treatments consisting of two factors, water stress and genotypes of citrus. The water stress treatment consisted of EH1: witnesses, irrigated at 100% of field capacity (CC); EH2: limited irrigation at 50% DC for 51 days and then 25% of CC. The genotypes used for the study were: 4 (LCR LVK x 019), 5 (LCR CTYM x 005), 6 (TSKC CTTR x 028), 7 (TSKC x CTSW 018), 11 (TSKFL CTTR x 017), 15 (TSKC x CTARG 019), 16 (Citrange), 17 (TSKFL CWEB x 004), 20 (TSKC x CTSW 041), 25 (Rangpur SANTA CRUZ). Since the randomized block design with 3 replications, a 2 x 10, with experimental units consisting of 10 plants in polyethylene tubes of 288 ml, using a mixture of soil and substrate composed of vermiculite, pine bark and humus 1:1. The water stress treatments were started with 125 days after sowing (DAS) conducted every 17 days, measurements of plant height, stem diameter and counting the number of leaves, obtained from these data the relative growth rate (RGR). At 239 DAS transplant was performed in plastic bags filled with soil and with uniform weight of 6.5 kg. At the end of the experiment was made to obtain destructive analysis of matter, the parameter used in the classification of genotypes. The citrus genotypes studied can be classified according to water stress as follows: Tolerant: 6 (x TSKC CTTR 028), 7 (TSKC x CTSW 018), 15 (TSKC x CTARG 019), 16 (Citrange), 17 (TSKFL CWEB x 004) and 20 (TSKC x CTSW 041). Genotypes Moderately Sensible: 4 (LCR LVK x 018), 5 (LCR CTYM x 005), 11 (TSKFL CTTR x 017) and 25 (Rangpur SANTA CRUZ). The genotype 17 (TSKFL CWEB x 004) stands out among the genotypes for their tolerance to water stress.

Key words: *Citrus*, water stress, growth, tolerance

1.0 INTRODUÇÃO

A citricultura se constitui em uma das mais importantes atividades do cenário agrícola brasileiro, tanto econômica quanto socialmente. De todas as árvores frutíferas cultivadas no mundo, a laranjeira é a mais conhecida, sendo originária do leste asiático nas regiões que incluem, hoje, a Índia, China, Butão, Birmânia e Malásia. Atualmente, os pomares mais produtivos se encontram em regiões de clima tropical e subtropical, destacando-se Brasil, Estados Unidos, México, China e África do Sul. São Paulo, no Brasil, e Flórida, nos Estados Unidos, são as principais regiões produtoras do mundo (Galbiatti, et al., 2005).

Após a China e a Índia, o Brasil se destaca como terceiro produtor mundial de frutas, com uma produção que supera 38 milhões de toneladas. Apesar do crescimento das exportações, em cerca de 200% nos últimos anos, a participação brasileira no mercado internacional de frutas frescas ainda é pouco significativa, haja vista que o País exporta apenas 1,6% de sua produção. Dentre as commodities, a dos citros se sobressai como a de maior importância, sendo a laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] a fruta de maior produção e exportação (Agrianual, 2006).

Historicamente o Estado de São Paulo é o maior produtor nacional de citros. Na Região Nordeste são colhidos cerca de 9% da produção nacional, constituindo-se na segunda maior região produtora do País, com mais de 110.000 hectares cultivados e mais de 1,5 milhão de toneladas, cujos destaques são os Estados da Bahia e de Sergipe, respectivamente segundo e terceiro maiores produtores nacionais, representando 90% de toda a área plantada (IBGE, 2002).

No Nordeste brasileiro o recurso água é limitado e a distribuição das chuvas, na maioria dos Estados, não supre adequadamente as necessidades hídricas das culturas durante o ano (Doorenbos & Kassam, 2000). Dependendo da localização geográfica, tais condições interferem no crescimento e desenvolvimento da planta. Por exemplo, as elevadas taxas de evapotranspiração, associadas às irregularidades das chuvas, provocam déficits hídricos estacionais, constituindo-se tais déficits em um dos principais fatores limitantes no rendimento das culturas que demandam água e nutrientes de forma distinta durante as fases de crescimento, desenvolvimento e produção.

Rebouças (2001) enfatiza que, em geral, o mau uso predominante das águas no mundo, e no Brasil, em particular, vem ocasionando a escassez relativa e a degradação da qualidade da água disponível colocando-o assim entre os países desenvolvidos e periféricos que já enfrentam problemas de estoque de água. No novo paradigma da globalização a disponibilidade de água doce se torna cada vez mais um fator econômico competitivo do mercado.

No Nordeste brasileiro é incontestável a importância socioeconômica da citricultura; no entanto, a produtividade é considerada baixa em razão, principalmente, do déficit hídrico que ocorre durante mais de seis meses do ano, coincidindo, em geral, com temperaturas elevadas (Cruz et al., 2003). Mediante o suprimento adequado de água às plantas cítricas, a irrigação pode proporcionar os seguintes benefícios: maior pegamento de flores e frutos garantindo, também, maior produtividade; melhor qualidade dos frutos, com maior tamanho e peso e coloração acentuada; maior quantidade de óleo na casca (Vieira 1991, citado por Pires, 1992), além de permitir, em determinadas condições, a colheita fora da época normal (Vieira, 1984).

A citricultura nordestina se encontra assentada sobretudo 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; nas áreas de serras, em altitudes mais elevadas, comuns em todos os Estados da Região Nordeste, tradicionalmente são cultivados citros, com deficiência hídrica em vários meses (Peixoto et al., 2006).

O estresse hídrico parece ser o principal fator em promover a floração dos citros em regiões de clima tropical. O efeito do estresse hídrico pode estar diretamente relacionado com a quebra da dormência das gemas e/ou com a indução floral (Davenport, 1990).

A influência do estresse hídrico, assim como das baixas temperaturas, está relacionada com a intensidade e a duração do florescimento (Southwick & Davenport, 1986; Souza et al., 2004). A paralisação e/ou a redução do sistema radicular causado pelo estresse hídrico favorece o florescimento dos citros devido à baixa síntese de giberelinas, os únicos dos fitohormônios que parecem ter influência direta sobre o florescimento dos citros (Krajewski & Rabe, 1995).

A identificação de germoplasma contendo genótipos com diversidade de respostas à deficiência hídrica é de interesse em programas de melhoramento genético, tornando

imprescindível o conhecimento dos mecanismos relacionados a tais respostas diferenciais; neste sentido, características fisiológicas podem ser empregadas na seleção de genótipos tolerantes à seca. Vários parâmetros têm sido estudados para avaliar a resposta das espécies vegetais ao estresse hídrico destacando-se o potencial hídrico foliar, potencial osmótico, condutância estomática, transpiração e a atividade fotossintética (Nogueira et al., 2001; Nepomuceno et al., 2003). Em porta-enxertos cítricos, Pereira et al. (2003) recomendam avaliar o crescimento do sistema radicular e da parte aérea, com base no acúmulo de matéria seca, e do incremento da área foliar.

A diversificação de genótipos cítricos no Brasil, como um todo, também fica a desejar, apesar da grande variabilidade genética existente nos bancos de germoplasma distribuídos no País; a combinação laranja 'Pera' x limão 'Cravo' é predominante, chegando a níveis quase absolutos, observando-se uma recente tendência de mudanças, especialmente no que diz respeito ao uso de porta-enxertos, pelo surgimento da morte súbita dos citros em plantas enxertadas em limão 'Cravo'.

2.0 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a tolerância ao estresse hídrico de genótipos cítricos (variedades e híbridos) com potencialidade de serem utilizados como porta-enxertos.

2.2. Objetivos específicos

- a) Avaliar a tolerância de 10 genótipos de citros ao estresse hídrico, na fase inicial de formação de porta-enxerto;
- b) Estudar as alterações morfológicas e fisiológicas ocasionadas nas plantas sob condições de estresse hídrico.

3.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Estresse hídrico

Em qualquer lugar em que as plantas cresçam e se desenvolvam, elas estarão sujeitas a condições de múltiplas adversidades, conhecidas como estresse, termo definido como desvio das condições ótimas para o crescimento, os quais limitarão, além do próprio crescimento, o seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência (Larcher, 2004).

Ressalta-se que o estresse hídrico severo pode levar à diminuição das defesas da planta, reduzindo o crescimento e a fotossíntese. A adaptabilidade e a tolerância ao estresse hídrico são estratégias intrínsecas diferentes entre os vegetais (Carvalho & Casali, 1999). Os estudos das relações hídricas nas plantas e das interações causadas pelo déficit hídrico temporário nos processos fisiológicos, são de fundamental importância uma vez que o déficit hídrico tem efeitos em diversos processos fisiológicos dos vegetais, muitos dos quais refletem mecanismos de adaptação. Pelo conhecimento da variação do consumo de água por uma cultura em suas diferentes fases de desenvolvimento, pode-se inferir sobre os aspectos fisiológicos envolvidos no processo, tal como sobre suas consequências (Peixoto et al., 2006).

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

Relativamente ao estudo dos efeitos ambientais sobre o crescimento das plantas são encontrados, na literatura, vários conceitos e técnicas. Em muitos casos, a análise de crescimento, com base em índices fisiológicos, tem sido empregada como ferramenta valiosa em estudos sobre diferenças de ordem genética ou ambiental. Sua determinação obedece a um processo sequencial considerando-se normalmente a fitomassa e a dimensão

do aparelho fotossintetizante, permitindo avaliar o crescimento da planta como um todo e a contribuição de seus diferentes órgãos no crescimento total (Peixoto, 1998; Benincasa, 2004).

Na mensuração das alterações no crescimento vegetal o acúmulo de fitomassa seca é o parâmetro mais significativo, uma vez que resulta da associação de vários outros componentes. Fatores ambientais, como luz, temperatura, concentração de CO₂ e disponibilidade de água e nutrientes, próprios de cada local, afetam sensivelmente vários índices fisiológicos, a exemplo da razão de área foliar, da taxa assimilatória líquida e da taxa de crescimento relativa, dentre outros. Com base no estudo das interações desses parâmetros com cada fator ambiental, em particular o estado hídrico da planta, pode-se conhecer a eficiência do crescimento e a habilidade de adaptação às condições ambientais de uma espécie ou variedade (Reis & Muller, 1979; Peixoto, 1998; Peixoto et al., 2006).

3.1.1 Efeito do estresse hídrico nos vegetais

A falta ou excesso de água afeta negativamente o crescimento, a sanidade e a produção das plantas, sendo o estresse hídrico fator limitante na produção agrícola (Pires et al., 2001).

O primeiro e mais visível efeito do déficit hídrico é a diminuição da turgescência e do alongamento celular, afetando diretamente o crescimento da planta. O metabolismo das proteínas e dos aminoácidos é logo restringido. Os efeitos do estresse resultam em mecanismos de adaptação do vegetal ao ambiente. Uma vez que as plantas não podem fugir de condições adversas, é fácil compreender por que muitos mecanismos de resistência a estresses ambientais se desenvolveram, particularmente, no reino vegetal.

Quando o déficit hídrico se desenvolve lentamente, de modo que permita o desencadeamento de processos adaptativos, o estresse hídrico exerce vários efeitos sobre o crescimento, um dos quais se destaca, que é a limitação da expansão das folhas (Taiz e Zeiger, 2004).

3.1.2. Tolerância das plantas a deficiência hídrica

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

As respostas morfológicas, fisiológicas e moleculares das plantas submetidas ao estresse hídrico, podem ser complexas e dependem do genótipo e do estágio de desenvolvimento da planta, além da duração, severidade e natureza do estresse. Sua sobrevivência depende sobretudo da velocidade de resposta aos acúmulos externos (Vidal et al., 2005).

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

Já Nguyen et al. (1997), acrescentam que os mecanismos fisiológicos de tolerância à seca estão relacionados ao uso moderado da água pela planta, redução da área foliar, controle da perda de água pelas folhas e habilidade das raízes em explorar camadas mais profundas do solo. Para vários autores (Larcher, 2004; Taiz & Zeiger, 2004; Kerbauy, 2004), tais respostas envolvem maior relação entre raiz e parte aérea, diminuição do volume das células, aumento da concentração do protoplasto, diminuição do tamanho das folhas, dissipação de energia da folha, ajuste osmótico mais eficiente, regulação estomática, acúmulo de metabólitos e resistência à desidratação das células. Deste modo, quando o solo perde água a transpiração das plantas é diminuída. Quando isto ocorre em resposta a tal fator estressor, as plantas reduzem o fluxo de vapor d'água do interior da câmara subestomática para a atmosfera, causando depressão na transpiração (Thomas et al., 2000).

3.1.3 O Estresse hídrico em plantas de citros

O requerimento hídrico para uma boa produção de frutos em citros é cerca de 900 a 1.200 mm por ano e varia com a demanda evapotranspirométrica, solo, copa e, principalmente, com o porta-enxerto utilizado (Donato, 2007).

O conhecimento do comportamento dos porta-enxertos, das copas e da combinação mais adequada a diferentes situações, é crucial, pois os porta-enxertos afetam várias características da planta, particularmente a resistência a estresses ambientais (Carboneau, 1985; Pompeu Júnior, 1991; Nogueira et al., 2001; Souza et al., 2001; Cerqueira et al., 2004).

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

De forma geral, e sob condições de estresse, as plantas alocam mais recursos para o sistema radicular (Larcher, 2000). Sob deficiência hídrica, a interação entre porta-enxerto e copa pode tornar-se mais significativa, possível de influenciar o grau de tolerância à seca da cultivar copa (Carboneau, 1985; Souza et al., 2001). Assim, a magnitude da afinidade entre a combinação copa e porta-enxerto é imperativa, para que essas características sejam maximizadas, principalmente quando se considera a predominância, no País, de citricultura sob condições de sequeiro.

Desde sua implantação à colheita, a produção de citros 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, de forma especial, à presença de água no solo em épocas e quantidades apropriadas (Cruz et al., 2003). Nas áreas cultivadas com citros no Brasil, é comum ocorrer deficiência hídrica no solo associada a elevados déficits de pressão de vapor, aumentando as limitações à expressão da produtividade potencial (Medina, 1999).

Entre os vários fatores limitantes da produção vegetal o déficit hídrico ocupa posição de destaque pois, além de afetar as relações hídricas nas plantas alterando-lhes o metabolismo é fenômeno que ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis (Nogueira et al., 2001). Sendo o cultivo dos citros no Brasil predominantemente sem irrigação, é desejável que se usem combinações copa/porta-enxerto que mostrem, entre outras

características de interesse agrônomo, tolerância à seca, em vista da ocorrência de déficits hídricos temporários em várias regiões citrícolas (Ortolani et al., 1991). Para combinações com as mesmas copas as diferentes variedades de porta-enxertos afetam, distintamente, as relações hídricas e as trocas gasosas (Castle et al., 1989).

