

TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE CITROS AO ESTRESSE HÍDRICO NA FASE DE PORTA-ENXERTO¹

**ANA KELLIANE SILVA DO NASCIMENTO²; PEDRO DANTAS FERNANDES³;
JANIVAN FERNANDES SUASSUNA⁴; ANA CRISTINA MACEDO DE OLIVEIRA⁴;
MÔNICA SHIRLEY DA SILVA SOUSA⁵; JOSELE GLEISSIANE NOBRE
AZEVEDO⁶**

¹ Trabalho extraído da Dissertação do primeiro autor.

² Pesquisadora, Instituto INOVAGRI. Rua João Carvalho 800, CEP: 60140-140, Fortaleza, CE. Fone (85) 32681597. e-mail: kelliane@inovagri.org.br

³ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB

⁴ Doutorando em Engenharia Agrícola. UAEAg/UFCG, PB

⁵ Tecnóloga em Irrigação, IPU, CE

1 RESUMO

Estudou-se a tolerância ao estresse hídrico de 3 genótipos de citros na fase de porta enxertos. O experimento foi desenvolvido na casa de vegetação da UAEAg/CTRN da UFCG com delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições, num esquema fatorial de dois tratamentos: (EH1: testemunhas irrigadas a 100% da Capacidade Campo (CC) durante todo o experimento e EH2: irrigação limitada a 50% da CC durante 51 dias e em seguida, a 25% da CC). Cada unidade experimental constou de 10 plantas úteis. A cada 17 dias foram realizadas mensurações de altura de planta, diâmetro de caule e contagem do número de folhas e no final do experimento foram feitas análises destrutivas visando à obtenção da matéria seca, parâmetro utilizado na classificação dos genótipos. Observando os efeitos do estresse hídrico nos genótipos de citros com potencialidades a porta enxertos nas variáveis de crescimento e de, destaca-se o genótipo 2 (TSKC x CTARG - 019), com as maiores médias, principalmente na variável diâmetro de caule (DC), parâmetro utilizado para avaliação de porta-enxerto. Com base no método do rendimento relativo e tomando como base a fitomassa seca total (FST), os genótipos estudados foram classificados em Moderadamente Tolerante (MT).

Palavras-Chave: *Citrus sp*, crescimento, tolerância.

**do NASCIMENTO, A. K. S.; FERNANDES, P. D.; SUASSUNA, J. F.; de OLIVEIRA,
A. C. M.; SOUSA, M. S. da S.; AZEVEDO, J. G. N. TOLERANCE OF CITRUS
GENOTYPES TO WATER STRESS AT ROOTSTOCK STAGE**

2 ABSTRACT

We studied the tolerance to drought of three genotypes at the stage of citrus rootstocks. The experiment was conducted in a greenhouse at the UAEAg/CTRN UFCG in randomized block layout design with three replications in a factorial arrangement of treatments: (EH1: witnesses irrigated with 100% of Field Capacity (FC) throughout the experiment and EH2: irrigation limited to 50% of FC during 51 days and then 25% FC). Each experimental unit consisted of 10 plants. Every 17 days were carried measured of plant height, stem diameter and counting

the number of leaves and at the end of the experiment were made in order to obtain destructive analysis of dry matter, a parameter used in the classification of genotypes. Observing the effects of water stress in citrus genotypes with the potential rootstocks on growth variables and, we highlight the genotype 2 (TSKC x CTARG - 019), with the highest averages, especially in the variable stem diameter (SD) parameter used for evaluation the rootstock. Based on the method of relative income and reference to total dry matter (FST), genotypes were classified as moderately tolerant (MT).

Keywords: *Citrus sp*, growth, tolerance.

3 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).

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.

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).

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).

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).

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).

