

## Seleção de genótipos de tomateiro submetidos ao estresse hídrico em função da expressão de características fisiológicas

Debora Kelli Rocha<sup>1</sup>, Gabriel Mascarenhas Maciel<sup>1</sup>, Eusímio Felisbino Fraga Junior<sup>1</sup>, Carlos Sebastião Machado Júnior<sup>1</sup>, Gregory Gustavo Silva Nogueira<sup>1</sup>, Rafaela Santos de Almeida<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias, Rodovia LMG 746, Km 01, s/n, Bloco 1, Vila Nova, CEP 38500-000, Monte Carmelo-MG, Brasil. E-mail: deborarochoa.agro@gmail.com; gabrielmaciel@iciag.ufu.br; eusimiofraga@gmail.com; casemaju@yahoo.com.br; gregoryagronomia@gmail.com; rafaelaalmeida94@hotmail.com

### RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar o comportamento fisiológico de diferentes genótipos de tomateiro, a fim de contribuir com a seleção de plantas com tolerância ao estresse hídrico. Utilizou-se o delineamento casualizado em blocos, com três blocos e dez tratamentos, sendo: oito genótipos  $F_2RC_1$  [UFU80-  $F_2RC_1$  #1 (3.5); UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (13.4); UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (13.3); UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (16.8); UFU102-  $F_2RC_1$  #3 (2.7); UFU80-  $F_2RC_1$  #1 (11.8); UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (16.7); UFU102-  $F_2RC_1$  #3 (14.5)], e outros dois genótipos utilizados como testemunhas UFU-650 e LA-716. O experimento foi conduzido em ambiente protegido com monitoramento da densidade de fluxo ( $W m^{-2}$ ), radiação solar global (Qg), temperatura do ar ( $^{\circ}C$ ), umidade relativa do ar (%) e o potencial mátrico no substrato (kPa). As características fisiológicas coletadas foram: temperatura foliar ( $T_{leaf}$ ),  $CO_2$  interno ( $C_i$ ), transpiração (E), condutância estomática (gs) e assimilação de  $CO_2$  (A), determinadas pelo analisador portátil de gás no infravermelho – IRGA. Pode-se observar que o acesso selvagem *S. pennellii* foi 6,96 vezes inferior em relação ao genitor recorrente UFU-650 (linhagem pré-comercial, susceptível ao déficit hídrico). A condutância estomática (gs) apresentou valores significativos entre os genótipos. Os resultados obtidos contribuem para caracterização fisiológica do acesso *Solanum pennellii* (tolerante a seca) e podem auxiliar na seleção de plantas  $F_2RC_1$  resistentes ao déficit hídrico.

**Palavras-chave:** déficit hídrico, estresse abiótico, *Solanum lycopersicum*

### Selection of tomato genotypes under water stress due to the expression of physiological characteristics

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physiological behavior of different tomato genotypes to assist in the selection of plants with tolerance to drought stress. It was used three blocks random and ten treatments: eight genotypes  $F_2RC_1$  [UFU80-  $F_2RC_1$  #1 (3.5); UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (13.4); UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (13.3); UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (16.8); UFU102-  $F_2RC_1$  #3 (2.7); UFU80-  $F_2RC_1$  #1 (11.8); UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (16.7); UFU102-  $F_2RC_1$  #3 (14.5)], UFU-650 and LA-716. The experiment was conducted in a greenhouse with monitoring the flux density ( $W m^{-2}$ ), solar radiation (Qg), air temperature ( $^{\circ}C$ ), relative humidity (%) and the matric potential in the substrate (kPa). The collected physiological characteristics were: leaf temperature ( $T_{leaf}$ ), internal  $CO_2$  ( $C_i$ ), transpiration (E), stomatal conductance (gs) and  $CO_2$  assimilation (A), determined by portable gas analyzer infrared - IRGA. It was observed that the wild tomato *S. pennellii* was 6.96 times lower than the recurrent parent UFU-650 (pre-commercial line, susceptible to drought). The stomatal conductance (gs) showed significant values among genotypes. The results contribute to physiological characterization access *S. pennellii* (drought tolerant) and can assist in the selection of  $F_2RC_1$  plants resistant to drought.