Em geral, a vulnerabilidade da citricultura baiana e nordestina é muito grande, pela presença quase única da combinação laranjeira 'Pera' [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] limoeiro-'Cravo' (*C. limonia* Osb.) na sustentação dos pomares, fazendo-se urgente um programa de diversificação de variedades. O emprego de um único porta-enxerto para todas as variedades - copa não permite, provavelmente, atender ao máximo potencial inerente a cada variedade impedindo que a planta manifeste toda a sua capacidade produtiva, além de se constituir em inconveniente problema no caso de moléstias endêmicas (Pompeu Junior, 1991).

É clássica, na literatura citrícola, a informação de que o limoeiro Cravo' induz maior tolerância à seca nas diversas copas cultivadas no Brasil (Pompeu Júnior, 1991; Medina et al., 2005). Este porta-enxerto é considerado indutor de boa qualidade aos frutos das variedades nele enxertadas mas não satisfaz a todas as variedades, pois é intolerante ao declínio (Pompeu Júnior, 1991) e à morte súbita dos citros, razão pela qual, é premente a necessidade de diversificação do uso de porta-enxertos. O citrumeleiro 'Swingle' é considerado mais suscetível ao déficit hídrico do que o limoeiro-'Cravo' (Pompeu Júnior, 1991).

De acordo com Nogueira et al. (2001), genótipos que apresentem diversidade na resposta ao estresse hídrico constituem excelentes materiais para serem utilizados em programas de melhoramento genético. Vários caracteres fisiológicos 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.

Em trabalho conduzido em casa de vegetação na *Embrapa Mandioca e Fruticultura*, em Cruz das Almas, BA Cerqueira et al. (2004) objetivaram identificar porta-enxertos de citros melhor adaptados ao ecossistema de Tabuleiros Costeiros, quanto a tolerância à seca. Foram estudados os limoeiros Cravo e Volkameriano, laranjeira Azeda e os híbridos trifoliados HTR - 051, TSK x CTTR - 002 e TSK x CTTR — 017. Quanto à massa seca da parte aérea observaram-se decréscimos nos genótipos limoeiro

Volkameriano e laranjeira 'Azeda' no período de déficit hídrico, sem diferenças significativas entre os demais. Na ausência de irrigação todos os genótipos apresentaram decréscimos nos seus potenciais hídricos enquanto apenas os híbridos se recuperaram, mantendo a transpiração. Os melhores resultados foram constatados com os híbridos HTR - 051 e TSK x CTTR - 017, como os mais promissores porta-enxertos de citros em condições de déficit hídrico (Cerqueira et al., 2004)

Visando à identificação de genótipos de citros melhor adaptados ao ecossistema de Tabuleiros Costeiros, com potencial de uso como porta-enxertos, Peixoto et al. (2006) avaliaram seu desempenho em relação a tolerância à seca, considerando a análise de crescimento das plantas. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação da *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, em Cruz das Almas, BA. Foram avaliados seis genótipos: limoeiros-Cravo e Volkameriano, laranjeira Azeda e os híbridos trifoliados HTR - 051, TSK x CTTR - 002 e TSK x CTTR - 017, estes últimos obtidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da *Embrapa*. O híbrido HTR - 051 foi o menos sensível ao déficit hídrico, o que o qualifica como porta-enxerto promissor para ambientes sujeitos a estiagem prolongada.

Chartzoulakis et al. (1999) e Medina et al. (1999) verificaram redução na taxa de assimilação de CO₂ sob condições de deficiência hídrica, com o fechamento dos estômatos, a partir do potencial da água nas folhas de -2,0 MPa.

Segundo Syvertsen (1999), o estresse hídrico é comum durante o inverno e beneficia o florescimento de laranjeiras, mas seu prolongamento pode comprometer o desenvolvimento e a produção de frutos. São desconhecidas as relações hídricas e fisiológicas de laranjeiras nos estádios fenológicos de pré e pós-florescimento bem como a produção de frutos em condições de manejo da vegetação permanente nas entrelinhas dos pomares (Fidalski et al., 2006).

4.0 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização

A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido (casa-de-vegetação), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UAEA/CTRN/UFCG), localizado no município de Campina Grande, Estado da Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 7°15'18" de latitude S e 35°52'28" de longitude W, a uma altitude de 550 m.

4.2 Tratamentos

A pesquisa teve duração de 278 dias após a semeadura, iniciando-se os tratamentos de estresse hídrico aos 125 dias após semeadura.

No experimento foram testados dois níveis de estresse, sendo H₁ – testemunha, irrigação das plantas com 100% da Capacidade Campo (CC) durante todo o transcorrer do experimento; H₂ – irrigação limitada a 50 % da CC, durante 51 dias e em seguida a 25% da CC, durante 64 dias; posteriormente as mudas foram transplantadas para sacos plásticos, quando o solo estava com umidade de 78% da capacidade de campo (CC).

Os genótipos utilizados cujas sementes foram fornecidas pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, estão relacionados na Tabela 1.

O delineamento do experimento foi em blocos casualizados, com 3 repetições no esquema fatorial 2 x 10, 2 tipos de estresse hídrico e 10 genótipos, totalizando 20 tratamentos distribuídos em 60 unidades experimentais; cada unidade experimental constou de 10 plantas cultivadas em tubetes de 288 ml (1 planta/recipientes).

Tabela 1. Lista de genótipos de porta-enxerto de citros, utilizados no experimento. Campina Grande, 2010

Ordem	Nome (abreviação)
4	LVK (limoeiro volkameriano) x LCR (limoeiro-cravo) - 018
5	LCR x CTYM (citrange Yuma)- 005
6	TSKC (tangerina sunki) x CTTR (citrange troyer) - 028
7	TSKC x CTSW (citrumelo swingle) - 018
11	TSKFL x CTTR - 017
15	TSKC x CTARG - 019
16	CITRANGE
17	TSKFL x CWEB - 004
20	TSKC x CTSW - 041
25	LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ - PADRÃO

4.4 Semeadura e crescimento das plantas

Utilizou-se, no experimento, uma mistura de solo e substrato; o solo coletado no lado Norte do Campus principal da UFCG, em Campina Grande, cuja característica química está na Tabela 2, foi misturado a um substrato comercial composto por vermiculita, casca de pinus e húmus, na proporção de 1:1, para enhecimento dos tubetes. As sementes, devidamente selecionadas em tamanho e formato uniformes e tratadas com fungicida ‘Thiram’ (4g kg⁻¹ de sementes), foram semeadas 3 unidades por tubetes. Depois das devidas anotações de emergência deixou-se desenvolver apenas uma plântula por recipiente, o de maior vigor, em relação ao padrão de cada genótipo, eliminando-se as demais.

Tabela 2: Características químicas do solo utilizado na produção de mudas cítricas. Campina Grande, 2009

CE	pH	H	Al	Na ⁺	K ⁺	CA ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃	HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄
suspensão				----- mmol _c kg ⁻¹ -----							
0,17 dS m ⁻¹	6,31	Trocável	0,2	0,0	0,053	0,08	0,76	0,37	-	-	-

4.5 Irrigação

Na fase de germinação das sementes e até 125 dias após semeadura (DAS), a irrigação foi feita com água de abastecimento, duas vezes ao dia, aplicando-se em média 10 mL em cada tubete, através de um regador para manter o substrato próximo à capacidade de campo; após este período iniciou-se o tratamento.

No experimento o volume de água correspondente a cada tratamento de estresse hídrico foi obtido mediante peso médio dos tubetes, obedecendo à seguinte maneira.

Para se calcular a quantidade de água a ser aplicada na irrigação de cada recipiente foram retiradas amostras de 5 tubetes os quais foram pesados na capacidade de campo e após secados ao ar, com a finalidade de se determinar o teor de umidade na capacidade de campo (CC).

Após pesagem e pela diferença entre o peso do solo na CC e seco, obteve-se o volume retido de água considerando-se ser a sua densidade de 1 g cm^{-3} . Para se ter os níveis desejados de CC correspondentes aos tratamentos de 50 e 25 % da CC, estimou-se a quantidade de água a ser aplicada na irrigação de cada tratamento.

Após determinada a quantidade de água a ser aplicada em cada tratamento, a testemunha foi irrigada diariamente, com 20 mL por tubete e, para o tratamento de estresse, a irrigação foi feita pela diferença do peso do tubete considerando-se o nível de 50% da CC, com base no peso médio diário de três tubetes de cada genótipo em cada repetição; o mesmo ocorreu quando o nível de umidade baixou a 25 % da CC.

4.6 Manejo cultural

No manejo nutricional, realizado a cada cinco dias, foi aplicado fosfato diamônio – -DAP, para suprimento de fósforo, KNO_3 para suprimento em nitrogênio e potássio, seguindo-se recomendações de Rotondano e Melo (2009); para o suprimento de micronutrientes foi aplicado Albatroz, juntamente com os adubos anteriormente citados, na dose de 1g/L. Os dados de temperatura (mínima, média, máxima) foram coletados diariamente às 9 horas da manhã, em um termômetro instalado no interior da casa-de-vegetação, cujos valores médios foram de 19, 26, 35,5 °C. Adotaram-se os demais cuidados de controle de ervas daninhas, prevenção e controle de pragas e doenças, normalmente recomendados na produção de mudas cítricas (Agrobyte, 2006).

4.7 Transplântio

O transplântio das mudas de todos os genótipos foi realizado aos 239 DAS. Os recipientes utilizados para o transplante dos porta-enxertos produzidos em tubetes, foram sacos plásticos, com perfurações laterais para drenagem e aeração.

Esses recipientes foram preenchidos com peso uniforme de 6,5 kg solo. O solo foi coletado em um distrito pertencente ao município de cidade de Campina Grande, cujas características químicas podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3: Características químicas do solo utilizado no transplântio de mudas cítricas. Campina Grande, 2010

CE	pH	H	Al	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃	HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄
Complexo Sortivo											
dS m ⁻¹				mmol _c kg ⁻¹							
0.17	6,12	1.03	0.2	0.2	0.30	2.9	2.49	-	-	-	-
Extrato de Saturação											
dS m ⁻¹				mmol _c dm ⁻³							
0.8	6.02	-	-	4.4	0.72	0.08	0.18	0	0.208	0.245	P

4.8 Condução experimental

O material de solo foi colocado na Capacidade de Campo e, após drenagem, quando o solo se encontrava em condição máxima de retenção de água, iniciou-se a pesagem dos recipientes realizando-se o transplântio quando o nível de umidade atingiu a Capacidade de Campo.

Na adubação, realizada a cada 5 dias, utilizou-se MAP, seguindo-se recomendações contidas em Rotondano e Melo (2009).

Após o transplântio os porta-enxertos foram mantidos a 50% da CC, e feita a irrigação por meio de pesagem diária de uma muda de cada genótipo, em cada repetição, no total de 30 plantas. A lâmina aplicada foi feita considerando a diferença entre o peso da muda na capacidade de campo e a média do peso atual.

4.9 Variáveis analisadas

4.9.1 Variáveis de crescimento

A partir de 125 dias após semeadura (DAS), a cada 17 dias foram mensurados a altura de planta (cm), o diâmetro do caule a uma altura de 5 mm e contado o número de folhas obtendo-se, a partir desses dados, a taxa de Crescimento Relativo, que mede o

crescimento em função da matéria pré-existente, obtida pela equação (Fernandes, 2002; Benincasa, 2003):

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

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

As avaliações destrutivas constaram da determinação de: fitomassa seca de caule (FC), folhas (FF) e raízes (FR) após secagem a 65° C, em estufa de circulação forçada de ar quente, até fitomassa constante. Obtiveram-se, com esses dados, a fitomassa total (FST) e a relação raiz/parte aérea (R/PA) (Fernandes, 2002).

4.10 Classificação dos genótipos

Para fins de classificação dos genótipos foram adotados dois critérios: o primeiro é relacionado ao potencial produtivo de fitomassa dos genótipos na análise de crescimento, ao longo dos períodos de avaliação considerando-se principalmente o diâmetro de caule, por ser um bom indicativo do momento adequado para enxertia da planta; o segundo critério se relaciona ao método do rendimento relativo proposto por Fageria (1985). Devido à falta de literatura específica quanto ao estresse hídrico utilizou-se, para efeito da classificação, a literatura de Fageria (1985) que classifica os genótipos quanto à salinidade, considerando-se quatro níveis (T = tolerante; MT = moderadamente tolerante; MS = moderadamente sensível e S = sensível) tomando-se como referência a fitomassa seca total da planta (FST = FSR + FSC + FSF), por seu reflexo nas variáveis de crescimento. Com base na classificação obteve-se a relação dos genótipos mais produtivos em fitomassa e com maior tolerância ao estresse hídrico.

4.11 Análises estatísticas

Os efeitos dos fatores genótipo e estresse hídrico sobre as variáveis estudadas geraram dados que foram interpretados mediante a análise de variância - teste F, com auxílio do software SISVAR. Para se avaliar o efeito comparativo do estresse hídrico entre os genótipos, procedeu-se à comparação de médias pelo Scott - Knott, 5% de probabilidade (Ferreira, 2000). Em virtude da ausência de normalidade dos dados, apresentando



coeficiente de variação de valor elevado, optou-se em transformar em raiz quadrada, os dados das variáveis fitomassa da folha (FF), fitomassa do caule (FC), fitomassa da raiz (FR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST) e relação raiz parte aérea (R/PA).

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise de ereseimento

Na Tabela 4 está o resumo da análise de variância para variáveis de crescimento, realizadas durante o período de estudo, aos 125, 142, 159, 176, 193, 210, 227, 244, 261 e 278 dias após semeadura (DAS), verificando-se efeitos significativos para os genótipos nas distintas idades das plantas. O fator água ou estresse hídrico afetou significativamente a variável número de folhas, a partir dos 142 DAS; o efeito sobre as variáveis altura de planta e diâmetro de caule foi significativa desde o início dos tratamentos até o fim do experimento. Verifica-se não ter sido significativo a interação entre os fatores G x EH para as variáveis número de folha e diâmetro de caule; apenas na variável altura de planta houve efeito na interação a partir dos 227 DAS; neste caso, fez-se desdobramento do fator hídrico dentro do genótipo e vice versa.

Nas Tabelas 5, 6 e 8 podem ser observados os valores com os testes de médias (Scott Knott) ($p < 0,05$) para as variáveis de crescimento para todos os genótipos.

5.1.1 Número de folhas (NF)

Pelo fato de não ter sido significativa a interação G x EH, fez-se a comparação de médias pelo Scott Knott ($< 0,05$) para se verificar as diferenças entre genótipos, com os resultados na Tabela 5.