A identificação de germoplasma contendo genótipos com diversidade de respostas à deficiência hídrica é de interesse em programas de melhoramento genético, sendo importante conhecer mecanismos relacionados a tais respostas diferenciais. Nesse sentido, características fisiológicas podem ser empregadas na seleção de genótipos tolerantes à seca. 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 deixa a desejar, apesar da grande variabilidade genética existente nos bancos de germoplasma distribuídos no País; a combinação laranja 'Pêra' x limão 'Cravo' é predominante, chegando a níveis quase absolutos, observando-se uma recente tendência de mudança, especialmente no que diz respeito ao uso de porta enxertos, pelo surgimento da morte súbita dos citros em plantas enxertadas em limão 'Cravo'.

Portanto o objetivo do trabalho foi avaliar a tolerância ao estresse hídrico de genótipos cítricos com potencialidade de serem utilizados como porta enxertos.

4 MATERIAL E MÉTODO

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

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 foram fornecidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. São os seguintes 1: TSKC x CTSW 018, 2: TSKC x CTARG 19 e 3: CITRANGE. O experimento foi em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial (2 níveis de estresse hídrico x 3 genótipos), sendo a unidade experimental constituída por dez recipientes (tubetes) cada um contendo uma planta.

A partir de 125 dias após semeadura (DAS), a cada 17 dias após semeadura (DAS) foram mensurados a altura de planta (cm), o diâmetro do caule a uma altura de 5 mm e contado o número de folhas. Para fins de classificação dos genótipos foi adotado o critério

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.

No final do experimento foram feitas análises destrutivas visando à obtenção da matéria seca. 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).

Os dados foram avaliados por análise de variância, teste F com auxílio do software SISVAR. Para avaliar o efeito comparativo do estresse hídrico entre os genótipos, procedeu-se a comparação de médias pelo Scott-Knott 5% de probabilidade.

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.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Número de Folhas

Realizou-se comparação de médias pelo Scott Knott ($< 0,05$) para verificar as diferenças entre genótipos, com os resultados na Tabela 1.

Verificou-se para os genótipos 1 (TSKC x CTSW 018), 2 (TSKC x CTARG 019) e 3 (CITRANGE), incremento diário no número de folhas, estimado, ao longo do período estudado, de 0,07, 0,04 e 0,05 respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. 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
1	10,5b	13,6b	15,8b	17,5b	18,6b	20,0b	21,7b	21,5b	20,5b	23,2b
2	12,8a	15,3a	16,6b	17,4b	18,3b	17,7c	18,0c	17,9c	18,3c	20,8c
3	11,8a	14,3b	16,2b	17,7b	19,3b	19,7b	20,7b	19,9c	19,8b	19,1c

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

O genótipo 2 (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 com estresse o número de folhas foi maior até o final do período estudado (278 DAS), com diferença estimada de 21,8%; Brito et al. 2008, estudando salinidade nos citros, observou maior potencial para produção de folhas nos

híbridos de tangerina Sunki, com citrange Argentino, fato que pode ser relacionado ao vigor híbrido referente ao cruzamento. (Figura 1).

Os genótipos 1 (TSKC x CTSW 018), 3 (CITRANGE) apresentaram, aos 125 DAS) uma diferença entre os tratamentos sem e com estresse de 5,82, 15,53%. Já aos 278 DAS esses valores passaram para 36,75, 34,35%. 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.

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.