**Key words:** drought, abiotic stress, *Solanum lycopersicum*

## Introdução

A cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das mais exigentes em água (Santana et al., 2009). Poucos avanços foram obtidos por programas de melhoramento genético visando a tolerância ao estresse hídrico, devido a complexidade da característica que é controlada por diferentes genes (Bernier et al., 2008).

O comportamento das plantas sob estresse hídrico, depende do genótipo, estágio de desenvolvimento, duração e severidade do mesmo. Em decorrência destes fatores, as plantas ativam mecanismos de defesa em níveis morfológicos, fisiológicos e celular (Farooq et al., 2009).

Dentre as alterações morfológicas observadas, destaca-se redução do tamanho da planta e da folha, abscisão foliar e redução da massa seca e fresca em diferentes partes da planta (parte aérea, frutos, caules e raiz) e aumento do volume radicular. Essas alterações ocorrem indiretamente devido a mudanças fisiológicas como a temperatura foliar, a condutância estomática (Kochler et al., 2007), o potencial de água no solo (Bergonci et al., 2000), dentre outros.

O acesso *Solanum pennellii* destaca-se pela capacidade de desenvolver-se em ambientes áridos, pois consegue otimizar o uso de água em ambientes de déficit hídrico (Easlon & Richards, 2009) além de possuir, menor condutância estomática, tendo uma resposta mais rápida a seca (Torrecillas et al., 1995). São estas as razões para este acesso possuir ampla utilização nos programas de melhoramento genético de tomateiro, visando eficiência na utilização de água.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o comportamento fisiológico de diferentes genótipos de tomateiro, a fim de contribuir para um programa de melhoramento genético que visa a seleção de genótipos com tolerância ao estresse hídrico.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Hortaliças da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), (altitude 873 m, 18°42'43,19"S, 47°29'55,8"W) em Monte Carmelo-MG. A região apresenta clima temperado úmido de verão quente e inverno seco entre os meses de maio de 2015 a agosto de 2015.

Os genótipos avaliados foram provenientes do cruzamento interespecífico entre *Solanum pennellii* versus *Solanum lycopersicum* (LA-716 x UFU-650), seguido de um retrocruzamento [UFU-650 (LA-716 x UFU-650)] e autofecundação. Foram avaliados oito genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> [UFU80- F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> #1 (3.5); UFU102- F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> #7 (13.4); UFU102- F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> #7 (13.3); UFU102- F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> #7 (16.8); UFU102- F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> #3 (2.7); UFU80- F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> #1 (11.8); UFU102- F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> #7 (16.7); UFU102- F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> #3 (14.5)], o genitor recorrente UFU-650 (cultivar Santa Clara) e o genitor masculino LA-716 (*S. pennellii*).

A semeadura foi realizada no dia 24 de maio de 2015 em bandejas de poliestireno com 128 células, preenchidas com substrato comercial a base de turfa, vermiculita e casca de arroz carbonizada. Após semeadura, as bandejas foram acondicionadas em casa de vegetação com dimensões de

7 m de comprimento por 5 m de largura, pé direito de três metros, coberta com filme de polietileno transparente de 150 micra, aditivado contra raios ultravioleta e laterais protegidas com telas de polipropileno preto com 30% de sombreamento. Decorridos 36 dias após semeadura foi realizado o transplântio para vasos plásticos com capacidade de cinco litros preenchidos com substrato comercial Carolina Soil do Brasil.

Foram monitorados no interior do ambiente protegido: a densidade de fluxo (W.m<sup>-2</sup>), a radiação solar global (Q<sub>g</sub>) através de piranômetro de fotodiodo de silício (NRLITE - Campbell Sci.), a temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) com o sensor Vaissala (HMP45C - Campbell Sci.). Os sensores foram instalados no vão central da casa de vegetação e acima do dossel da cultura e ligados a um sistema de aquisição de dados, (Datalogger CR1000 - Campbell Sci.), armazenando os dados em intervalos de 15 minutos (valores médios ou integrados).