Verifica-se, na Tabela 5 que o genótipo 17 (TSKFL X CWEB - 004) diferiu estatisticamente dos demais e formou o maior número de folhas a partir dos 142 DAS. A variação ocorrida aos 244 e 261 DAS pode ser atribuída ao transplântio, tendo em vista que até os 244 DAS as plantas estavam recebendo 25% da Capacidade de Campo (CC) e após essa data passaram a receber 50% da CC.

Verificou-se, ainda, para este genótipo, um incremento diário de 0,09 folhas, ao longo do período, observando-se que no início do tratamento de 50% da CC (125 DAS), o referido genótipo tinha, em média, 12,55 folhas e, aos 278 DAS (final da pesquisa),

Tabela 4: Resumo da análise de variância do número de folhas (NF), altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC), nas avaliações de crescimento efetivo para genótipos de citros, segundo os tratamentos de estresse hídrico. Campina Grande, 2010

GL	Quadrado Médio									
	NÚMERO DE FOLHAS									
	DAS									
	125	142	159	176	193	210	227	244	261	278
Genótipo (G)	13,48**	15,31**	23,36**	34,06**	48,10**	50,62**	63,73**	63,11**	73,66**	91,49**
Estresse Hídrico (EH)	2,65 ^{ns}	50,74**	83,76**	257,22**	517,38**	706,17**	910,42**	993,73**	1107,42**	1052,78**
Inter G x EH	0,66 ^{ns}	1,24 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,98 ^{ns}	2,37 ^{ns}	2,47 ^{ns}	3,80 ^{ns}	4,61 ^{ns}	4,83 ^{ns}
CV	10,63	10,28	9,71	11,42	11,11	11,10	8,57	9,51	10,59	13,91
GL	ALTURA DE PLANTA									
Genótipo (G)	13,85**	24,28**	28,4**	29,15**	30,37**	26,06**	24,71**	25,93**	22,46**	21,29**
Estresse Hídrico (EH)	9,58**	96,37**	223,42**	593,59**	1197,96**	1564,38**	1767,03**	1908,35**	1721,09**	2242,0**
Inter G x EH	1,23 ^{ns}	3,69 ^{ns}	6,28 ^{ns}	7,96 ^{ns}	9,10 ^{ns}	12,29 ^{ns}	17,33**	13,87**	16,43**	13,53**
CV	17,06	14,50	12,87	12,91	12,01	11,71	8,78	8,92	10,73	8,86
GL	DIÂMETRO DE CAULE									
Genótipo (G)	0,13**	0,22**	0,34**	0,41**	0,54**	0,54**	0,53**	0,53**	0,85 ^{ns}	0,63**
Estresse Hídrico (EH)	0,14**	0,24**	0,87**	3,24**	6,75**	12,86**	19,87**	20,67**	24,89**	32,72**
Inter G x EH	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,12 ^{ns}
CV	9,88	8,68	8,22	8,04	8,86	8,43	6,79	7,49	17,98	7,20

** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; ns: não significativo. DAS: Dias após semeadura

apresentou valor médio de 26,89 folhas. Para o genótipo 6 (TSKC x CTTR 028) este valor passou de 9,05 a 20,01; o 7 (TSKC x CTSW 018) de 10,5 a 23,25; o 16 (CITRANGE) de 11,8 a 19,15 e o 20 (TSKC x CTSW 041) de 9,6 a 18,82. Esses genótipos tiveram comportamento intermediário para o número de folhas apresentando um incremento diário de folhas estimado, ao longo do período estudado, de 0,06, 0,07, 0,05 e 0,06 respectivamente.

Os genótipos 5 (LCR x CTYM 005), 4 (LVK x LCR 018), , 11 (TSKFL x CTTR 017), 15 (TSKC x CTARG 019) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ PADRÃO) foram os de menor valor médio para número de folhas, apresentando um incremento diário de folhas de 0,03, 0,03, 0,03, 0,04 e 0,04, respectivamente, ao longo do período estudado, sendo o primeiro desses (genótipo 5) estatisticamente inferior aos demais, a partir dos 159 DAS (Tabela 5).

Tabela 5: Valores médios do número de folhas em função do genótipo e do fator água com teste de média pelo método (Scott Knott). Campina Grande, 2010

GEN	DAS									
	125	142	159	176	193	210	227	244	261	278
4	10,3b	12,9c	14,0c	14,9c	15,8c	16,6c	16,3d	15,6d	14,8d	16,1d
5	8,1c	10,5d	11,6d	12,2d	12,6d	13,4d	14,8d	14,8d	13,1d	12,9e
6	9,0c	11,5d	14,2c	15,6c	16,9c	17,8c	19,0c	18,8c	17,9c	20,0c
7	10,5b	13,6b	15,8b	17,5b	18,6b	20,0b	21,7b	21,5b	20,5b	23,2b
11	11,2a	12,7c	14,0c	15,9c	16,8c	17,5c	17,7c	17,7c	17,2c	16,5d
15	12,8a	15,3a	16,6b	17,4b	18,3b	17,7c	18,0c	17,9c	18,3c	20,8c
16	11,8a	14,3b	16,2b	17,7b	19,3b	19,7b	20,7b	19,9c	19,8b	19,1c
17	12,5a	15,5a	18,5a	20,9a	23,0a	24,3a	26,0a	25,8a	25,4a	26,8a
20	9,6b	12,4d	13,7c	15,3c	15,9c	16,8c	18,1c	18,3c	18,5c	18,8c
25	10,2b	12,1c	13,3c	14,0c	14,6d	15,9c	15,9d	15,8d	14,6d	17,6c

*médias seguidas da mesma letra na vertical pertencem ao mesmo grupo de genótipos pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$)

Observa-se, na Figura 1, o comportamento do número de folhas de todos os genótipos, ao longo do período estudado. Pode-se notar, durante todo o experimento, que no genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004), o tratamento com estresse hídrico foi o que apresentou melhor comportamento no aumento do número de folhas tendo, aos 125 DAS, uma diferença entre o tratamento sem e, com estresse, valor estimado pelo modelo

matemático que consta na Figura 1, de 3,79 %; já aos 278 DAS, a diferença entre os tratamentos sem e com estresse foi de 29,76 %; este mesmo genótipo pode ser considerado tolerante pois, além de ser produtivo por apresentar elevados valores para o número de folha, apresentou pequena variação entre os tratamentos sem e com estresse.

O genótipo 6 (TSKC x CTTR 028), embora não tenha apresentado valores elevados de número de folhas ao longo do período estudado aos 125 DAS, apresentou uma diferença estimada entre os tratamento sem e com estresse hídrico, de 0,2% e aos 278 DAS essa diferença foi estimada em 29,6%, indicando mecanismos de tolerância. O genótipo 15 (TSKC x CTARG 019) teve aos 125 DAS sob condições de estresse, maior número de folhas com diferença entre o tratamento com e sem estresse valor estimado em 1,79%. A partir desta data, no tratamento sem estresse o número de folhas foi maior até o final do período estudado (278 DAS), com diferença estimada de 21,8%; embora esse mesmo genótipo tenha apresentado produção baixa do número de folhas, a diferença entre os tratamentos mostra que esse genótipo foi tolerante ao estresse.

Os genótipos 7 (TSKC x CTSW 018), 16 (CITRANGE) e o 20 (TSKC x CTSW 041) aos 125 DAS, conforme ajuste do modelo matemático que na Figura 1 para esses genótipos, apresentaram uma diferença entre os tratamentos sem e com estresse de 5,82, 15,53, 11,9 %; já aos 278 DAS esses valores passaram para 36,75, 34,35, 36,8%. Vale ressaltar que a produção média do número de folhas desses genótipos foi considerada intermediária assim como as diferenças percentuais entre o tratamento sem e com estresse ao longo do período, indicando que esses genótipos podem não apresentar mecanismo de tolerância ao estresse hídrico.

Os genótipos 11 (TSKFL x CTTR 017) e o 25 (LIMOEIRO CRAVO SANTA CRUZ), aos 125 DAS, início do período de estudo apresentaram, segundo o modelo matemático, uma diferença entre os tratamentos sem e com estresse hídrico de 5,89 e 0,48%; já aos 278 DAS essa diferença foi de 36,19 e 44,12%, respectivamente, inferindo que ditos genótipos apresentaram baixa tolerância ao estresse. Observa-se ainda, na Figura 1, que sob condição de estresse os genótipos '11' e '25', a partir dos 193 e 159 DAS, respectivamente, estabilizaram o número de folhas, fato que pode ser considerado uma resposta de adaptação ao estresse hídrico, chamado aclimatação; tal processo requer gasto energético, resultando em redução do crescimento (Lacher, 2000).

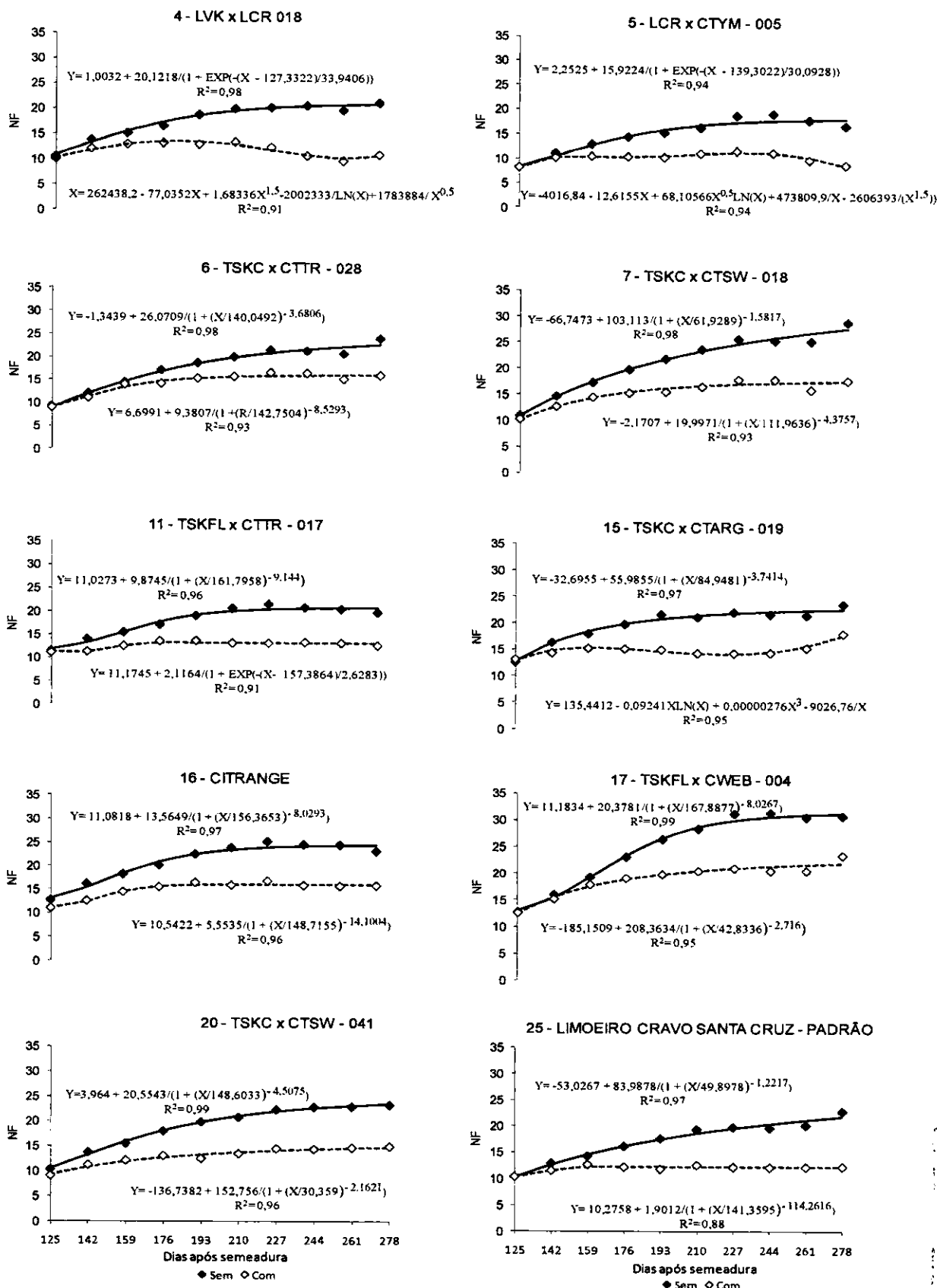


Figura 1. Crescimento em NF, em função do tempo, utilizando-se as médias do fator hídrico obtido no período estudado (dos 125 aos 278 DAS), para todos os genótipos estudados. Campina Grande, 2010

Nos genótipos 4 (LVK x LCR 018) o 5 (LCR x CTYM 005) aos 125 DAS as plantas sob estresse hídrico apresentaram, segundo modelo matemático, redução de 3,64 e 1,55%, respectivamente, quando comparadas às plantas sem estresse; já aos 278 DAS (final do período em estudo), esta redução foi de 48,15 e 52,63 %, constatando que referidos genótipos não são tolerantes ao estresse hídrico (Figura 1). Observa-se, ainda, que, durante todo o período experimental esses genótipos apresentaram as menores médias para o número de folhas.

Observou-se que, de maneira geral, os genótipos oriundos de Trifoliata foram os que apresentaram maiores números de folhas, fato observado também por Brito (2007), cujos híbridos provenientes de Trifoliata em condições de salinidade tiveram alta capacidade de emissão de folhas, e Schäfer et al. (2006), trabalhando com genótipos diferentes de porta-enxerto cítricos com variação de substratos, constataram maior número de folhas nos oriundos de Trifoliata.

5.1.2 Altura de planta (AP)

Observam-se, na tabela 6, os valores médios para os 10 genótipos estudados dos 125 até os 210 DAS.

Tabela 6: Valores médios para altura de planta, em função do genótipo, com teste de média pelo método (Scott Knott). Campina Grande, 2010

GEN	DAS					
	125	142	159	176	193	210
4	8,4b	12,3b	14,7b	16,3ab	19,1c	20,6b
5	6,0c	8,7c	11,9c	14,1ab	16,6c	18,7b
6	6,0c	9,2c	12,3c	14,4ab	16,6c	17,9b
7	7,9b	12,2b	14,8b	16,1ab	17,5c	18,8b
11	8,7b	11,3b	14,5b	17,3ab	19,3b	20,5b
15	10,0a	14,0a	17,1a	18,7a	19,8b	20,1b
16	9,7a	14,5a	18,4a	21,1a	23,1a	23,7a
17	7,9b	11,5b	15,5b	18,8a	22,3a	23,8a
20	5,9c	9,2c	12,1c	14,8ab	17,1c	18,4b
25	6,6c	10,2c	13,1c	16,1ab	19,1b	21,3b

*médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (p < 0,05)

O genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004) obteve os maiores valores médios para altura de planta a partir dos 210 DAS resultado evidenciado também no número de folhas (Tabela 5). Segundo Soares Filho (2007), este cruzamento (TSKFL x CWEB) pode originar híbridos

relativamente uniformes e com vigor de planta em geral superior à média. O mesmo genótipo apresentou, aos 125 DAS 7,9 cm e, ao final do período estudado (278 DAS), 28,7 cm de altura, um crescimento de 72,4 %, em relação ao início do período, apresentando um incremento diário de 0,18 cm.