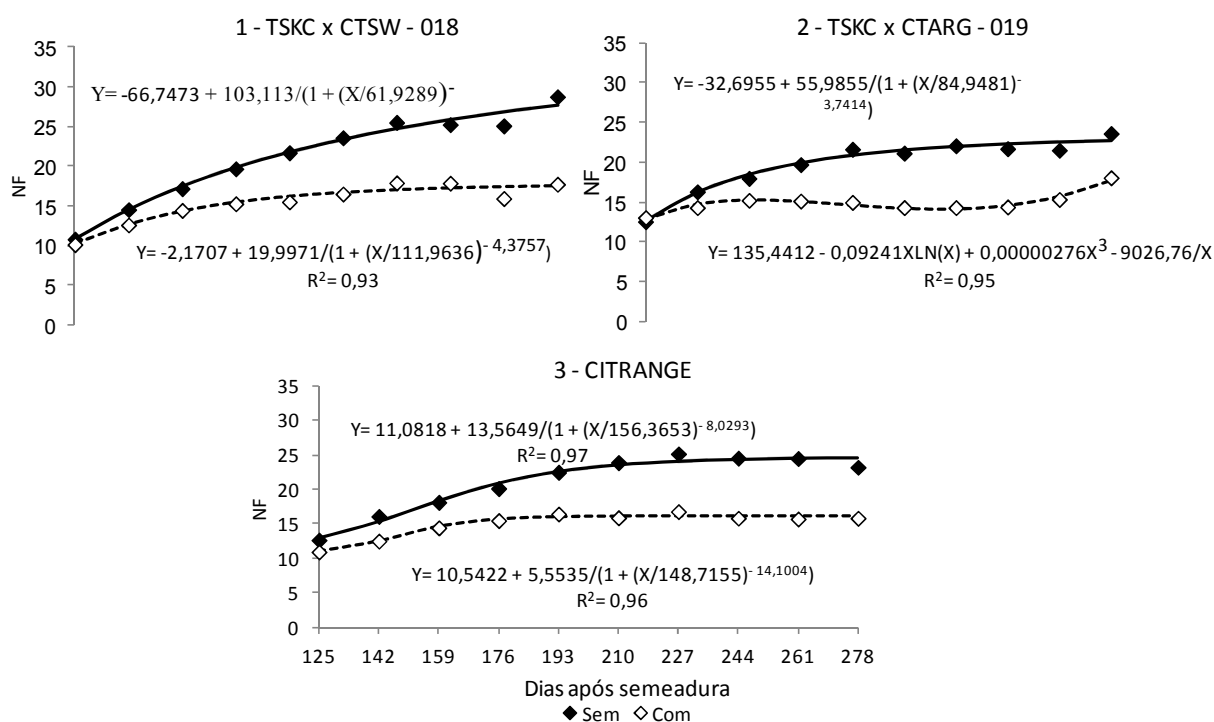


Figura 1. Crescimento em NF, utilizando-se as médias do fator hídrico obtido no período estudado (dos 125 aos 278 DAS), para os genótipos estudados.

5.2 Altura de Planta

Observam-se, na tabela 2, os valores médios para os 3 genótipos estudados dos 125 até os 210 DAS.

Tabela 2. Valores médios para altura de planta, em função do genótipo, com teste de média pelo método (Scott Knott). Campina Grande, 2010

GE	DAS						
	N	125	142	159	176	193	210
1		7,9b	12,2b	14,8b	16,1a	17,5c	18,8b
2		10,0	14,0a	17,1a	18,7a	19,8b	20,1b
3		9,7a	14,5a	18,4a	21,1a	23,1a	23,7a

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

O genótipo 3 (TSKFL x CWEB 004) obteve os maiores valores médios para altura de planta verificou-se um incremento diário de 0,16. Os genótipos 1 (TSKC x CTSW 018) e 2 (TSKC x CTARG 019) apresentaram os menores incrementos diários de 0,12 e 0,11, respectivamente, até os 210 DAS.

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

GEN	HÍDRICO							
	DAS							
	227		244		261		278	
SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	
1	24,64a	15,27b	24,97a	15,26b	26,40a	16,55b	29,55a	17,79bA
	D	A	B	A	B	A	B	
2	24,75a	16,03b	25,92a	16,87b	25,52a	18,71b	30,79a	19,47bA
	C	A	B	A	B	A	B	
3	27,92a	19,06b	30,83a	19,15b	31,14a	19,7bA	32,92a	20,6bA
	C	A	A	A	A	A	A	

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 na Tabela 3, que sob condições de estresse, todos os genótipos nos quatro períodos de avaliação não apresentaram diferença significativa entre si, onde o genótipo 3 (CITRANGE), sob condição de estresse foi o que apresentou as maiores médias de altura de planta, considerando que, o mesmo apresenta resistência ao estresse hídrico quando comparado aos demais genótipos estudados.