Foram realizadas irrigações diárias em função da necessidade das mudas, as quais foram efetuadas via recipiente graduado, com controle individual de cada parcela. Para garantir um bom status hídrico às plantas, realizou-se o monitoramento do potencial mátrico do substrato utilizando-se tensiômetros instalados em uma parcela de cada tratamento estudado. Os tratamentos culturais foram realizados conforme preconizado para a cultura até o final do experimento (Filgueira, 2008).

Decorridos 125 dias após a semeadura (23/09/2015), foram realizadas as medições das trocas gasosas em dois períodos, pela manhã (entre 08 e 09:00 hs) e à tarde (entre 14 e 15:00 hs), quantificados na folha +1. As características fisiológicas coletadas foram: temperatura foliar (T<sub>leaf</sub>), CO<sub>2</sub> interno (C<sub>i</sub>), transpiração (E), condutância estomática (g<sub>s</sub>) e assimilação de CO<sub>2</sub> (A), determinadas pelo analisador portátil de gás no infravermelho - IRGA (modelo LCi, ADC BioScientific, Inglaterra), em sistema aberto de luz e condições ambientes de temperatura e concentração de CO<sub>2</sub>. Foram calculadas também as seguintes relações: A/E (eficiência instantânea do uso de água), A/g<sub>s</sub> (eficiência intrínseca do uso de água) e A/C<sub>i</sub> (eficiência instantânea de carboxilação).

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizado (DBC) com 10 tratamentos (genótipos), três blocos, sendo uma planta por parcela, totalizando 30 unidades experimentais. Utilizou-se o seguinte modelo estatístico:  $Y_{ij} = \mu + b_j + t_i + e_{ij}$ , em que: Y<sub>ij</sub>: observação do i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;  $\mu$ : efeito fixo da média geral; b<sub>j</sub>: efeito fixo do j-ésimo bloco (repetição); t<sub>i</sub>: efeito fixo do i-ésimo genótipo (tratamentos); e<sub>ij</sub>: erro experimental médio. Após a obtenção das médias de cada acesso, os resultados foram submetidos ao teste de normalidade (teste de Lilliefors) e em seguida à análise de variância, sendo as somas dos quadrados médios comparadas pelo teste F ( $\alpha = 0,05$ ). Para comparação das médias foi utilizado o teste Scott-Knott ( $\alpha = 0,05$ ) utilizando o programa GENES (Cruz, 2006).

## Resultados e Discussão

O potencial mátrico (kPa) do substrato foi monitorado durante 20 dias precedendo à avaliação de trocas gasosas,

demonstrando a variação em função do tempo de experimento (Figura 1) e a variação em função do genótipo estudado (Figura 2). Destaca-se que, com o manejo da irrigação adotado, a disponibilidade hídrica no substrato não foi restritiva para demanda hídrica das plantas, já que o potencial mátrico não ultrapassou -20 kPa.

Os elementos climáticos monitorados no interior da casa de vegetação foram: déficit de pressão de vapor (kPa), radiação solar global ( $W m^{-2}$ ), evapotranspiração de referência ( $mm dia^{-1}$ ), temperatura ( $^{\circ}C$ ) e umidade relativa (%) (Tabela 1).

Na Figura 3, apresenta-se a variação diária dos mesmos, sendo a temperatura média observada de  $25^{\circ}C$ , variando entre  $18,2$  e  $35^{\circ}C$ , estando os mesmos na faixa ideal para o desenvolvimento da cultura (entre  $15$  e  $34^{\circ}C$ ), segundo Martins et al. (1999). A umidade relativa média do período foi de  $59,7\%$ , variando entre  $30$  e  $83,7\%$ . A média da radiação