Para os genótipos 4 (LVK x LCR 018), 5 (LCR x CTYM 005), 6 (TSKC x CTTR 028), 11 (TSKFL x CTTR 017), 16 (CITRANGE), 20 (TSKC x CTSW 041) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ - PADRÃO), verificou-se um incremento diário de 0,14, 0,14, 0,14, 0,14, 0,16, 0,14 e 0,17, respectivamente. Os genótipos 7 (TSKC x CTSW 018) e 15 (TSKC x CTARG 019) apresentaram os menores incrementos diários de 0,12 e 0,11, respectivamente, até os 210 DAS (Tabela 6).

Como foi significativo o efeito da interação G x EH a partir dos 227 DAS, efetuou-se o desdobramento e ao se avaliar os genótipos com e sem estresse, verificou-se diferença significativa entre os períodos, de 227 DAS até os 278 DAS.

Tabela 7: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a AP, (Scott Knott). Campina Grande, 2010

HÍDRICO								
DAS								
GEN	227		244		261		278	
	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM
4	27,09aC	16,13bA	27,76aB	16,35bA	29,04aA	18,19bA	31,11aB	18,98bA
5	26,82aC	14,14bA	27,89aB	14,81bA	27,87aB	15,62bA	30,30aB	16,48bA
6	21,11aE	16,41bA	21,97aC	16,59bA	22,79aB	17,32bA	27,09aB	19,18bA
7	24,64aD	15,27bA	24,97aB	15,26bA	26,40aB	16,55bA	29,55aB	17,79bA
11	27,13aC	14,51bA	27,21aB	14,47bA	28,74aA	15,55bA	28,79aB	17,13bA
15	24,75aC	16,03bA	25,92aB	16,87bA	25,52aB	18,71bA	30,79aB	19,47bA
16	27,92aC	19,06bA	30,83aA	19,15bA	31,14aA	19,7bA	32,92aA	20,6bA
17	33,6aA	18,17bA	33,62aA	18,32bA	33,30aA	19,77bA	35,48aA	21,92bA
20	24,35aB	15,99bA	25,61aB	16,35bA	26,40aB	18,75bA	28,52aB	18,75bA
25	30,08aB	14,23bA	29,91aA	14,7bA	31,9aA	15,83bA	35,89aB	16,52bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knot, a 5% de probabilidade

Observa-se que o genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004) cultivado sem estresse hídrico aos 227 DAS, apresentou maior valor médio para altura de planta (33,6 cm),

diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 7). Verifica-se, ainda, que aos 244, 261, 278 DAS, embora tenha sido estatisticamente igual a outros genótipos apresentou as maiores médias para cada período avaliado.

Em condições de sem estresse hídrico, o genótipo 6 (TSKC x CTTR 028) apresentou, aos 227 e 244 DAS, menor valor médio para a variável AP, 21,1 e 21,97 cm, respectivamente, diferindo estatisticamente dos demais genótipos; aos 261 e 278 DAS, embora não diferindo de alguns genótipos, indicou menor valor médio para esta variável (Tabela 7).

Ainda na Tabela 7, se observa que, sob condições de estresse, todos os genótipos nos quatro períodos de avaliação não apresentaram diferença significativa entre si.

Na Figura 2 está disposto o comportamento de todos os genótipos de porta-enxerto de citros, ao longo do período avaliado, para a variável altura de planta. O genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004), embora tenha apresentado valores elevados para altura de planta (AP) ao longo do período estudado, apontou aos 125 DAS, uma diferença estimada, conforme modelo matemático, entre os tratamentos sem e com estresse, de 0,37% e aos 278 DAS essa diferença foi de 41,4%, valor considerado alto, inferindo que referido genótipo se mostrou pouco tolerante ao estresse hídrico.

Os genótipos 6 (TSKC x CTTR 028) e 20 (TSKC x CTSW 041) apresentou, aos 125 DAS, diferença entre o tratamento sem e com estresse hídrico, segundo modelo matemático, de 1,82 e 16,23%; já aos 278 DAS, o tratamento de estresse resultou numa redução de 28,41 e 29,3 %, valores baixos, constatando que o estresse hídrico foi menos prejudicial a esses genótipos, embora tenham apresentado valores menores para a variável AP. Brito (2007) estudando genótipos de porta-enxerto de citros observou que híbridos de Troyer indicaram maiores médias sob efeito de salinidade.

O genótipo 4 (LVK x LCR 018) apresentou, aos 125 DAS, maior valor estimado de altura de planta sob condição de estresse hídrico, com diferença entre os tratamentos com e sem estresse de 7,29%; aos 278 DAS, sob o efeito do estresse hídrico, a redução foi de 39,48% na AP, valor estimado pelo modelo matemático (Figura 2). Os genótipos 5 (LCR x CTYM 005), 7 (TSKC x CTSW 018), 15 (TSKC x CTARG 019) e 16 (CITRANGE) apresentaram no início dos tratamentos (125 DAS), diferença entre o tratamento sem e com estresse valor estimado pela equação, de 2,4, 10,40, 12,6 e 22,34 %, respectivamente; já aos 278 DAS, a redução foi de 39,7, 39,75, 33,4 e 36,9 %, ocasionada pelo estresse hídrico, ao longo do período, para AP.

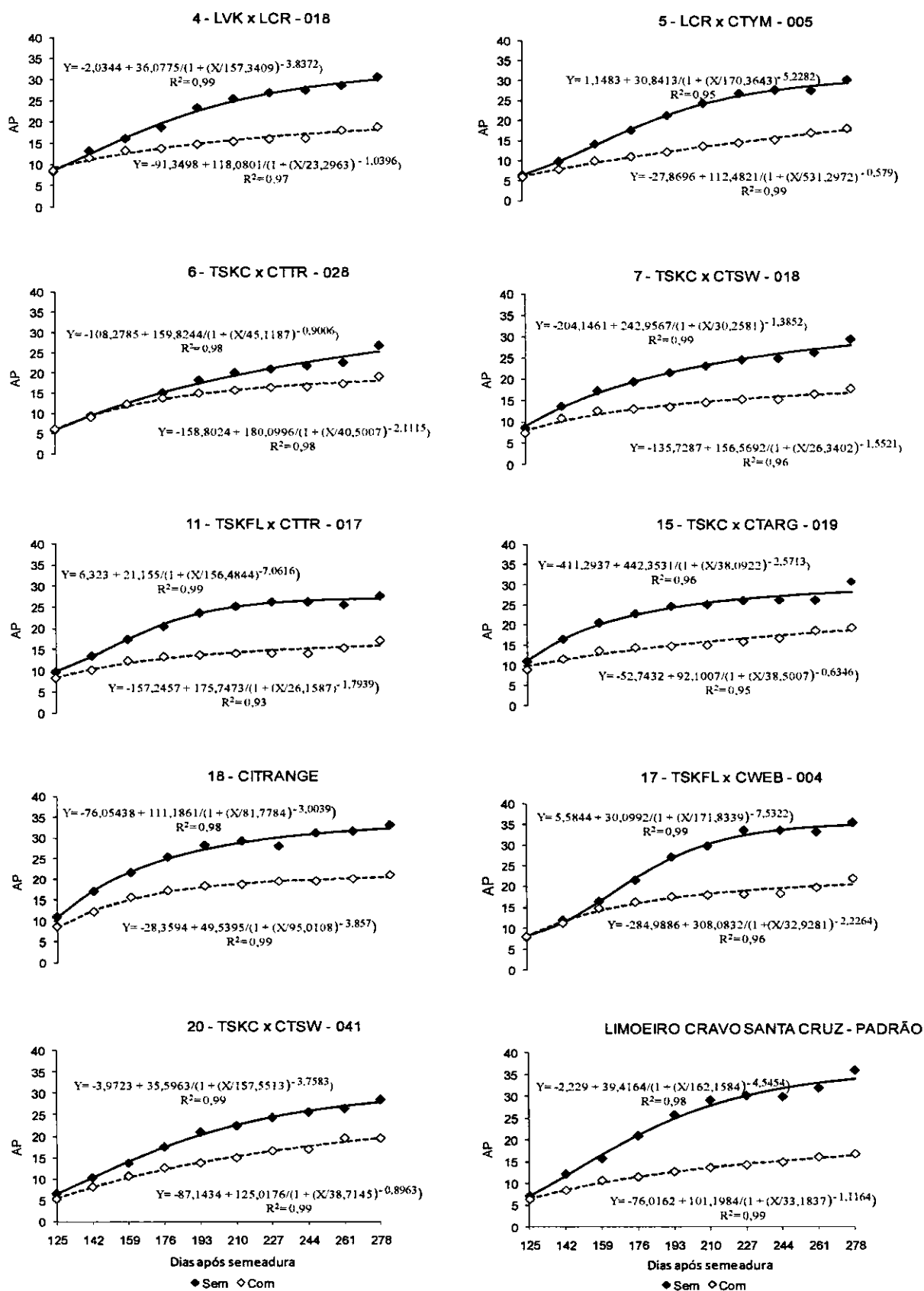


Figura 2. Crescimento da AP em função do tempo utilizando-se as médias do fator hídrico obtido no período estudado (dos 125 aos 278 DAS), para todos os genótipos estudados. Campina Grande, 2010

Os genótipos 11 (TSKFL x CTTR 017) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ) indicaram, aos 125 DAS, diferença de 14,4 e 8,41 %, observando ao final do período em estudo (278 DAS), que a redução sob estresse hídrico foi 40,9 e 51,39%, respectivamente, constatando-se que esses genótipos foram sensíveis ao estresse hídrico.

5.1.3 Diâmetro de caule

Na Tabela 8 se encontram os valores médios para a variável diâmetro de caule. Os genótipos 15 (TSKC x CTARG 019), 16 (CITRANGE) e 17 (TSKFL x CWEB 004), apresentam maiores incrementos diários de 0,017, 0,019 e 0,018 mm de diâmetro de caule, observando-se que os genótipo 16 e 17, embora até os 193 DAS tenham apresentado médias relativamente baixas de DC, constatando-se o potencial produtivo dos tais genótipos. Os genótipos 5 (LCR x CTYM 005), 6 (TSKC x CTTR 028), 7 (TSKC x CTSW 018), 11 (TSKFL x CTTR 017) e 20 (TSKC x CTSW 041), se destacam por apresentarem médias intermediárias com incremento diário uniforme em todos os genótipos, 0,015 mm. Os genótipos 4 (LVK x LCR 018) e 25 (Limoeiro Cravo-Santa Cruz Padrão) foram os que tiveram os menores incrementos diários, de 0,012 e 0,014 mm de DC.

Tabela 8: Valores médios para diâmetro de caule, em função do genótipo e do fator água com teste de média (Scott Knott). Campina Grande, 2010

GEN	DAS									
	125	142	159	176	193	210	227	244	261	278
4	1,88a	2,30a	2,69a	2,95a	3,25b	3,38b	3,60c	3,61b	3,79a	3,86b
5	1,65b	2,04b	2,26b	2,44c	2,66c	2,96c	3,36c	3,54b	4,76a	3,95b
6	1,59b	2,01b	2,52a	2,68b	3,1b	3,25b	3,54c	3,61b	3,75a	3,95b
7	1,76a	2,22a	2,59a	2,89a	3,28b	3,37b	3,68b	3,66b	3,97a	4,09b
11	1,91a	2,26a	2,72a	2,85a	3,11b	3,37b	3,72b	3,40b	4,31a	4,28a
15	1,93a	2,33a	2,70a	3,03a	3,58a	3,85a	4,15a	4,18a	4,56a	4,66a
16	1,65b	1,99b	2,39a	2,70b	3,18b	3,50b	3,86b	3,92a	4,40a	4,59a
17	1,73a	2,05b	2,38a	2,63b	3,19b	3,49b	3,94a	3,98a	4,37a	4,50a
20	1,49b	1,68c	1,97c	2,16d	2,55c	2,77c	3,14d	3,21b	3,65a	3,87b
25	1,56b	2,02c	2,29b	2,55c	2,99b	3,21b	3,41c	3,39b	4,33a	3,82b

*médias seguidas da mesma letra na vertical pertencem ao mesmo grupo de genótipos pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$)

Observa-se, na Figura 3, o comportamento do diâmetro de caule de todos os genótipos, ao longo do período estudado e que o genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004) apresentou aos 125 DAS, diferença, segundo modelo matemático, entre o tratamento sem e com estresse, de 1,7% e aos 278 DAS a redução, em função do estresse, foi de 22,8%, indicando que tal genótipo foi tolerante ao estresse hídrico, assim como os genótipos 6 (TSKC x CTTR 028) e 11 (TSKFL x CTTR 017) apresentando, aos 125 DAS, diferença

entre sem e com estresse hídrico, de 2,5 e 1,02% e, ao final do período em estudo (278 DAS), esta diferença ocasionada pelo estresse foi 25,83 e 24,84%, respectivamente.

Os genótipos 15 (TSKC x CTARG 019), 16 (CITRANGE) e 20 (TSKC x CTSW 041) mostraram, no início do período estudado, diferença entre sem e com estresse, de 15,3, 7,05 e 10,89 % no DC, segundo modelo matemático; já no final do período o estresse hídrico resultou numa redução de 28,49, 30,7 e 28,98%, respectivamente, constatando-se que esses genótipos foram menos sensíveis ao estresse (Figura 3).

Os genótipos 4 (LVK x LCR 018), 5 (LCR x CTYM 005) 7 (TSKC x CTSW 018) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ), comparados entre sem e com estresse tiveram aos 125 DAS, diferença de 0,52, 8,5, 4,97 e 0,06 %, respectivamente; ao final do experimento (278 DAS) sob condição de estresse, ocorreu redução de 32,67, 36,89, 32,2 e 32,09%, respectivamente, inferindo-se que esses genótipos foram sensíveis ao estresse hídrico sob o diâmetro de caule.