Na Figura 2 está disposto o comportamento de todos os genótipos de porta-enxerto de citros para a variável Altura de Planta (AP), ao longo do período avaliado. Os genótipos 1 (TSKC x CTSW 018), 2 (TSKC x CTARG 019) e 3 (CITRANGE) apresentaram no início dos tratamentos (125 DAS), diferença entre o tratamento sem e com estresse valor estimado pela equação, de 10,40, 12,6 e 22,34 %, respectivamente; já aos 278 DAS, a redução foi de 39,75, 33,4 e 36,9 %, ocasionada pelo estresse hídrico, ao longo do período, para AP, denotando um forte efeito do estresse nesses genótipos.

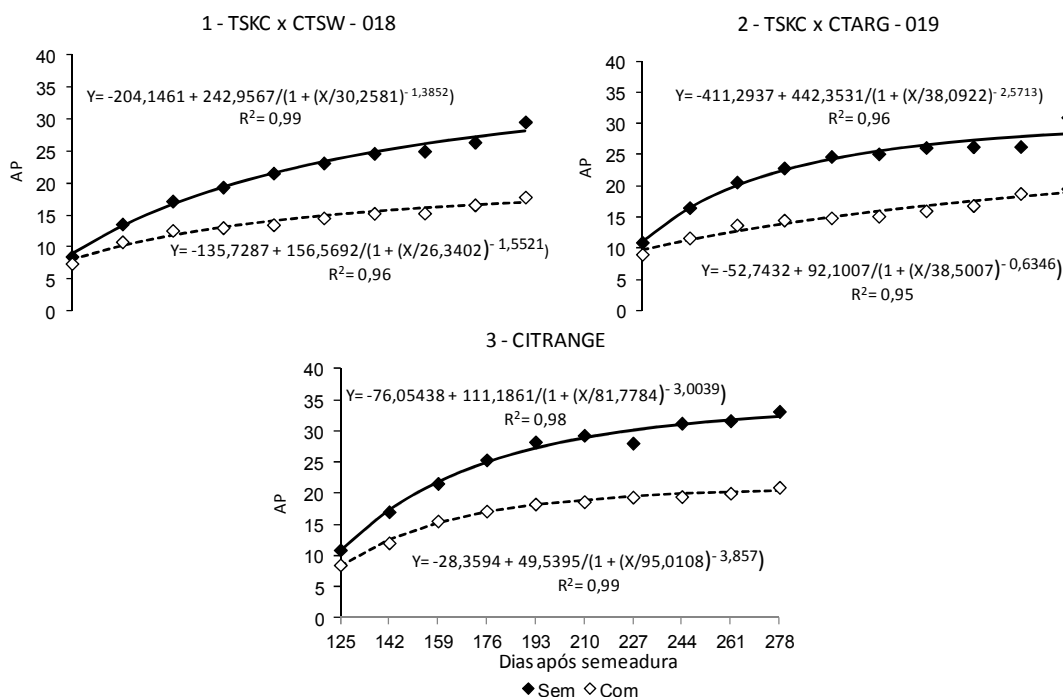


Figura 2. Crescimento em AP, utilizando-se as médias do fator hídrico obtido no período estudado (dos 125 aos 278 DAS), para os genótipos estudados.

5.3 Diâmetro de Caule

Na Tabela 4 se encontram os valores médios para a variável diâmetro de caule.

Tabela 4. 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
1	1,76a	2,22	2,59	2,89	3,28	3,37	3,68	3,66	3,97	4,09b
		a	a	a	b	b	b	b	a	
2	1,93a	2,33	2,70	3,03	3,58	3,85	4,15	4,18	4,56	4,66a
		a	a	a	a	a	a	a	a	
3	1,65b	1,99	2,39	2,70	3,18	3,50	3,86	3,92	4,40	4,59a
		b	a	b	b	b	b	a	a	

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

Os genótipos 2 (TSKC x CTARG 019) e 3 (CITRANGE) apresentam maiores incrementos diários de 0,017, 0,019, observando-se que o genótipo 3 embora até os 193 DAS tenha apresentado médias relativamente baixas de DC, constata-se o potencial produtivo deste genótipo nessa variedade. O genótipo 7 (TSKC x CTSW 018) apresentou menor média intermediárias com incremento diário de 0,015 mm.