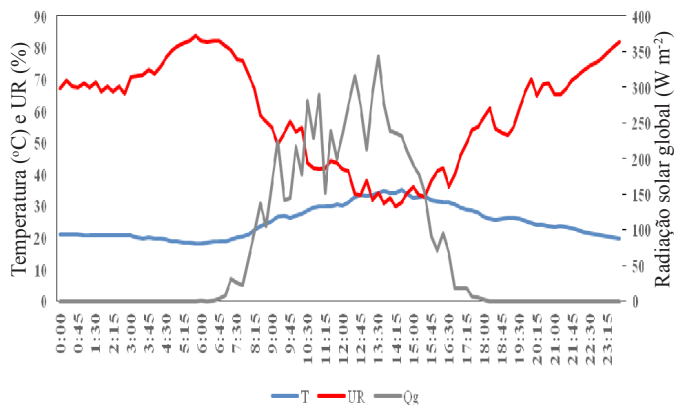


Figura 3. Temperatura ( $^{\circ}C$ ), Umidade relativa (%), Radiação Solar Global ( $W m^{-2}$ ) monitorados no dia 23/09/15

solar global, déficit de pressão de vapor e evapotranspiração de referência observadas foram  $73 W m^{-2}$ ,  $1,2 kPa$  e  $1,9 mm \cdot dia^{-1}$ , respectivamente.

A temperatura foliar ( $T_{leaf}$ ) variou significativamente entre os genótipos analisados (Tabela 2). Considerando como referência (100%) o genitor masculino (LA-716), pode-se afirmar que o LA-716 e os genótipos UFU80-  $F_2RC_1 \#1$  e UFU102-  $F_2RC_1 \#3$  apresentaram temperatura mais elevadas (temperatura relativa média  $96,6\%$  superior) em relação ao genitor feminino (UFU-650) e os demais genótipos UFU102-  $F_2RC_1 \#7$  ( $13,4$ ); UFU102-  $F_2RC_1 \#7$  ( $13,3$ ); UFU102-  $F_2RC_1 \#7$  ( $16,8$ ); UFU80-  $F_2RC_1 \#1$  ( $11,8$ ); UFU102-  $F_2RC_1 \#7$  ( $16,7$ ); UFU102-  $F_2RC_1 \#3$  ( $14,5$ ) (temperatura relativa média  $89,6\%$ ). O genitor masculino (LA-716) apresentou superioridade de  $13\%$  em relação ao genitor feminino (UFU-650).

O teor de  $CO_2$  interno ( $C_i$ ), assimilação de  $CO_2$  ( $A$ ),  $A/E$  (eficiência instantânea do uso de água),  $A/g_s$  (eficiência intrínseca do uso de água) e  $A/C_i$  (eficiência instantânea de carboxilação) não variaram significativamente em função dos genótipos de tomateiro analisados.

Com os dados obtidos neste estudo, não foi possível fazer uma boa caracterização da assimilação de  $CO_2$  para os genótipos avaliados, devido à grande variabilidade existente entre os materiais e o ambiente estudado. Apesar da assimilação de  $CO_2$  ( $A$ ) ser uma boa característica para estudos de tolerância ao estresse hídrico, este não é o único fator a ser considerado em estudos com trocas gasosas, conforme preconizam Santos & Carlesso (1998).

A eficiência do uso da água é caracterizada como a quantidade de água transpirada por uma cultura para a produção de certa quantidade de matéria seca (Silva et al., 2007). Culturas mais eficientes no uso da água podem produzir uma quantidade maior de matéria seca por volume de água transpirado. O uso mais eficiente da água está diretamente relacionado ao tempo de abertura estomática, pois, enquanto a planta absorve  $CO_2$  para a fotossíntese, a água é perdida por transpiração ( $E$ ) (Concenço et al., 2007).

A transpiração ( $E$ ) variou significativamente entre os genótipos e os genitores. Considerando o genitor feminino como referência (100%), o genitor UFU-650 e os genótipos UFU102-  $F_2RC_1 \#3$  ( $14,5$ ), UFU102-  $F_2RC_1 \#7$  ( $13,3$ ), UFU102-  $F_2RC_1 \#7$  ( $13,4$ ), UFU80-  $F_2RC_1 \#1$  ( $11,8$ ) apresentaram teores