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

Aos 150 DAS os valores de diâmetros estiveram entre 1,97 e 2,72 cm considerados baixos para a realização da enxertia; valores superiores aos alcançados por Schmitz (1998), que, trabalhando com Trifoliata sob diferentes substratos, encontrou valores de 1,97 mm de diâmetro.

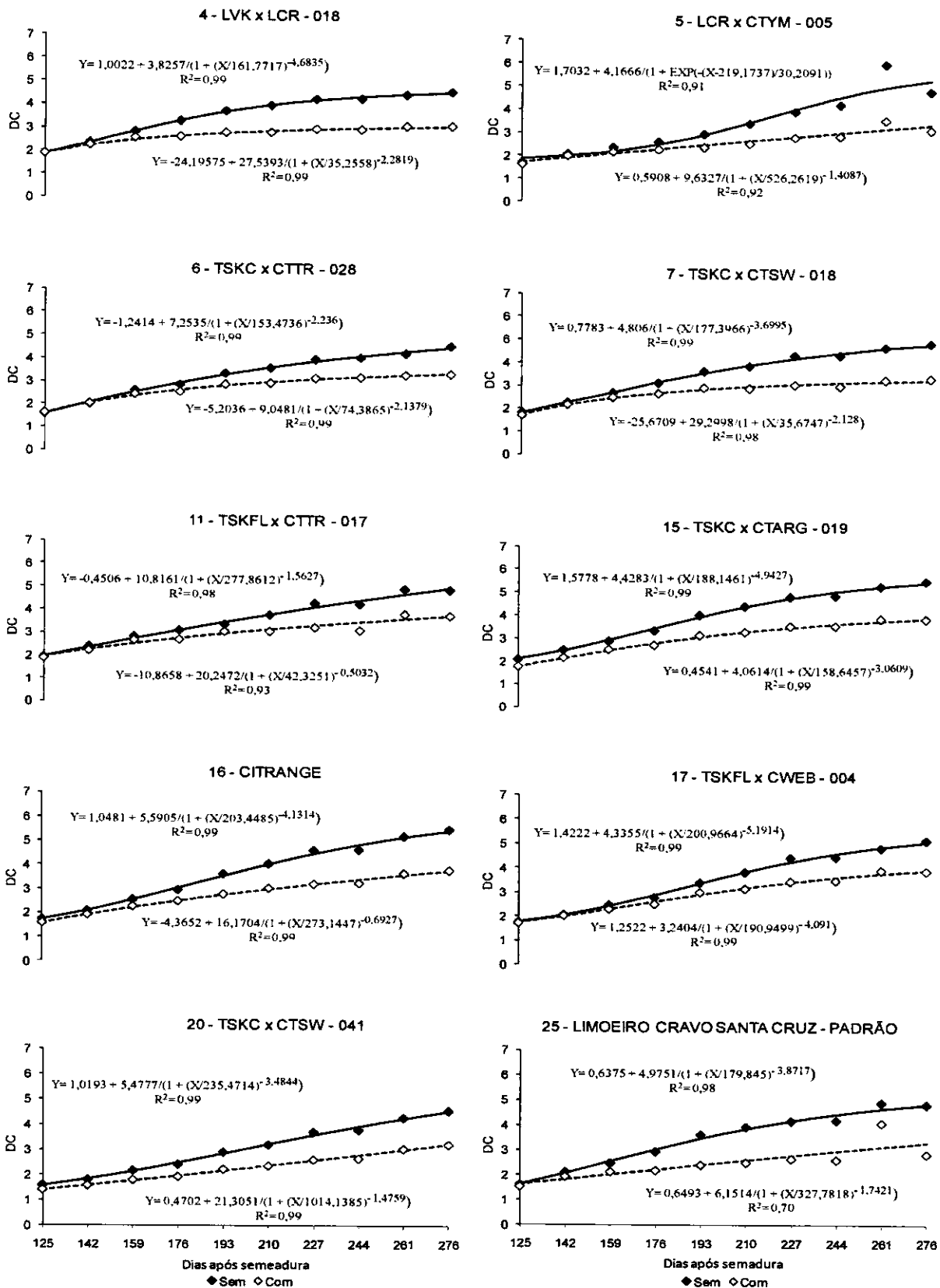


Figura 3. Crescimento da DC em função do tempo utilizando-se as médias do fator hídrico obtido no período estudado (dos 125 aos 278 DAS), para todos os genótipos estudados. Campina Grande, 2010

5.2 Taxa de crescimento relativo

Na Tabela 9 se acha o resumo da análise de variância para a variável taxa de crescimento relativo (TCR) dos genótipos de citros, em função do estresse hídrico ao longo do período estudado, em que os valores das taxas variaram entre os genótipos até os 210 DAS e, para o fator hídrico, foi evidenciado efeito significativo até o período de 193 a 210 DAS e entre os 244 DAS e os 261 DAS para a TCR da altura ($\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). O efeito da interação para a TCR da altura foi apenas entre os dias 159 e 176 DAS.

Na TCR, em diâmetro, as taxas de crescimento variaram entre os genótipos até os 227 DAS e, para o estresse hídrico, ocorreu efeito a partir dos 142 DAS até os 227 DAS; o efeito da interação aconteceu apenas no período correspondente dos 176 aos 193 DAS, mostrando que o estresse hídrico não afetou o crescimento da planta. Para o diâmetro do caule também não se constatou efeito da interação, exceto aos 176 aos 193 DAS, atentando-se para o fato de que, nessa data, ocorreu o início do tratamento com estresse de 25% da CC.

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

5.2.1 Taxa de crescimento relativo da altura

Conforme a Tabela 10, todos os genótipos tiveram melhores taxas de crescimento em altura no primeiro período, ressaltando que até os 125 DAS eram irrigados sem estresse e após essa data passaram a ser irrigados com 50% da CC.

Destacam-se, como os que obtiveram maiores médias da TCRAP ao longo do período, os genótipos 6 (TSKC x CTTR 028), 17 (TSKFL x CWEB 004), 20 (TSKC x CTSW 041) e o 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ PADRÃO); a partir do período de 142 aos 159 DAS, os genótipos apresentaram redução na TCRAP, ocasionada pelo estresse hídrico.

Tabela 9: Resumo da Análise de Variância das taxas de crescimento relativo para altura de planta (TCRA) ($\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e diâmetro de caule (TCRD) ($\text{mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) nas diferentes épocas de avaliação. Campina Grande, 2010

GL	Quadrados Médio								
	TCR AP								
	DAS								
	125-142	142-159	159-176	176-193	193-210	210-227	227-244	244-261	261-278
Gen (G)	0,000049**	0,000041**	0,000039**	0,00003**	0,000016**	0,000012 ^{ns}	0,000005 ^{ns}	0,000011 ^{ns}	0,000019 ^{ns}
Estresse Hídrico (EH)	0,000741**	0,000076**	0,000562**	0,000509**	0,000053**	0,000001 ^{ns}	0,000006 ^{ns}	0,000100**	0,000079 ^{ns}
Inter G x EH	0,000019 ^{ns}	0,000012 ^{ns}	0,000013**	0,000008 ^{ns}	0,000005 ^{ns}	0,000009 ^{ns}	0,000008 ^{ns}	0,000005 ^{ns}	0,000018 ^{ns}
CV	17,27	18,59	22,56	32,18	59,52	86,99	141,40	60,80	87,40
GL	TCR DC								
	DAS								
		125-142	142-159	159-176	176-193	193-210	210-227	227-244	244-261
Gen (G)	0,000030**	0,000022**	0,000009**	0,000027**	0,000012**	0,000011**	0,000003 ^{ns}	0,000116 ^{ns}	0,000006 ^{ns}
Estresse Hídrico (EH)	0,000005 ^{ns}	0,000074**	0,000258**	0,000112**	0,000171**	0,000075**	0,000005 ^{ns}	0,000046 ^{ns}	0,000030 ^{ns}
Inter G x EH	0,000004 ^{ns}	0,000005 ^{ns}	0,000007 ^{ns}	0,000010**	0,000004 ^{ns}	0,000004 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	0,000012 ^{ns}	0,000002 ^{ns}
CV	21,86	22,44	36,04	21,34	41,17	38,99	141,68	112,74	96,81

** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F; ns: não significativo. DAS: Dias após semeadura

Os genótipos 11 (TSKFL x CTTR 017) e 15 (TSKC x CTARG 019) foram os que tiveram as menores TCRAP ao longo do período, fato observado também por Peixoto (2006), ao verificar que os genótipos se relacionaram a valores positivos no período irrigado, declinando no período de déficit hídrico e apresentando taxas negativas.

Tabela 10: Valores médios (Scott Knott) para a variável taxa de crescimento relativo em altura (TCRAP) ($\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) durante os períodos de avaliação. Campina Grande, 2010

GEN	DAS					
	125-142	142-159	159-176	176-193	193-210	244-261
4	0,022a	0,01b	0,005a	0,008a	0,003a	0,004b
5	0,021b	0,017a	0,009a	0,009a	0,006a	0,001b
6	0,025a	0,017a	0,009a	0,008a	0,004a	0,002b
7	0,025a	0,011b	0,004c	0,004b	0,004a	0,004a
11	0,016c	0,013b	0,007b	0,005b	0,003b	0,003b
15	0,020b	0,012b	0,005c	0,003b	0,000b	0,004a
16	0,024a	0,014a	0,007b	0,005b	0,002b	0,001b
17	0,022a	0,017a	0,010a	0,009a	0,003b	0,002b
20	0,025a	0,016a	0,011a	0,007a	0,004a	0,005a
25	0,024a	0,015a	0,01a	0,008a	0,005a	0,004a

*médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$)

No período de 159 a 176 DAS essa variável teve efeito significativo na interação, cujo desdobramento pode ser observado na Tabela 11.

Os genótipos 17 (TSKFL x CWEB 004) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO PADRÃO), irrigados sem estresse, nessa data, não diferiram entre si e apresentaram maiores TCRAP, 0,016 e 0,017 cm, respectivamente; os demais diferiram entre si tendo, no genótipo 15, a menor TCRAP (Tabela 11).

Sob condição de estresse hídrico o genótipo 20 (TSKC x CTSW 041) foi o que apresentou maior TCRAP (0,009 cm) nesta data; o 17 (TSKFL x CWEB 004) também apresentou valor elevado da TCRAP, o que pode ser correlacionado com altura de planta (AP), já que este genótipo foi na variável o que obteve maior média de AP; para a condição de estresse os genótipos que apresentaram menores médias de TCRAP, foram o 4 (LVK x LCR 018) e o 7 (TSKC x CTSW 018), 0,002 cm, inferindo-se que esses genótipos foram sensíveis ao estresse.

Tabela 11: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a taxa de crescimento relativo para altura de planta (TCRAP) (cm cm dia^{-1}), (Scott Knott). Campina Grande, 2010

GEN	HÍDRICO	
	159-176 DAS	
	SEM	COM
4	0,009aC	0,002bB
5	0,013aB	0,006bA
6	0,012aB	0,007bA
7	0,007aC	0,002bB
11	0,009aC	0,005bA
15	0,006aC	0,004bB
16	0,009aC	0,006bA
17	0,016aA	0,006bA
20	0,014aB	0,009bA
25	0,017aA	0,005bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem na horizontal; letra maiúscula não difere na vertical pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

5.2.2 Taxa de ereseimento relativo em diâmetro

Na Tabela 12 estão apresentados os valores médios para a variável taxa de crescimento relativo de diâmetro de caule (TCRDC) ($\text{mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$).

O genótipo 17, embora no primeiro período estudado (125-142 DAS) não se tenha destacado entre as melhores médias, a partir do segundo período ele se foi destacando em relação aos demais, com médias elevadas. Embora demonstre redução da taxa, observa-se aumento aos 176 DAS e aos 227 DAS bom indicativo de tolerância ao estresse, haja vista que, nessas datas, as plantas cultivadas sob estresse recebiam apenas 25% da CC.

Os genótipos 4 (LVK x LCR 018), 6 (TSKC x CTTR 028) e 11 (TSKFL x CTTR 017), foram os que obtiveram menores TCRDC ao longo do período estudado (Tabela 12).

Tabela 12: Valores médios (Scott Knott) para a variável TCRDC ($\text{mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) durante os períodos de avaliação. Campina Grande, 2010

GEN	DAS					
	125-142	142-159	159-176	176-193	193-210	210-227
4	0,012a	0,009b	0,005a	0,005b	0,002b	0,004b
5	0,012a	0,006b	0,004b	0,005b	0,006a	0,007a
6	0,014a	0,013b	0,004b	0,008a	0,003b	0,005b
7	0,013a	0,008b	0,006a	0,007b	0,002b	0,005b
11	0,011b	0,010a	0,003b	0,006b	0,004a	0,005b
15	0,011a	0,008b	0,006a	0,009a	0,004a	0,004b
16	0,011b	0,010a	0,007a	0,009a	0,006a	0,005b
17	0,009b	0,008b	0,006a	0,011a	0,005a	0,007a
20	0,007c	0,009b	0,005b	0,009a	0,005a	0,007a
25	0,015a	0,007b	0,006a	0,009a	0,004a	0,003b

*médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott Knott

($p < 0.05$)

Como houve efeito significativo para a interação EH x G entre os 176 e 193 DAS, efetuou-se desdobramento (Tabela 13). Observa-se que, no intervalo de 17 dias, quando as plantas estavam recebendo apenas 25 % da CC, o genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004) foi o que apresentou maior valor quando irrigado com estresse (0,011 cm) e, quando irrigado sem estresse, foi agrupado entre os que obtiveram as melhores médias, classificando-se este genótipo como o que obteve maior crescimento e menos sensível ao estresse hídrico.

Os genótipos 6 (TSKC x CTTR 028), 11 TSKFL x CTTR 017), 15 (TSKC x CTARG 019), 17 (TSKFL x CWEB 004) e 20 (TSKC x CTW 041), sob condições de estresse hídrico, não diferiram entre si nesse intervalo de dias. O genótipo 4 (LVK x LCR 018) e o 5 (LCR x CTYM 005) tiveram as menores TCRDC nesse período, para tal variável, o genótipo 4 também apresentou pior desempenho para a variável DC, caracterizando-se com crescimento lento e não tolerante ao estresse, uma vez que o diâmetro de caule é fator de grande importância para a classificação de porta-enxerto.

Quando irrigados sem estresse hídrico os genótipos que se destacaram com as maiores médias no período de 176 a 193 DAS, foram o 6 (TSKC x CTTR 028), o 7 (TSKC x CTSW 018), o 15 (TSKC x CTARG 019), o 16 (CITRANGE), o 17 (TSKFL x CWEB 004), o 20 (TSKC x CTSW 041) e o 25 (Limoeiro-cravo santa cruz padrão), não diferindo entre si; os genótipos 4 (LVK x LCR 018), 5 (LCR x CTYM 005) e o 11 (TSKFL x CTTR 017) formam o grupo dos que apresentaram menor média para esta data.