Na Figura 3, observa-se, o comportamento do diâmetro de caule de todos os genótipos, ao longo do período estudado.

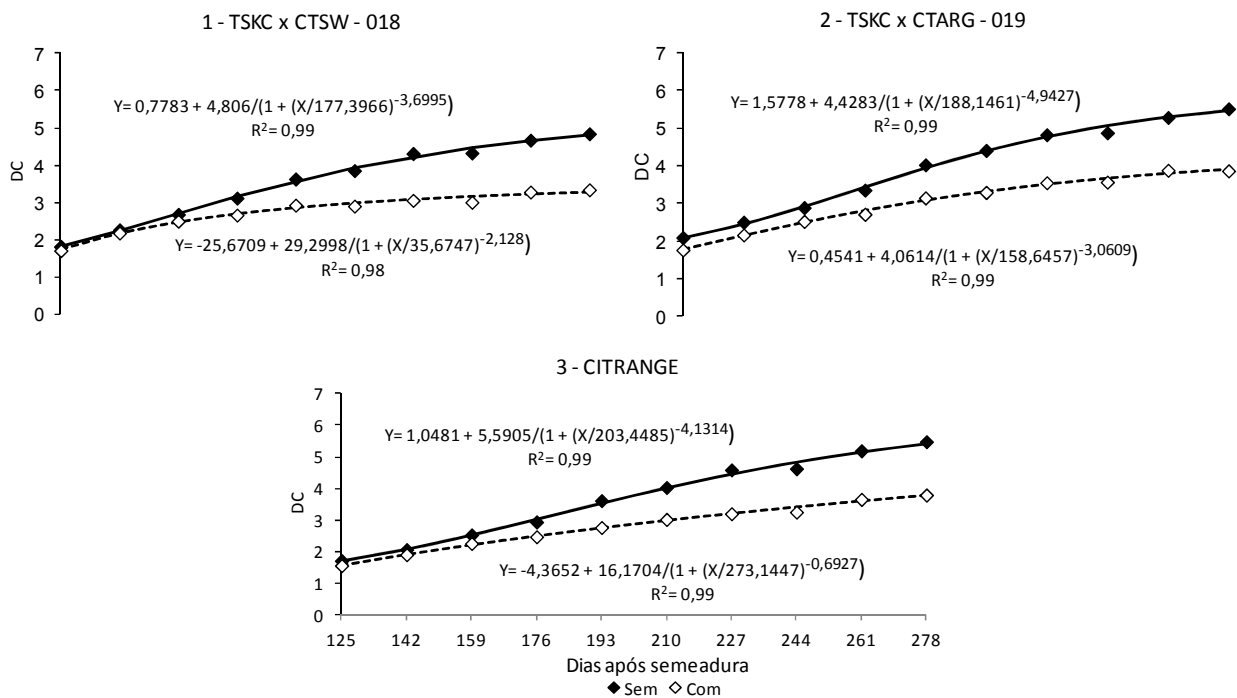


Figura 3. Crescimento em DC, utilizando-se as médias do fator hídrico obtido no período estudado (dos 125 aos 278 DAS), para os genótipos estudados.

O efeito do estresse hídrico proporcionou decréscimo no diâmetro de caule (DC) em todos os genótipos, sendo o genótipo 2 (TSKC x CTARG 019), o que apresentou menor redução entres os tratamentos sem e com estresse, de 28,49% e as maiores médias de DC. Brito 2007, estudando salinidade em citros achou melhores valores de DC nesse mesmo genótipo.

Observa-se, na Figura 3, o comportamento do diâmetro de caule de todos os genótipos, ao longo do período estudado O genótipo 3 (CITRANGE) mostra no período estudado uma redução de 30,7 e o genótipo 1 (TSKC x CTSW 018) diferença entre os tratamento 32,2 %.

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, porém valores superiores aos alcançados por Schmitz (1998), que, trabalhando com Trifoliata sob diferentes substratos, encontrou valores de 1,97 mm de diâmetro.

