

CAMILA SOARES DE OLIVEIRA

**Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de
tomateiro sob deficiência hídrica**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2019

CAMILA SOARES DE OLIVEIRA

**ESTIMATIVAS DE GANHO GENÉTICO POR DIFERENTES CRITÉRIOS DE
SELEÇÃO EM GENÓTIPOS DE TOMATEIRO SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 22 de fevereiro de 2019.

Prof. Dr. Eusímio Felisbino Fraga Júnior

UFU

Prof. Dr. Osvaldo Rettare Neto

UFU

Dr. Joelson André de Freitas

BASF

Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

O48e
2019 Oliveira, Camila Soares de, 1993-
 Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em
 genótipos de tomateiro sob deficiência hídrica [recurso eletrônico] /
 Camila Soares de Oliveira. - 2019.

 Orientador: Gabriel Mascarenhas Maciel.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
 Modo de acesso: Internet.
 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.9>
 Inclui bibliografia.
 Inclui ilustrações.

 1. Agronomia. 2. Tomate - Cultura. 3. Tomate - Genótipo - Seleção.
4. Fitotecnia. 5. Lycopersicon esculentum. I. Maciel, Gabriel
Mascarenhas, 1972- (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção, força e a oportunidade concedida mesmo diante de situações difíceis.

À minha família pelo carinho, apoio e compreensão em todos os momentos, em especial aos meus pais que sempre me incentivaram, e não me deixaram abalar nos momentos de dificuldade.

Ao meu esposo pelo companheirismo e não medir esforços para me ajudar nas atividades de campo.

Aos professores Gabriel Mascarenhas Maciel e Eusímio Felisbino Fraga Júnior pela confiança e orientações. Foi uma honra trabalhar com pessoas tão competentes e dedicadas como vocês.

Aos amigos do Grupo de Estudos em Melhoramento Genético de Hortaliças (GEN-HORT) em especial a Ana Luísa, Vitor, Letícia, Alisson, Isadora, Thiago e Joicy que sempre se dispuseram a ajudar e foram essenciais para a conclusão dos experimentos.

Ao senhor José Marques Vilela, por auxiliar na condução dos experimentos e ser sempre muito prestativo.

À minha amiga de pós-graduação Patrícia que se dispôs a me auxiliar durante o projeto, principalmente nas colheitas.

A todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração desse trabalho meu sincero agradecimento.

Aos colegas de pós-graduação, Patrícia, Renan, Vithória, Alisson, Luciana, Melissa, Natália, Dahís, Marina, Carolina e Joicy pelo convívio e por fazerem dessa caminhada mais leve.

Aos integrantes da banca examinadora, por aceitarem o convite e disponibilizarem parte de seu tempo para avaliação desse trabalho.

Aos docentes do programa de pós-graduação em Agronomia da UFU pelos ensinamentos e contribuição científica.

À Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade em realizar o mestrado.

À Capes pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	2
RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
CONCLUSÃO	24

RESUMO

OLIVEIRA, CAMILA SOARES. **Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de tomateiro sob deficiência hídrica**. 2019. 30 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. ¹

O tomateiro é uma cultura que apresenta alta demanda hídrica e tem desenvolvimento afetado negativamente quando submetido à condição de restrição hídrica. Esse fato pode ser minimizado pela introgressão de genes responsáveis por controlar a tolerância ao déficit hídrico. No entanto, as características que estão relacionadas a esse tipo de tolerância são de alta complexidade, limitando as inferências na seleção. O emprego dos índices de seleção pode ser uma ferramenta eficiente para seleção de genótipos mais tolerantes. O objetivo do trabalho foi avaliar índices de seleção baseados em estimativas de ganhos genéticos, bem como selecionar genótipos de tomateiro após serem submetidos a condições de deficiência hídrica por diferentes critérios de seleção. O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Hortaliças da UFU em DBC com três repetições. Foram utilizados sete genótipos provenientes do cruzamento interespecífico entre *S. pennellii* vs UFU-040, o genitor doador *Solanum pennellii*, o genitor recorrente UFU-040 e a cv. Santa Clara, totalizando dez tratamentos. As plantas foram submetidas a um déficit hídrico moderado, cujo potencial mátrico foi - 34 kPa. Foram avaliados temperatura foliar, índice SPAD, potencial hídrico de água na folha, número de frutos produzidos por planta, peso média de fruto, produção por planta, incidência de podridão apical, percentual de matéria seca de parte aérea, raiz e total, número de folhas, altura de planta e distância da inserção da primeira penca em relação ao substrato. Procedeu-se à análise de variância, teste de comparação de médias Scott-Knott e Dunnett, superioridade relativa dos genótipos e análise dos índices de seleção. O genitor doador, acesso selvagem *S. pennellii*, foi de fato tolerante ao déficit hídrico, e a cultivar Santa Clara foi sensível à restrição hídrica. Esse fato reforça o potencial genético do acesso selvagem *S. pennellii* para introgressão de genes promotores de tolerância ao déficit hídrico. O genótipo T5 apresentou potencial agrônomo e níveis satisfatórios de tolerância ao déficit hídrico, sendo 58,2% superior em produção em relação à linhagem pré-comercial e genitora recorrente UFU-040. O índice de seleção de distância genótipo-ideótipo é o mais apropriado para seleção de genótipos de tomateiro submetidos ao déficit hídrico.