Tabela 13: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a TCRDC (Scott Knott). Campina Grande, 2010

GEN	HÍDRICO	
	176 - 193 DAS	
	SE	CE
4	0,007aB	0,004bC
5	0,007aB	0,003bC
6	0,009aA	0,007bA
7	0,008aA	0,006bB
11	0,004aB	0,007aA
15	0,01aA	0,009aA
16	0,012aA	0,006bB
17	0,011aA	0,011aA
20	0,011aA	0,009aA
25	0,012aA	0,006bB

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem na horizontal; letra maiúscula não difere na vertical pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

Avaliando as taxas de crescimento relativo para todos os genótipos de citros, pode-se observar uma variação entre genótipos com o aumento do nível de estresse hídrico; contudo, o genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004) foi o que se manteve com médias superiores e apresentou aumento nos valores das taxas, quando sofreu maior nível de estresse, fato observado também para outras variáveis, como NF, AP e DC, o que mostra que esse genótipo pode ser caracterizado como o mais tolerante ao estresse hídrico.

5.3 Fitomassa seca

Tem-se, na Tabela 14, o resumo da análise de variância para as variáveis fitomassa seca da folha (FF) (g), do caule (FC) (g), da raiz (FR) (g), da parte aérea (FSPA) (g), total (FST) (g) e relação raiz parte aérea (RPA) (g). Foi significativo o efeito para genótipo, exceto na variável RPA e os níveis de estresse hídrico (EH) afetaram todas as variáveis; a interação G x EH só não foi significativa para as variáveis fitomassa seca do caule (FC) e fitomassa seca da raiz (FR).

Tabela 14: Resumo da Análise de Variância (ANAVA), fitomassa seca de raízes, fitomassa seca do caule, fitomassa seca de folhas, fitomassa seca da parte aérea, fitomassa seca total, relação raiz parte área dos genótipos de citros. Campina Grande, 2010

CV	Quadrados Médio					
	FF	FC	FR	FSPA	FST	RPA
Genótipo(G)	17,953908**	24,534321**	19,171684**	42,032393**	61,208104**	0,000570 ^{ns}
Estresse Hídrico(EH)	3,155424**	1,607079**	2,343288**	4,535082**	6,774840**	0,014076**
Inter G x EH	0,786261**	0,154784 ^{ns}	0,182415 ^{ns}	0,801675**	0,917940**	0,006669**
CV	13,45	11,85	14,32	12,19	12,47	6,67

** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F; ns não significativo

5.3.1 Fitomassa seca da folha (FF)

Para o estudo do efeito significativo da interação G x EH para a variável fitomassa seca da folha (FF), realizou-se o desdobramento através do teste de Scott Knott ($p < 0,05$), cujos valores estão na Tabela 15.

Conforme os valores do desdobramento (Tabela 15) observa-se que, quando irrigados com estresse, os genótipos apresentam redução no peso das folhas em vários graus de diferença. Nota-se que o genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004) sob condição de estresse hídrico, foi o que teve a maior fitomassa seca das folhas (3,45 g), fato evidenciado também para o número de folhas. A diferença desse genótipo entre a fitomassa seca das folhas quando submetida à condição de sem e com estresse hídrico, foi de 0,88 g, redução de 20,33 % (Tabela 15) constatando-se o potencial produtivo desse genótipo na formação de fitomassa seca da folha, mesmo em condição de prolongados níveis de estresse hídrico.

Outro genótipo que se destacou por apresentar elevado valor de FF em condição de estresse hídrico, foi o 7 (TSKC x CTSW 018), com 3,26 g; a diferença ocasionada pelo estresse hídrico foi de 0,77 g, redução de 19,11%, verificando-se que esse genótipo para FF se mostrou pouco sensível ao estresse hídrico (Tabela 15).

Tabela 15: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a fitomassa seca da folha, (Scott-Knott). Campina Grande 2010.

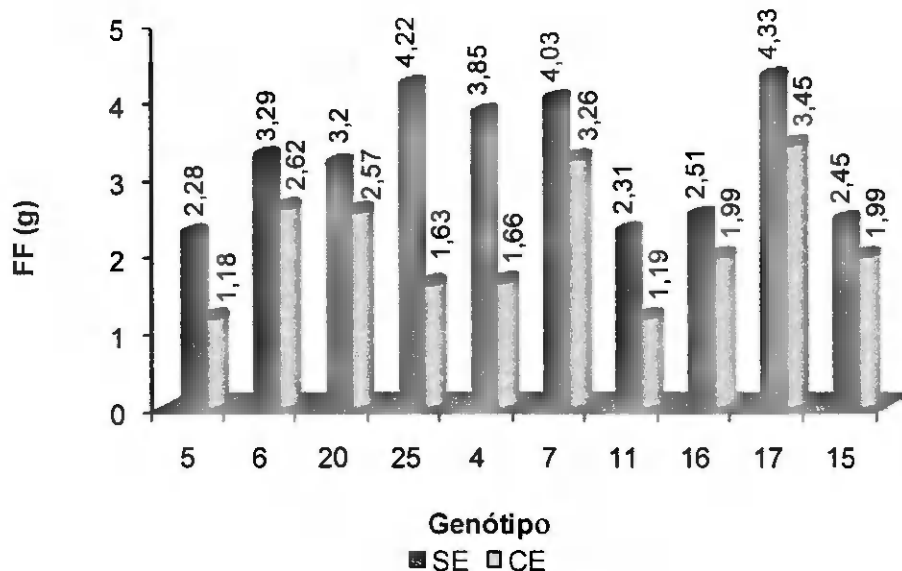
GEN	HÍDRICO		
	Fitomassa seca das folhas (g)		
	SE	CE	CE/SE (%)
4	3,85aA	1,66bC	43,11
5	2,28aC	1,18bD	51,75
6	3,29aB	2,62bB	79,63
7	4,03aA	3,26bA	80,89
11	2,31aC	1,19bD	51,51
15	2,45bC	1,99bC	81,22
16	2,51bC	1,99bC	79,28
17	4,33aA	3,45bA	79,67
20	3,20aB	2,57bB	80,31
25	4,22aA	1,63bC	38,62

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem na horizontal; letra maiúscula não difere na vertical pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. OBS: dados transformados em raiz quadrada. SE: sem estresse; CE: com estresse

Observa-se, na Tabela 15, que os genótipos 6 (TSKC x CTTR 028) e 20 (TSKC x CTSW 041) não diferiram estatisticamente entre si verificando-se que o efeito do estresse hídrico causou redução na FF de 0,67 e 0,63 g, e a diferença entre os tratamentos sem e com estresse de 20,37 e 19,69 %, constatando-se que esses genótipos foram pouco sensíveis ao estresse hídrico.

Os genótipos 5 (LCR x CTYM 005), e 11 (TSKFL x CTTR 017), não diferiram estatisticamente e apresentaram redução, ocasionada pelo estresse, de 48,25 e 48,49 %, inferindo-se que esses genótipos foram sensíveis ao estresse hídrico, e pouco produtivos, pois apresentaram menor número de folhas correlacionado à FF; os genótipos 15 (TSKC x CTARG 019) e 16 (CITRANGE), não diferiram entre si; verifica-se, na Tabela 15, que o estresse hídrico nesses genótipos, resultou na redução de 18,78 e 20,72 %, valor baixo expressando que esses genótipos não foram sensíveis ao estresse, ressaltando-se que, de acordo com a Tabela 15, quando irrigados sem estresse, apresentaram valores baixos de FF, mostrando que esses genótipos foram pouco produtivos.

Os genótipos 4 (LVK X LCR 018) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ) entre os tratamentos sem e com estresse, apresentaram redução de 58,69 e 61,38 %, constatando-se que esses genótipos foram muito sensíveis ao estresse hídrico; o comportamento dos genótipos de citros estudados sob condição de estresse e sem estresse, pode ser observado no gráfico seguinte.



SE: sem estresse; CE: com estresse

Figura 4: Teste de médias (Scott Knott) para a FF (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande, 2010

5.3.2 Fitomassa seca do eaula (FC)

Para o estudo do efeito de genótipos e do estresse hídrico, aplicou-se o teste de Scott Knott ($p < 0,05$) para a variável FC; não ocorreu efeito significativo na interação G x EH (Tabela 14), mas, sim, diferenças apenas entre os genótipos, independentes do estresse hídrico; as médias das variáveis estão dispostas na Tabela 16.

Tabela 16: Valores médios (Scott Knott) para as variáveis FC e FR (g) durante o período de avaliação. Campina Grande, 2010

GEN	FC	FR
4	2,62b	2,55b
5	1,92c	1,53c
6	2,75b	2,54b
7	2,97b	3,17a
11	1,70c	1,69c
15	2,04c	1,92c
16	2,59b	2,65b
17	3,45a	3,56a
20	2,59b	2,54b
25	2,44b	2,39b

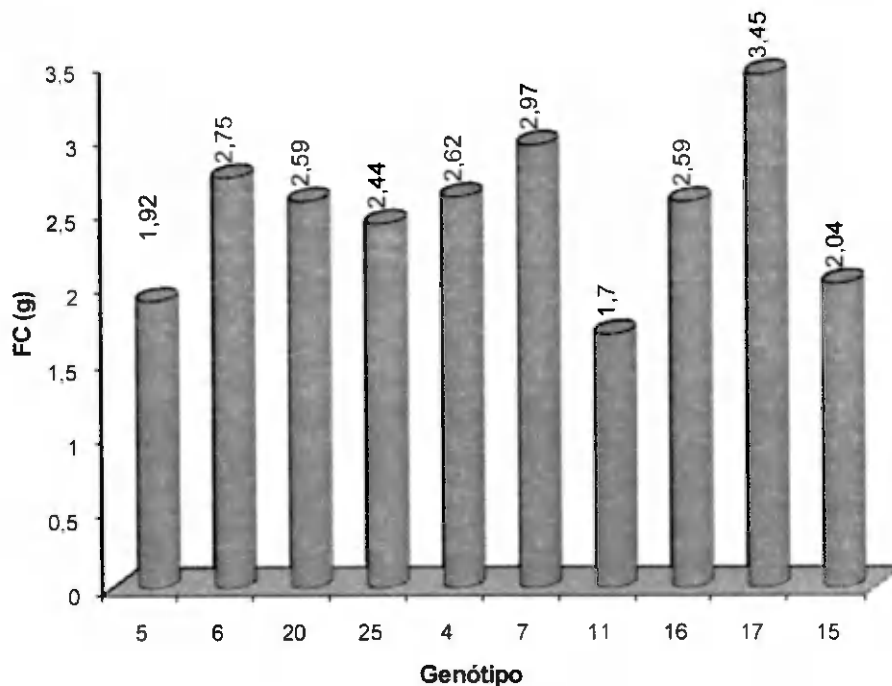
*médias seguidas da mesma letra na vertical pertencem ao mesmo grupo de genótipos pelo teste de Scott Knott

($p < 0,05$)

Conforme a Tabela 16, o genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004) foi o que apresentou maior massa seca de caule, 3,45 g, o que pode estar relacionado com a altura do caule (altura de planta), sendo este genótipo o que apresentou maior AP; a relativa uniformidade observada entre híbridos de *C. sunki* é um indicativo de que essa espécie deve possuir níveis de homozigose mais elevados que o da maioria das espécies do gênero *Citrus*, qualificando-a como importante parental na obtenção de híbridos com potencial de uso como porta-enxerto, dada à previsibilidade de resultados relativamente maiores dos cruzamentos com essa tangerineira (Soares Filho, 2007).

De acordo com a Tabela 16, forma-se um grupo de genótipos caracterizados por não diferirem entre si e por apresentarem média intermediária de FC, sendo esses o 4 (LVK x LCR 018), o 6 (TSKC x CTTR 028), o 7 (TSKC x CTSW 018), o 16 (ITRANGE), o 20 (TSKC X CTSW 041) e o 25 (Limoeiro-cravo santa cruz) com 2,62, 2,75, 2,97, 2,59, 2,59 e 2,44 g, respectivamente, caracterização notada também para a variável AP; esses genótipos apresentaram médias intermediárias a baixas.

O gráfico abaixo mostra a diferença entre os genótipos de citros para a variável FSC.



SE: sem estresse; CE: com estresse

Figura 5: Teste de médias (Scott Knott) para FC (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande, 2010

Os grupos dos genótipos que apresentaram as menores médias para FC e não diferiram entre si, foram: o 5 (LCR x CTYM 005), o 11 (TSKFL x CTTR 017) e o 15 (TSKC x CTARG 019), com 1,92, 1,70, 2,04 g, nesta ordem. Brito, 2007, estudando salinidade em porta-enxertos de citros, encontrou menor média para a fitomassa seca do caule em genótipo oriundo de cruzamento de tangerina Sunki e Troyer, resultado também constatado neste trabalho.

O aumento da fitomassa seca do caule está relacionado com o aumento do diâmetro do caule e da altura de planta, ressaltando que o genótipo que obteve melhor fitomassa seca do caule foi também o que se sobressaiu para a variável altura de planta; para o diâmetro de caule, ele estava entre os que tiveram maior valor e melhor aumento ao longo do período estudado.

5.3.3 Fitomassa seca da raiz (FR)

Observa-se, na Tabela 14, a análise de variância para a variável FR, indicando efeito significativo para os genótipos e, para o estresse hídrico, não apresentou efeito significativo quanto à interação.

A Tabela 16 apresenta as médias (Scott Knott) ao longo do período estudado, referentes à fitomassa seca da raiz. O genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004) foi o que apresentou maior fitomassa (3,56 g), constatando-se que este genótipo apresenta maior profundidade e ramificação do sistema radicular, mecanismos de tolerância ao estresse; outro genótipo que também apresentou alto valor para fitomassa seca da raiz, foi o 7 (TSKC x CTSW 018), com peso de 3,17 g.