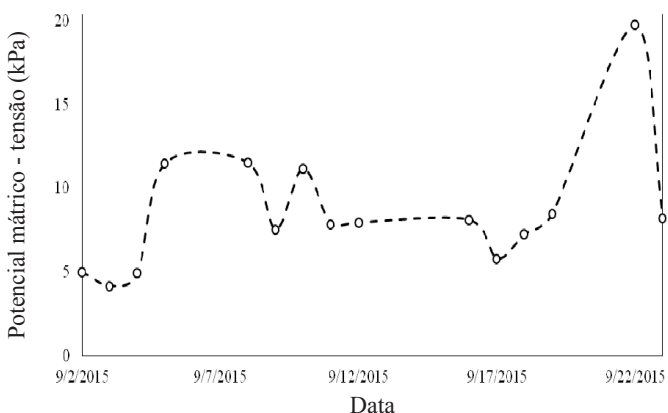


Figura 1. Potencial mátrico (kPa) da água no solo durante o período estudado

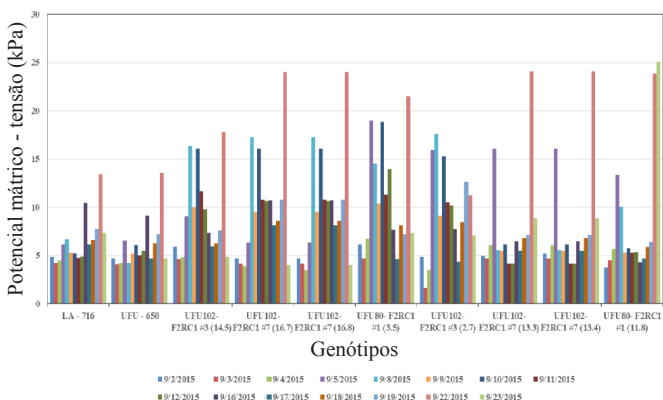


Figura 2. Potencial mátrico (kPa) da água no solo durante 20 dias de monitoramento em função do genótipo avaliado

Tabela 1. Déficit de pressão de vapor (kpa), Radiação Solar Global ( $W.m^2$ ), Evapotranspiração de referência ( $mm dia^{-1}$ ), Temperatura ( $^{\circ}C$ ), Umidade relativa (%), monitorados no dia 23/09/15

Variável meteorológica	23/09/2015
DPV (kPa)	1,2
Qg ( $W m^{-2}$ )	73,0
ETo ( $mm dia^{-1}$ )	1,9
$T_{min}$ ( $^{\circ}C$ )	18,2
$T_{max}$ ( $^{\circ}C$ )	35,0
$T_{med}$ ( $^{\circ}C$ )	25,0
UR <sub>min</sub> (%)	30,0
UR <sub>max</sub> (%)	83,7
UR <sub>med</sub> (%)	59,7

**Tabela 2.** Médias de  $T_{leaf}$  - temperatura foliar ( $^{\circ}C$ ),  $C_i$  -  $CO_2$  interno ( $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ),  $E$  - transpiração ( $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ),  $gs$  - condutância estomática ( $mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ),  $A$  - assimilação de  $CO_2$  ( $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ),  $A/E$  - eficiência instantânea do uso de água ( $mmol\ CO_2\ mol^{-1}\ H_2O$ ),  $A/g_s$  - eficiência intrínseca do uso de água ( $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}\ H_2O$ ) e  $A/C_i$  - eficiência instantânea de carboxilação em genótipos  $F_2RC_1$  de tomateiro.