5.4 Fitomassa Seca

Tem-se, na Tabela 5, 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 5. 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

5.4.1 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 6. Conforme os valores do desdobramento (Tabela 6) observa-se que, quando irrigados com estresse, os genótipos apresentam redução no peso das folhas em vários graus de diferença.

O genótipo que se destacou por apresentar elevado valor de FF em condição de estresse hídrico, foi o 1 (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 6).

Tabela 6. 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 (%)
1	4,03aA	3,26bA	80,89
2	2,45bC	1,99bC	81,22
3	2,51bC	1,99bC	79,28

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

Os genótipos 2 (TSKC x CTARG 019) e 3 (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 6, quando irrigados sem estresse, apresentaram valores baixos de FF, mostrando que esses genótipos foram pouco produtivos.

5.4.2. Fitomassa Seca do Caule (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 7.

Tabela 7. Valores médios (Scott Knott) para as variáveis FC e FR (g) durante o período de avaliação. Campina Grande, 2010

GEN	FC	FR
1	2,97b	3,17a
2	2,04c	1,92c
3	2,59b	2,65b

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

De acordo com a Tabela 7, o genótipo 1 apresentou maior média para a variável (FC). 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).

O genótipo 2 apresentou menor média nessa mesma variável. 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.

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 3 (CITRANGE), apresentou bom desenvolvimento tanto no diâmetro de caule quanto na altura de planta, denotando que este genótipo apresenta mecanismos de tolerância ao estresse hídrico.

5.4.3. Fitomassa Seca da Raiz (Fr)

A Tabela 7 apresenta as médias (Scott Knott) ao longo do período estudado, referentes à fitomassa seca da raiz. O genótipo 7 (TSKFL x CTSW 018) foi o que apresentou maior fitomassa (3,17 g), constatando-se que este genótipo apresenta maior profundidade e ramificação do sistema radicular, mecanismos de tolerância ao estresse.

O genótipo que apresentou menor média para esta variável foi o 2 (TSKC x CTARG 019) com 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).

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).

5.4.3. Fitomassa Seca da Parte Aérea (Fspa)

Na análise de variância disposta na Tabela 5, 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 8) e, ao avaliá-lo observou-se que todos os genótipos diferiram quando irrigados com e sem estresse.

Tabela 8. 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 (%)
1	5,42aA	4,00bA	73,80
2	3,47aC	2,58bC	74,35
3	4,11aC	2,78bC	67,63

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 o genótipo 1 (TSKC x CTSW 018) e apresentou o maior peso de FSPA e diferença entre os tratamentos sem e com estresse, de 26,2 %, respectivamente, mostrando que esse genótipo foi pouco sensível ao estresse hídrico.

Os genótipos 2 (TSKC x CTARG 019) e 3 (CITRANGE), conforme a Tabela 8, quando irrigados com estresse não diferiram estatisticamente porém apresentaram baixos valores de FSPA e tiveram diferença entre os tratamentos sem e com estresse, de 25,65 e 32,37 %, respectivamente, constatando que esses genótipos, sob tal condição, foram pouco produtivos e muito sensíveis ao estresse.

O acúmulo de fitomassa seca é um bom indicativo para tolerância ao estresse, o que se infere que, dentre os genótipos estudados neste trabalho, o 1 (TSKC x CTSW 018) 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.

5.4.4 Fitomassa Seca Total (Fst)

Observa-se, na Tabela 5, 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 9, 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 9. 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 (%)
1	6,52aA	4,83bA	74,08
2	4,14aC	3,03bC	73,18
3	5,28aB	3,43bC	64,96

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 1 (TSKC x CTSW 018) apresentou a maior FST; verifica-se ainda que para esse genótipo o estresse resultou numa redução entre os tratamentos sem e com de 25,92 % inferindo que os mesmos foram resistentes ao estresse.

O genótipo 2 (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. O genótipo 3 (CITRANGE) apresentou baixo valor de FST, com percentual de 34,04%.

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, assim como encontrado por Paim (2002) em aroeira-do-sertão (*Myracroguon urundeuva* Fr. AII.), sendo a matéria seca vegetal um dos parâmetros mais significativos na mensuração das alterações do crescimento vegetal.