Palavras-chave: Estresse abiótico, *Solanum lycopersicum* L., ganhos de seleção, retrocruzamento.

¹ Orientador: Gabriel Mascarenhas Maciel – UFU.

ABSTRACT

OLIVEIRA, CAMILA SOARES. **Genetic gain estimates by different selection criteria in tomato genotypes under water deficit**. 2019. 30 p. Dissertation (Master Program Agronomy/Crop Science) - Federal University of Uberlândia.¹

Tomato crops require high amounts of water and are negatively affected when submitted to water restriction conditions. This may be minimized by using the introgression of genes responsible for controlling the tolerance to water deficits. However, the characteristics related to this type of tolerance are highly complex, which limits selection inferences. The use of selection indexes may be an efficient tool to select genotypes that are more tolerant. This research aims to assess selection indexes based on the estimated genetic gains, as well as to select tomato plant genotypes after they have been submitted to conditions of water deficit through different selection criteria. The research took place at the Horticultural Experiment Station of the Federal University of Uberlândia and was conducted in Random Block Design (RBD) with three repetitions. We used seven genotypes from the interspecific cross between *S. pennellii* vs UFU-040, *Solanum pennellii* the donor parent, UFU-040 the recurrent parent and the cv. Santa Clara, totaling ten treatments. Plants were submitted to a moderate water deficit with a matric potential of -34 kPa. We analyzed foliar temperature, the SPAD index, leaf water potential, amount of fruits produced per plant, average fruit weight, yield per plant, incidence of apical rotting, dry matter of the aerial part percentage, root and total, amount of leaves, plant height, and distance of 1st bunch relative to the substrate. In sequence, analysis of variance, Scott-Knott's and Dunnett's tests for comparison of means, genotypes' relative superiority tests and analysis of selection indexes were performed. The genitor donor, wild accession *S. pennellii*, was indeed tolerant to water deficit and the Santa Clara cultivar was sensitive to water restriction. This fact reinforces the wild accession's genetic potential of *S. pennellii* for introgression of genes that promote water deficit tolerance. The T5 genotype presented agronomic potential and satisfactory levels of water deficit tolerance, and it was 58,2% higher in production than the pre-commercial lineage and the UFU-040 recurrent parent. The ideotype-genotype distance selection index is the most appropriate for selection of tomato plant genotypes submitted to water deficit.

Keywords: Abiotic stress, *Solanum lycopersicum* L., selection gains, backcrossing.

¹ Major professor: Gabriel Mascarenhas Maciel – UFU.

INTRODUÇÃO

Considerada uma das hortaliças de maior importância em escala mundial, o tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é amplamente cultivado em todas as regiões do Brasil, mostrando adaptabilidade sob as diferentes condições climáticas do país (ALVARENGA 2013; LUZ et al., 2016). Essa hortaliça desempenha um papel socioeconômico importante no país, devido à geração de renda e emprego (CARVALHO et al., 2014; BRITO et al., 2015) e à alta produção, pois o Brasil está entre os dez maiores produtores de tomate do mundo (AGRIANUAL, 2016).

Apesar de ser uma espécie amplamente cultivada, o tomateiro destaca-se pela alta demanda hídrica durante todo o seu ciclo (ALVARENGA, 2013; MELO 2014;). Quando submetido a condições de déficit hídrico, um tipo de estresse abiótico, seu desenvolvimento e produção são afetados negativamente (AKSIC et al., 2011; PATANÉ et al., 2011; ÖZBAHÇE et al., 2012; CELEBI, 2014).

Sob a condição de deficiência hídrica, as plantas podem apresentar diferentes respostas em seus mecanismos, entre as quais as mais comuns são o aumento da temperatura foliar (SANTOS et al., 2009; SIMÕES et al., 2015), a diminuição da condutância estomática (MENDES et al., 2007 NASCIMENTO et al., 2011), a redução da fotossíntese (SCALON et al., 2011; LOPES et al., 2011), menor potencial hídrico foliar, redução no tamanho da planta e da folha, abscisão foliar, redução da produtividade, aumento do sistema radicular e redução de matéria fresca e seca, além do aumento da incidência de podridão apical (MORALES et al., 2015a). Nesse sentido, fatores como os conflitos pelo uso e restrições de água, a incapacidade de algumas regiões de suprir a alta demanda hídrica e o alto custo com irrigação em culturas de alta exigência de água, como é o caso do tomateiro (TELLES & COSTA, 2010), justificam estudos relacionados à tolerância dessa cultura ao déficit hídrico para essa cultura.

No Brasil, programas de melhoramento de tomateiro quanto à tolerância ao déficit hídrico são escassos. O fato de a maioria dos caracteres relacionados ao déficit hídrico em tomateiro ser de natureza poligênica e de baixa herdabilidade (LANGRIDGE & REYNOLDS, 2015; LEITE et al., 2016; EGEA et al., 2018) pode contribuir para a existência de poucos estudos nesse campo, visto que o trabalho torna-se mais complexo.