Genótipos	$T_{leaf}$	$C_i$	$E$	$G_s$	$A$	$A/E$	$A/g_s$	$A/C_i$
LA - 716	40,87 a	278,53 a	1,03 b	0,00 c	0,70 a	0,80 a	70,33 a	0,004 a
UFU - 650	35,73 b	336,23 a	7,17 a	0,33 a	5,27 a	0,73 a	17,70 a	0,016 a
UFU102- $F_2RC_1$ #3 (14.5)	35,03 b	338,43 a	7,13 a	0,33 a	5,70 a	0,80 a	17,30 a	0,017 a
UFU102- $F_2RC_1$ #7 (16.7)	36,27 b	332,33 a	3,73 b	0,13 c	2,50 a	0,63 a	23,10 a	0,008 a
UFU102- $F_2RC_1$ #7 (16.8)	36,87 b	318,43 a	2,43 b	0,07 c	1,40 a	0,70 a	40,53 a	0,004 a
UFU80- $F_2RC_1$ #1 (3.5)	38,50 a	343,77 a	1,93 b	0,03 c	0,50 a	0,27 a	16,97 a	0,001 a
UFU102- $F_2RC_1$ #3 (2.7)	39,07 a	283,43 a	2,60 b	0,03 c	2,47 a	0,97 a	54,60 a	0,009 a
UFU102- $F_2RC_1$ #7 (13.3)	37,27 b	335,37 a	6,57 a	0,20 b	4,17 a	0,60 a	18,83 a	0,013 a
UFU102- $F_2RC_1$ #7 (13.4)	37,50 b	315,13 a	6,30 a	0,20 b	4,87 a	0,83 a	30,80 a	0,017 a
UFU80- $F_2RC_1$ #1 (11.8)	37,67 b	321,43 a	5,80 a	0,17 b	4,23 a	0,73 a	26,17 a	0,014 a

\*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância

60% superiores quando comparados com o genitor masculino (LA-716) e os demais genótipos UFU80-  $F_2RC_1$  #1 (3.5), UFU102-  $F_2RC_1$  #3 (2.7), UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (16.8), UFU80-  $F_2RC_1$  #1 (11.8), UFU80-  $F_2RC_1$  #1 (11.8), UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (16.7). A transpiração do genitor feminino (UFU-650) foi seis vezes superior à transpiração do genitor masculino (LA-716).

Para Larcher (2000), o declínio de transpiração está associado ao fechamento dos estômatos, e variações na abertura estomática causam alterações no potencial hídrico, por atuarem sobre a transpiração. De forma que, é pelos estômatos que ocorre a perda de água, juntamente com absorção de  $CO_2$ , resultando na redução da fotossíntese. O fechamento dos estômatos priva as folhas de assimilação de  $CO_2$  e de realizar fotossíntese, em favor da fotorrespiração (Morales et al., 2015). A planta tende a fechar os estômatos quando os níveis de luz estão abaixo da radiação fotossinteticamente ativa, ou para evitar o estresse hídrico (Cochard et al., 2002).

Pode-se observar que o acesso selvagem *S. pennellii* foi 6,96 vezes inferior em relação ao genitor recorrente UFU-650 (linhagem pré-comercial, susceptível ao déficit hídrico). O fato do *S. pennellii* (LA-716) ter menor taxa de transpiração comprova sua capacidade de tolerância ao estresse hídrico e permite o desenvolvimento em ambientes áridos, como destaca o trabalho de Easlon & Richards (2009).

A condutância estomática ( $gs$ ) apresentou valores significativos entre os genótipos. Não houve diferença significativa entre o genitor UFU-650 e o genótipo UFU102-  $F_2RC_1$  #3 (14.5), sendo os mesmos superiores em relação aos demais genótipos. Ao considerar o genitor feminino como referência (100%), a relação entre o genótipo UFU102-  $F_2RC_1$  #3 (14.5) e o genitor UFU 650 apresentaram superioridade de 43,3% em relação os genótipos UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (13.3), UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (13.4), UFU80-  $F_2RC_1$  #1 (11.8), e superioridade de 84% em relação ao genitor masculino (LA-716) e os genótipos UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (16.7), UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (16.8), UFU80-  $F_2RC_1$  #1 (3.5), UFU102-  $F_2RC_1$  #3 (2.7).

Segundo Farooq et al. (2009), em condição de déficit hídrico estima-se uma redução da condutância estomática. A diminuição na condutância estomática ( $gs$ ) indica que a fotossíntese não estaria sendo restringida pelo fechamento estomático, nem pela concentração de  $CO_2$  dentro da câmara subestomática,

mas por outros fatores bioquímicos que estariam dificultando a redução do  $CO_2$  ali existente (Marur & Faria, 2006).

## Conclusão

O acesso selvagem *Solanum pennellii* é tolerante à seca devido entre outros fatores, a elevada temperatura foliar ( $T_{leaf}$ ), a baixa transpiração ( $E$ ) e baixa condutância estomática ( $gs$ ).