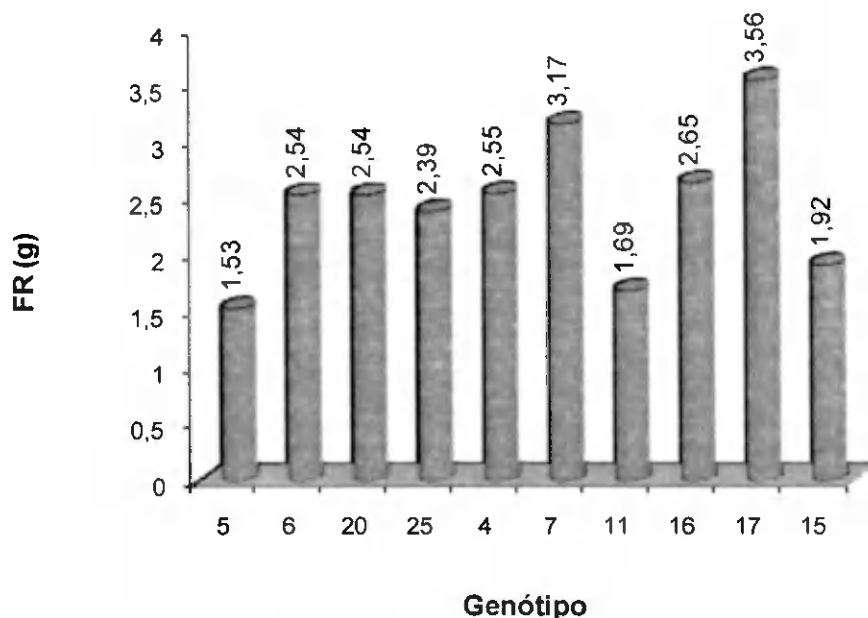
Os genótipos 4 (LVK x LCR 018), 6 (TSKC x CTTR 028), 16 (CITRANGE), 20 (TSKC x CTSW 041) e 25 (Limoeiro-Cravo Santa Cruz) foram agrupados por não diferirem entre si.

Os genótipos que apresentaram piores médias para esta variável foram os 5 (LCR x CTYM 005), o 11 (TSKFL x CTTR 017) e o 15 (TSKC x CTARG 019), com 1,53, 1,69 e 1,92 g. Como a massa seca das raízes desses genótipos submetida à deficiência hídrica foi menor, as raízes sob estresse devem ser mais finas; Hsiao e Xu (2000), também observaram raízes mais finas sob estresse hídrico.



O desenvolvimento do sistema radicular é de suma importância para a formação de um bom porta-enxerto sendo que, quanto maior sua produção maior também será a capacidade de suprir a parte aérea e atender à demanda por nutrientes (Malavolta et al, 1997).

O gráfico abaixo mostra a diferença entre os genótipos de citros estudados sob o efeito do estresse hídrico para a variável FR (g).



SE: sem estresse; CE: com estresse

Figura 6: Teste de médias (Scott Knott) para a FR (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande, 2010

Diferentes combinações de porta-enxerto e copa revelam comportamentos característicos em relação às trocas gasosas e à hídrica (Castle et al., 1989), afetando o grau de tolerância à seca. Contudo, este fato pode estar relacionado às características do sistema radicular de cada porta-enxerto utilizado, como profundidade, arquitetura e condutividade hidráulica das raízes (Kriedemann & Barrs, 1981; Syvertsen & Graham, 1985; Hale & Orcutt, 1987).

5.3.4 Fitomassa seca da parte aérea (FSPA)

Na análise de variância disposta na Tabela 14, verifica-se que a fitomassa seca da parte aérea (FSPA) (g) exerceu efeito significativo para o genótipo, para o estresse hídrico e para a interação G x EH; para o estudo do efeito da interação G x EH, fez-se o

desdobramento (Tabela 17) e, ao avaliá-lo observou-se que todos os genótipos diferiram quando irrigados com e sem estresse.

Tabela 17: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a FSPA (Scott Knott a 5 % de probabilidade). Campina Grande, 2010

GEN	HÍDRICO		
	Fitomassa seca da parte aérea (g)		
	SE	CE	CE/SE (%)
4	5,20aA	2,41bC	46,34
5	3,39aC	1,78bD	52,50
6	4,64aB	3,45bB	74,35
7	5,42aA	4,00bA	73,80
11	3,24aC	1,66bD	51,23
15	3,47aC	2,58bC	74,35
16	4,11aC	2,78bC	67,63
17	5,99aA	4,43bA	72,28
20	4,48aB	3,28bB	73,21
25	5,41aA	2,23bC	41,21

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem na horizontal; letra maiúscula não difere na vertical pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. OBS: dados transformados em raiz quadrada

Sob condição de estresse hídrico os genótipos 7 (TSKC x CTSW 018) e 17 (TSKFL x CWEB 004) foram estatisticamente iguais, diferiram dos demais e apresentaram os maiores pesos de FSPA e diferença entre os tratamentos sem e com estresse, de 26,2 e 27,72 %, respectivamente, mostrando que esses genótipos foram pouco sensíveis ao estresse hídrico.

Os genótipos 6 (TSKC x CTTR 028) e 20 (TSKC x CTSW 041), foram estatisticamente iguais sob condição de estresse, resultando, nesta mesma condição, em redução de FSPA de 25,65 e 26,79 %, respectivamente, portanto, resistentes ao estresse hídrico.

Os genótipos 4 (LVK x LCR 018), 15 (TSKC x CTARG 019), 16 (CITRANGE) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ), conforme a Tabela 17, quando irrigados com estresse não diferiram estatisticamente mas apresentaram baixos valores de FSPA e tiveram diferença entre os tratamentos sem e com estresse, de 53,66, 25,65, 32,37 e 58,79 %, respectivamente, constatando que esses genótipos, sob tal condição, foram pouco produtivos e muito sensíveis ao estresse.

Os genótipos 5 (LCR x CTYM 005) e 11 (TSKFL x CTTR 017) foram os que tiveram as menores FSPA sob condição sem e com estresse, culminando numa redução de

47,50 e 48,77%, respectivamente; Tal diferença classifica esses genótipos como moderadamente sensíveis ao estresse uma vez que, conforme os valores dispostos na Tabela 17, de FSPA, são genótipos pouco produtivos.

O acúmulo de fitomassa seca é um bom indicativo para tolerância ao estresse, ante o que se infere que, dentre os genótipos estudados neste trabalho, o 17 (TSKFL x CWEB 004) foi o que apresentou maior possibilidade de tolerar o estresse hídrico, visto que apresentou valores de matéria seca elevados, indicando seu potencial de desenvolvimento em ambientes com prováveis períodos de seca; pode-se notar no gráfico abaixo, ser observado o comportamento dos genótipos de citros estudados sob efeito do estresse hídrico e irrigados sem estresse.

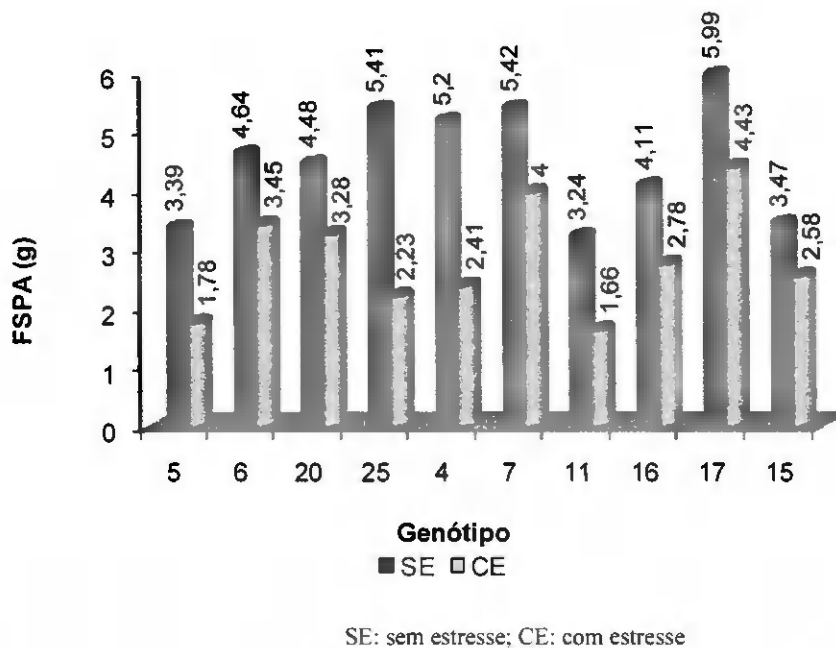


Figura 7: Teste de médias (Scott Knott) para FSPA (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande, 2010

5.3.5 Fitomassa seca total (FST)

Observa-se, na Tabela 14, a análise de variância para a variável fitomassa seca total (FST) (g), com efeito dos genótipos para o fator hídrico e da interação G x EH; para o efeito da interação, o desdobramento foi feito pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, cujos valores estão dispostos na Tabela 18, e, avaliando o desdobramento, verificou-se que todos os genótipos diferiram sem e com estresse.

A fitomassa seca total representa o potencial de formação da fitomassa vegetal sendo que, quanto maior seu valor maior também a eficiência do vegetal em transformar energia luminosa em fotoassimilados.

Tabela 18: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a FST (Scott Knott a 5 % de probabilidade). Campina Grande, 2010

GEN	HÍDRICO		
	Fitomassa seca total (g)		
	SE	CE	CE/SE (%)
4	6,19aA	2,98bC	48,14
5	3,99aC	2,03bD	50,87
6	5,59aB	3,97bB	71,01
7	6,52aA	4,83bA	74,08
11	3,91aC	2,05bD	52,42
15	4,14aC	3,03bC	73,18
16	5,28aB	3,43bC	64,96
17	7,18aA	5,46bA	76,04
20	5,39aB	3,89bB	72,17
25	6,32aA	2,69bC	42,56

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem na horizontal; letra maiúscula não difere na vertical pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. OBS: dados transformados em raiz quadrada

O genótipo 7 (TSKC x CTSW 018) e o 17 (TSKFL x CWEB 004) sob condição de estresse, não diferiram estatisticamente entre si apresentando a maior FST; verifica-se ainda que para esses genótipos o estresse resultou numa redução entre os tratamentos sem e com de 25,92 e 23,96 %, respectivamente, inferindo que os mesmos foram resistentes ao estresse.

O genótipo 15 (TSKC x CTARG 019), embora esteja entre os que tiveram menores valores de FST, apresentou diferença apenas de 26,82%, considerado resistente ao estresse, uma vez que se apresenta como pouco produtivo.

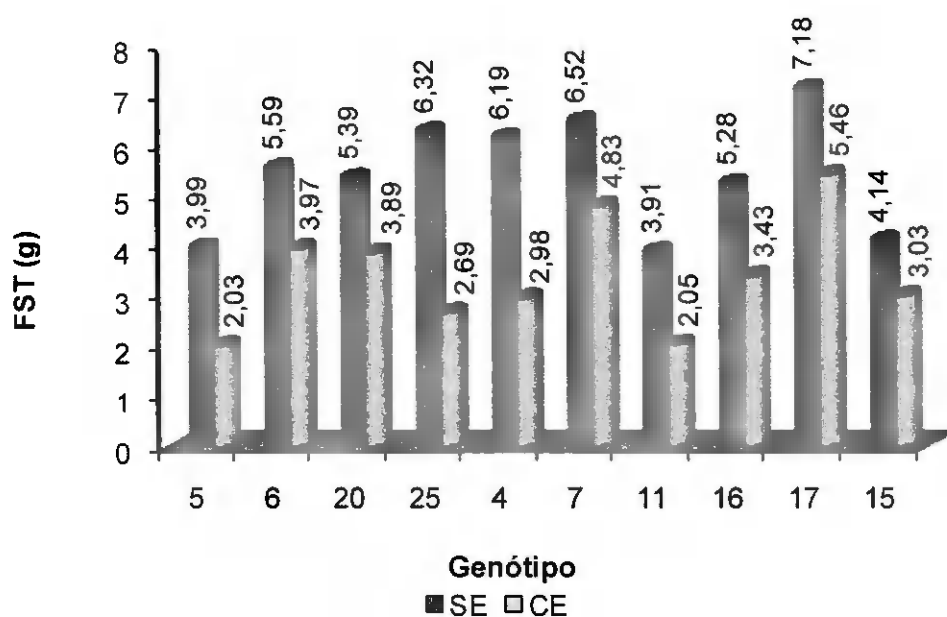
Os genótipos 6 (TSKC x CTTR 028) e 20 (TSKC x CTSW 041), foram iguais estatisticamente para os dois tratamentos; em condição de estresse esses mesmos genótipos apresentaram diferença entre o tratamento sem e com estresse, de 28,99 e 27,83%, inferindo que esses genótipos foram pouco sensíveis ao estresse.

Os genótipos 4 (LVK x LCR 018), 16 (CITRANGE) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ) diferiram entre si no tratamento sem estresse, porém sob condição de estresse foram estatisticamente iguais, com baixos valores de FST. Esses mesmos

genótipos apresentaram diferenças entre sem e com estresse, de 51,86, 35,04, 57,44%, respectivamente, inferindo-se que esses genótipos são os mais sensíveis ao estresse.

Observa-se, na Tabela 18, que os genótipos 5 (LVK x CTYM 00 5) e 11 (TSKFL x CTTR 017) foram os que apresentaram as menores médias para os dois tratamentos; o tratamento com estresse resultou numa redução de 49,13 e 47,58%, respectivamente, inferindo-se que foram pouco produtivos e sensíveis ao estresse.

O comportamento dos genótipos nos dois regimes de irrigação em função da fitomassa seca total (FST) ao longo do período estudado, pode ser observado no gráfico abaixo.



SE: sem estresse; CE: com estresse

Figura 8: Teste de médias (Scott Knott) para a FST (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande, 2010

Pode-se observar que, com o estresse hídrico, a fitomassa seca mostrou redução tal como foi observado por Peixoto et al. (2006), ao notarem decréscimo da matéria seca em genótipos de citros sob efeito de estresse hídrico, confirmando os resultados encontrados neste trabalho, tal como encontrado por Paim (2002) em aroeira-do-sertão (*Myracrogruon*

urundeuva Fr. All.), sendo a matéria seca vegetal um dos parâmetros mais significativos na mensuração das alterações do crescimento vegetal.

5.3.6 Relação raiz parte aérea

O resumo da análise de variância para a relação raiz parte aérea (R/PA) (g) esta disposto na Tabela 14, na qual se observa que o genótipo não teve efeito significativo, havendo efeito só para o fator estresse hídrico e para a interação; o estudo da interação foi feito com o desdobramento (Scott Knott) cujos os valores estão dispostos na Tabela 19.