5.4.5 Relação Raiz Parte Aérea

O resumo da análise de variância para a relação raiz parte aérea (R/PA) (g) esta disposto na Tabela 5, 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 10.

Tabela 10. Valores médios do desdobramento do efeito da interação para a R/PA (Scott Knott a 5 % de probabilidade). Campina Grande, 2010

GEN	HÍDRICO	
	Relação raiz parte aérea (g)	
	SE	CE
1	0,67bB	0,67aA
2	0,65bB	0,61aB
3	0,80aA	0,71bA

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 1 (TSKC x CTSW 018) e 3 (CITRANGE). Observa-se, ainda na Tabela 19, que o genótipo 3 teve, em condição de estresse, R/PA maior que quando irrigados sem estresse, sendo esta, então, uma resposta ao estresse.

O genótipo, 7 apresentou baixo valor, resultado que é um indicativo de que a raiz desses genótipos sofreu mais o efeito do estresse que a parte aérea;

Existem discussões sobre a importância da relação da raiz parte aérea; para Marschner (1995), o 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.

5.4.6 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 diâmetro de caule o genótipo sob condição de estresse hídrico, que obteve menor decréscimo comparado com a condição sem estresse, foi o genótipo 2; o genótipo 1 foi o que apresentou maior decréscimo demonstrando maior sensibilidade ao estresse hídrico em relação ao diâmetro do caule.

No segundo critério, rendimento relativo (Fageria 1985), e se tomando como base a fitomassa seca total (FST), (Tabela 11), o método do rendimento relativo classifica os genótipos pela redução no rendimento do maior ao menor nível de estresse hídrico, em termos percentuais.

Tabela 11. Resumo da avaliação da tolerância ao estresse hídrico, baseado no rendimento relativo. Classificação proposta por Fageria (1985). Campina Grande, 2010

GEN	RRFST(%)	ÍNDICES	CLASSE
7	25,92	21-40	MT
15	26,82	21-40	MT
16	35,04	21-40	MT

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

Conforme classificação pelo método do rendimento relativo, e se tomando como base a fitomassa seca total (FST), tem-se o seguinte resultado:

- Genótipo Moderadamente Tolerante (MT): 1 (TSKC x CTSW 018), 2 (TSKC x CTARG 019), 3 (CITRANGE)

6 CONCLUSÕES

- Os genótipos trifoliatas são os menos afetados pelo estresse hídrico, tendo o genótipo 2 (TSKC x CTARG 019) o que apresentou menores reduções, principalmente na variável DC, parâmetro utilizado para avaliação de porta-enxerto;
- Os genótipos estudados foram classificados em Moderadamente Tolerante (MT)

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, M.E.B. Tolerância de Porta-Enxertos de Citros à Salinidade. 2007. número de páginas. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

BRITO, M.E.B.; FERNADES, P.D.; GHEYI, H.R.; MELO, A.S.; CARDOSO, J.A.F.; SOARES FILHO, W.S.; Sensibilidade de Variedades e Híbridos de Citrange à Salinidade na Formação de porta-enxertos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, n.4, p. 343-353, 2008.

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.

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.

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.

GALBIATTI, João LUCENA CAVALCANTE, Ítalo CALZAVARA, Sérgio DA SILVA, Vanessa; FREDDI, Onã.

HALE, M.G. & ORCUTT, D.M. The physiology of plants under stress. New York, John Wiley, 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 Botany**, Oxford, v. 51, p.1595-1616, 2000.

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

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.

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

PEIXOTO, C.P.; CERQUEIRA, E.C.; SOARES FILHO, W.S.; CASTRO NETO, M.T.; LEDO, C.A.S.; MATOS, F.S.; OLIVEIRA, J.G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 439-443, 2006.

PEREIRA, W.E.; SIQUEIRA, D.L. de; PUIATTI, M. Growth of citrus rootstocks under aluminium stress in hydroponics. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.1, p.31-41, jan./mar. 2003.

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

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 arbusculares. **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.

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.