Os genótipos UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (16.7), UFU102-  $F_2RC_1$  #7 (16.8), UFU80-  $F_2RC_1$  #1 (3.5) e UFU102-  $F_2RC_1$  #3 (2.7) foram similares ao acesso selvagem *Solanum pennellii* referente a transpiração ( $E$ ) e condutância estomática ( $gs$ ) indicando potencial para fomentar futuros programas de melhoramento genético visando tolerância à seca.

## Literatura Citada

- Bergonci, J. I.; Bergamaschi, H.; Berlato, M. A.; Santos, O. S. Potencial da água na folha como indicador de déficit hídrico em milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.8, p.1531-1540, 2000. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000800005>>.
- Bernier, J.; Serraj, R.; Kumar, A.; Spaner, D. Breeding upland rice for drought resistance. Journal of the Science of Food and Agriculture, v.88, n.6, p.927-939, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.3153>>.
- Cochard, H.; Coll, L.; Roux, X. L.; Améglio, T. Unraveling the effects of plant hydraulics on stomatal closure during water stress in walnut. Plant Physiology, v.128, n.1, p.282-290, 2002. <<http://dx.doi.org/10.1104/pp.010400>>.
- Concenco, G.; Ferreira, E. A.; Silva, A. A.; Ferreira, F. A.; Viana, R. G.; D'Antonino, L.; Vargas, L.; Fialho, C. M. T. Uso da água em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) em condição de competição. Planta Daninha, v.25, n.3, p.449-455, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000300003>>.
- Cruz, C. D. Programa GENES (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- Easlon, H. M.; Richards, J. H. Drought response in self-compatible species of tomato (Solanaceae). American Journal of Botany, v.96, n.3, p.605-611, 2009. <<http://dx.doi.org/10.3732/ajb.0800189>>.



- Farooq, M.; Wahid, A.; Kobayashi, N.; Fujita, D. y Basra, S. M. A. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, v.29, n.1, p.185-212, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1051/agro:2008021>>.
- Filgueira, F. A. R. Tomate: Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Ed. UFLA. 2008. 400p.
- Kochler, M.; Kage, H.; Stützel, H. Modelling the effects of soil water limitations on transpiration and stomatal regulation of cauliflower. *European Journal of Agronomy*, v.26, n.1, p.375-383, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2006.12.003>>.
- Larcher, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- Martins, S. R.; Fernandes, H. S.; Assis, F. N.; Mendez, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. *Informe Agropecuário*, v.20, n.200/201, p.15-23, 1999.
- Marur, C. J.; Faria, R. T. Photosynthesis of individual leaves in a coffee plant. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.28, n.3, p.331-335, 2006. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v28i3.941>>.
- Morales, R. G. F.; Resende, L. V.; Maluf, W. R.; Peres, L. E. P.; Bordini, I. C. Selection of tomato plant families using characters related to water deficit resistance. *Horticultura Brasileira*, v.33, n.1, p.27-33, 2015. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000100005>>.
- Santana, M. J.; Vieira, T. A.; Barreto, A. C. Efeito dos níveis de reposição de água no solo na produtividade do tomateiro. *Horticultura Brasileira*, v.27, n.2, suplemento, p.S1378-S1384, 2009. <[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_3/A1965\\_T2928\\_Comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_3/A1965_T2928_Comp.pdf)>. 20 Jan. 2016
- Santos, R. F.; Carlesso, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.2, n.3, p.287-294, 1998. <<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v2n3p287-294>>.
- Silva, A. A.; Ferreira, F. A.; Ferreira, L. R.; Santos, J. B. Competição entre plantas daninhas e culturas. In: Silva, A. A.; Silva, J. F. (Eds.). *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa: UFV, 2007. p.17-61.
- Torrecillas, A.; Guillaume, C.; Alarcón, J. J.; Ruiz-Sánchez, M. C. Water relations of two tomato species under water stress and recovery. *Plant Science*, v.105, n.12, p.169-176, 1995. <[http://dx.doi.org/10.1016/0168-9452\(94\)04048-6](http://dx.doi.org/10.1016/0168-9452(94)04048-6)>.