Tabela 19: Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a R/PA (Scott Knott a 5 % de probabilidade). Campina Grande, 2010

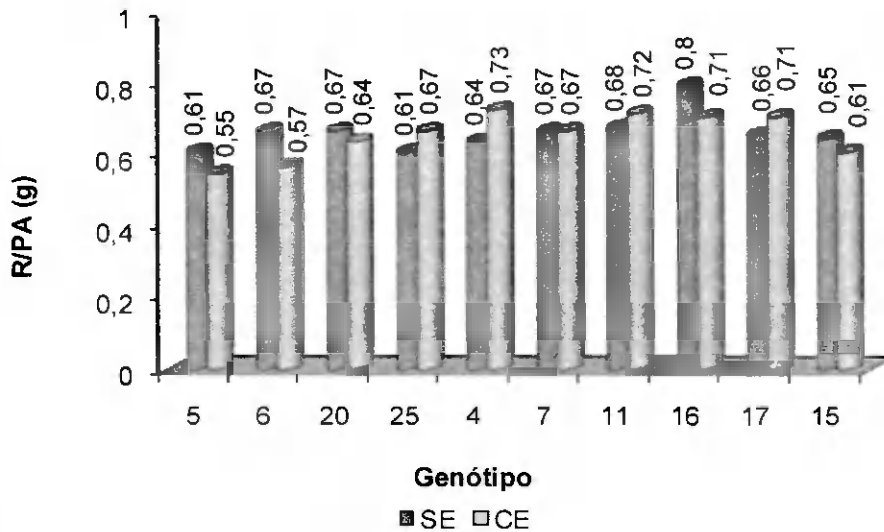
GEN	HÍDRICO	
	Reiação raiz parte aérea (g)	
	SE	CE
4	0,64bB	0,73aA
5	0,61bB	0,55aC
6	0,67aB	0,57bC
7	0,67bB	0,67aA
11	0,68bB	0,72aA
15	0,65bB	0,61aB
16	0,80aA	0,71bA
17	0,66bB	0,71aA
20	0,67bB	0,64aB
25	0,61bB	0,67aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem na horizontal; letra maiúscula não difere na vertical pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. OBS: dados transformados em raiz quadrada

Sob condição de estresse os genótipos de citros que apresentaram maiores médias para relação R/PA, foram os genótipos 4 (LVK x LCR 018), 7 (TSKC x CTSW 018), 11 (TSKFL x CTTR 017), 16 (CITRANGE), 17 (TSKFL x CWEB 004), e 25 (Limoeiro cravo-santa cruz). Observa-se, ainda na Tabela 19, que os mesmos genótipos tiveram, em condição de estresse, R/PA maior que quando irrigados sem estresse, sendo esta, então, uma resposta ao estresse.

O genótipo 5 (LCR x CTYM 005) foi o que apresentou menor média, tanto quando irrigado em condição de estresse como quando irrigado sem estresse; o genótipo 16 apresentou maior média para a relação R/PA, quando irrigado sem estresse; para esta mesma condição, o 5 e o 25 apresentaram os menores valores; os genótipos 4, 6, 7, 11, 15, 20 e 17,

apresentaram baixos valores e não diferiram entre si estatisticamente, resultado que é um indicativo de que a raiz desses genótipos sofreu mais o efeito do estresse que a parte aérea; o comportamento dos genótipos de citros para esta variável pode ser observado no gráfico abaixo.



SE: sem estresse; CE: com estresse

Figura 9: Teste de médias (Scott Knott) para a relação R/PA (g por planta) dos genótipos de citros estudados para os dois regimes de irrigação. Campina Grande, 2010

Existem discussões sobre a importância da relação da raiz parte aéreas; para Marschner (1995), que maior crescimento radicular pode levar à exploração de um volume maior do solo, favorecendo a absorção de água e de elementos essenciais, sendo particularmente importantes em solos que apresentam limitada capacidade de fornecimento de nutrientes, podendo beneficiar o crescimento das plantas.

5.3.7 Classificação dos genótipos

Para efeito de classificação dos genótipos em função do potencial produtivo e ao estresse hídrico, foram adotados dois critérios: melhores genótipos na análise de crescimento ao longo do período avaliado, principalmente o diâmetro de caule, por ser um bom indicativo do momento adequado para enxertia da planta e o método do rendimento relativo com o aumento do estresse hídrico, considerando-se a Fitomassa Seca Total (FST) devido ao seu reflexo nas variáveis de crescimento.

Na variável número de folhas observou-se, dentre todos os genótipos ao longo do período estudado, que os genótipos 15 e 17 se destacaram em virtude de apresentarem menor decréscimo em condições de estresse hídrico; o genótipo 15 apresentou baixa sensibilidade ao estresse, mas baixa produtividade.

Para altura de planta (AP), observou-se que o genótipo 17 teve maiores médias de altura de planta porém obteve um decréscimo sob condições de estresse hídrico de 41,4% em relação ao tratamento sem estresse; os genótipos que se destacaram obtendo menor decréscimo, foram o 6 e o 20; entretanto, apresentaram menores médias de altura de planta o que pode ser atribuído ao potencial produtivo de cada híbrido; os genótipos que apresentaram as menores médias e maior sensibilidade ao estresse, foram os 11 e 25.

Na variável diâmetro de caule o genótipo sob condição de estresse hídrico, que obteve menor decréscimo comparado com a condição sem estresse, foi o genótipo 17; os genótipos 5, 4, 7 e 25, foram, nessa ordem, os que apresentaram maiores decréscimos demonstrando maior sensibilidade ao estresse hídrico em relação ao diâmetro do caule.

Tabela 20. Resumo da avaliação da tolerância ao estresse hídrico, baseado no rendimento relativo. Classificação proposta por Fageria (1985). Campina Grande, 2010

GEN	RRFST(%)	ÍNDICES	CLASSE
4	51,86	41-60	MS
5	49,13	41-60	MS
6	28,99	21-40	MT
7	25,92	21-40	MT
11	47,58	41-60	MS
15	26,82	21-40	MT
16	35,04	21-40	MT
17	23,96	21-40	MT
20	27,83	21-40	MT
25	57,44	41-60	MS

T: tolerante, MT: moderadamente tolerante, MS: moderadamente sensível, S: sensível

No segundo critério, rendimento relativo (Fageria 1985), e se tomando como base a fitomassa seca total (FST), (Tabela 20), o método do rendimento relativo classifica os

genótipos pela redução no rendimento do maior ao menor nível de estresse hídrico, em termos percentuais.

Conforme classificação pelo método do rendimento relativo, e se tomando como base a fitomassa seca total (FST), tem-se os seguintes resultados:

- Genótipo Moderadamente Tolerante (MT): 6 (TSKC x CTTR 028), 7 (TSKC x CTSW 018), 15 (TSKC x CTARG 019), 16 (CITRANGE), 17 (TSKFL x CWEB 004), 20 (TSKC x CTSW 041);
- Genótipo Moderadamente Sensível: 4 (LVK x LCR 018), 5 (LCR x CTYM 005), 11 (TSKFL x CTTR 017), 25 (LIMOEIRO -CRAVO SANTA CRUZ-PADRÃO)

6.0 CONCLUSÃO

1. O estresse hídrico provoca redução no número de folhas de todos os genótipos, chegando à redução de 50% no genótipo 5 (LCR x CTYM 005). O genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004) é o de maior tolerância ao estresse hídrico, nesta variável.
2. O estresse hídrico reduz a altura de planta com menor decréscimo no genótipo 6 (TSKC x CTTR 028) (28,41%) e o maior no 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ), cerca de 51,39%.
3. O diâmetro do caule é menos afetado pelo estresse que a altura de planta, com menor redução no genótipo 17 (TSKFL x CWEB 004).
4. Os genótipos trifoliatas são os menos afetados pelo estresse hídrico no crescimento em diâmetro.
5. Os genótipos 4 (LVK x LCR 018), 11 (TSKFL x CTTR 017), 16 (CITRANGE), 17 (TSKFL x CWEB 004) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ) são mais tolerantes ao estresse hídrico por apresentarem maior relação raiz parte aérea sob essas condições.
6. Classificação dos genótipos quanto ao estresse hídrico baseados na fitomassa seca total (FST):
 - ✓ Genótipos Moderadamente Tolerantes: 6 (TSKC x CTTR 028), 7 (TSKC x CTSW 018), 15 (TSKC x CTARG 019), 16 (CITRANGE), 17 (TSKFL x CWEB 004), 20 (TSKC x CTSW 041);
 - ✓ Moderadamente Sensíveis: 4 (LVK x LCR 018), 5 (LCR x CTYM 005), 11 (TSKFL x CTTR 017) e 25 (LIMOEIRO-CRAVO SANTA CRUZ).
7. Dentre todos os genótipos estudados, se destaca o 17 (TSKFL x CWEB 004) por sua tolerância ao estresse hídrico.

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultório e Comércio, 2006, 521p.

AGROBYTE. **Formação de mudas de citros**. [http: www.agrobyte.com.br/laranja.htm](http://www.agrobyte.com.br/laranja.htm), 2006. Acesso em 04 de Junho de 2006.

BENINCASA, M.M.P. **Auálise de crescimento de plautas**. Jaboticabal: FUNESP, 2003. 41p.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plautas: uoções básicas**. Jaboticabal: FUNESP, 2004. 42p.

BOTA, J.; MEDRANO, H.; FLEXAS, J. Is photosynthesis limited by decreased Rubisco activity and RuBP content under progressive water stress? **New Phytologist**, v.162, p.671–681, 2004.

BRITO, M.E.B. Título da dissertação. 2007. número de páginas. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

CARBONEAU, A. The early selection of grapevine rootstocks for resistance to drought conditions. **Americau Journal of Enology and Viticulture**, v.36, p.195-198, 1985.

CARVALHO, L.M.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: relações com luz, estresse e insetos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 1999.

CASTLE, W.S.; TUCKER, D.P.H.; KREZDORN, A.H.; YOTSEY, C.O. **Rootstocks for Florida Citrus**. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida, 1989. 47p.

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

CHARTZOULAKIS, K.; MICHELAKIS, N.; STEFANOUDAKI, E. **Water use, growth, yield and fruit quality of 'Bonanza' oranges under different soil water regimes.** *Advances in Horticultural Science*, v.13, p.6-11, 1999.

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**, v.25, n.3, p.528-531, 2003.

DAVENPORT, T. L. Citrus flowering. **Horticultural Reviews**, New York, v. 12, p. 349-408, 1990.

DONATO, Sérgio Luiz Rodrigues et al. Respostas de combinações de variedades copa e porta-enxerto de citros à deficiência hídrica. *Pesq. agropec. bras.* [online]. 2007, vol.42, n.10 [cited 2010-04-02], pp. 1507-1510 .

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).

FAGERIA, N.K. Salt tolerance of rice cultivars. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.88, n.2, p.237-243, 1985.

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

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

FIDALSKI, J.; MARUR, C.J.; AULER, P.A.M.; TORMENA, C.A. Produção de laranja com plantas de cobertura permanente na entrelinha. **Pesquisa Agropreeuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p.927-935, jun. 2006

GALBIATTI, João LUCENA CAVALCANTE, ÍtaloCALZAVARA, SérgioDA SILVA, Vanessa; FREDDI, Onã.

HALE, M.G. & ORCUTT, D.M. **The physiology of plants under stress**. New York, John Willey, 1978. p.26-43.

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 Botauy**, Oxford, v. 51, p.1595-1616, 2000.

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

KIEDEMANN, P.E.; BARRS, H.D. Citrus orchads. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Water defieits aud plant growth. VI**. Woody plant communities, 1981. p. 325-418.

KRAJEWSKI, A.J.; RABE, E. Citrus flowering: a critical evaluation. **Journal of Horticultural Seiece**, Ashford, v.70, n.3, p. 357-374, 1995.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Trad. Carlos Henrique B. A. Prado. São Carlos: RIMA p.531,2000.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 201p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Berna: International Potash Institute, 1995. 680p.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranja 'Valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.11, n.1, p.29-34, 1999.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; RENA, A.B.; SIQUEIRA, D.L. de. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC, 2005. p.147-195.

NEPOMUCENO, L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J.R.B.; OYA, T. Tolerância à seca em plantas. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/bio/bio23/2.htm>>. Acesso em: 07 mar.2003.

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 acerolcira submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.13, n.1, p.75-87, 2001.

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

OLIVEIRA, T.M; VILLELA, D. C; MICHELI, F; COSTA, M.G.C. Identificação de mecanismos de resposta adaptativa à seca em citros baseada em análise *in silico* do

transcriptoma. 54º Congresso Brasileiro de Genética, 2008, Salvador - BA ISBN 978-85-89109-06-2 **Anais**.

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 hrasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p.153-195.

PAIM, A. C. B. **Avaliação do efeito do estresse hidrico na estrutura, eefisiologia e na bioquímica de plântulas de *Myracrodruon urandeuva* Fr. All. (ANACARDIACEAE)**. Feira de Santana, Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Feira de Santana, 2002. 80 p.

PEIXOTO, C.P. **Análise de ereseimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três deusidades de plantas**. 1998. 151f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

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. **Seientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.1, p.31-41, jan./mar. 2003.

PIRES, R.C.M., **Manejo da água na irrigação dos citros**. Laranja. Cordeirópolis, v.13, n.1, p.237-260, 1992.

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

REBOUÇAS, A da C. **Água e desenvolvimento rural**. Estud. av. vol.15 no.43 São Paulo, 2001.

REIS, G.G.; MULLER, M.W. Análise de crescimento de plantas: mensuração do crescimento. Belém: CPATU, 1979. 35p.

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.

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

SCHMITZ, J.A.K. **Cultivo de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. em recipientes: influência de substratos e de fungos micorrízicos arbustulares**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 144 p.

SOARES FILHO, Walter dos Santos et al . Cruzamentos em citros: frequência e vigor de híbridos. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, ago. 2007 .

SOUZA, M.J.H. **Análises do manejo de água, gausdia, radiação interceptada e produtividade na lima ácida 'Tahiti'**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, MG, 2001. 94p. Tese Doutorado.

SOUTHWICK, J.M.; DAVENPORT, T.L. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. **Plant Physiology**, Rockville, v.81, p.26-29, 1986.

SYVERTSEN, J.P. & GRAHAM, J.H. Hydraulic conductivity of roots, mineral nutrition, and leaf gas exchange of *Citrus* rootstocks. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, **61**: 464-468, 1985.

SYVERTSEN, J.P. Physiological determinants of citrus tree growth and development. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA**, 1., 1999, Botucatu. Anais. Botucatu: Fapesp, 1999. p.123-160.

SUBSTRATOS E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM DUAS ESPÉCIES CÍTRICAS
SUBSTRATE AND IRRIGATION LEVELS ON TWO CITRUS SPECIES. *Revista Irriga*, Brasília, DF, 10.4, 03 01 2007.

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

TESTER, M., DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, v.91, n.5, p.503-527, 2003.

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

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

VIDAL, M.S.; CARVALHO, J.M.F.C.; MENESES, C. H.S.G. Déficit Hídrico: Aspectos Morfofisiológicos, Documentos 142, ISSN 0103-0205, **Embrapa Algodão**, Campina Grande, 2005.

VIEIRA, D.B. **Controle da irrigação em citricultura**. Laranja, Cordeirópolis, v.1, n.5, p.299-312. 1984.