Devido à dificuldade de selecionar múltiplas características simultaneamente e à complexidade de inferências sobre o que se quer selecionar, o emprego de índices de seleção tem sido uma ferramenta bastante útil em programas de melhoramento. Dessa maneira, é estabelecida uma combinação linear de vários caracteres, de forma simultânea, permitindo selecionar genótipos promissores para tal objetivo (VASCONCELOS et al., 2010; RANGEL et al., 2011; CRUZ, 2013).

Tendo isso em vista, o objetivo deste trabalho foi avaliar índices de seleção baseados em estimativas de ganhos genéticos e selecionar genótipos de tomateiro após submetidos a condição de deficiência hídrica por diferentes critérios de seleção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Hortaliças (18°42'43,19" S e 47°29'55,8" W, 873 m de altitude) e no Laboratório de Engenharia de água e solo da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), *campus* Monte Carmelo. Em junho de 2014, foi realizado o cruzamento interespecífico da linhagem UFU-040 (*Solanum lycopersicum*, genitor recorrente) *versus* o acesso selvagem LA-716 (*Solanum pennellii*, genitor doador). UFU-040 é uma linhagem pré-comercial de hábito de crescimento determinado, com potencial agrônomo pertencente ao banco de germoplasma da UFU. O acesso selvagem *S. pennellii* possui genes responsáveis por conferir a eficiência do uso da água (WELL) (ATARÉS et al., 2011; MORALES et al., 2015a ROCHA et al., 2016; MACIEL et al., 2017).

Após a hibridação, foram realizados três sucessivos retrocruzamentos, seguidos de uma autofecundação, com a obtenção de sete genótipos F₂RC₃ (T1: UFU-102-RC3#9-@#13-@#3-@#3; T2: UFU-102-RC3#9-@#13-@#2-@#1; T3: UFU-102-RC3#9-@#13-@#4-@#1; T4: UFU-102-RC3#9-@#13-@#2-@#5; T5: UFU-102-RC3#9-@#13-@#3-@#5; T6: UFU-102-RC3#9-@#13-@#4-@#3; T7: UFU-102-RC3#9-@#13-@#2-@#2). Todos esses genótipos foram obtidos com a seleção de gerações anteriores (F₁RC₁, F₂RC₁, F₁RC₂, F₂RC₂ e F₁RC₃) apenas para características agrônomicas (massa média de frutos e número de frutos), visando *background* comercial do material UFU-040. Em contrapartida, não foi realizada nenhuma seleção para características relacionadas à resistência ao déficit hídrico nessas etapas.

Em junho de 2017, foi realizada a semeadura dos sete genótipos F₂RC₃ obtidos, genitor recorrente (UFU-040), genitor doador (*S. pennellii*) e a *cv.* Santa Clara,

totalizando dez tratamentos, em bandejas de poliestireno de 200 células preenchidas com substrato comercial à base de turfa, vermiculita e calcário. Decorridos 35 dias após a semeadura (DAS), o transplântio foi realizado em vasos plásticos de 5 L, contendo o mesmo substrato utilizado para a produção das mudas.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do tipo arco, com dimensões de 7 m x 21 m e pé direito de 4 metros, coberta com filme de polietileno transparente de 150 micra, aditivado contra raios ultravioleta e cortinas laterais de tela branca antiafideos. As plantas foram identificadas e os tensiômetros instalados em cada parcela, na profundidade de 10 cm, a fim de monitorar a tensão da água no substrato diariamente. Os tratos culturais foram realizados conforme recomendações para a cultura do tomateiro (FILGUEIRA, 2013).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), com três repetições. Cada parcela foi representada por seis plantas. Para a indução ao déficit hídrico, a irrigação foi suspensa até que as parcelas atingissem tensão de água no substrato entre -25 kPa e -35 kPa (MAROUELLI & SILVA, 2007; BORBA et al. 2017; HOTT et al. 2018). Durante o ciclo da cultura, as plantas foram submetidas ao déficit hídrico em quatro períodos: 45, 60, 80 e 100 DAS, correspondendo aos estádios fenológicos vegetativo, início de florescimento, pleno florescimento e frutificação, respectivamente.

As condições meteorológicas no interior da casa de vegetação foram monitoradas por meio de estação meteorológica automática Campbell. As informações referentes à densidade de fluxo ($W\ m^{-2}$) da radiação solar global (Q_g) foram obtidas pelo piranômetro de fotodiodo de silício (NRLITE - Campbell Sci.); a temperatura ($^{\circ}C$) e a umidade relativa do ar (%) foram aferidas pelo sensor Vaissala (HMP45C - Campbell Sci.). Os sensores foram instalados no vão central da casa de vegetação, acima do dossel da cultura, e ligados a um sistema de aquisição de dados (Datalogger CR1000 – Campbell Sci.). Os dados foram armazenados em intervalos de 15 minutos.

Aos 104 DAS, último período em que as plantas foram submetidas ao déficit hídrico, correspondente à fase de frutificação, foram avaliados os parâmetros fisiológicos, morfológicos e agrônômicos. Parâmetros fisiológicos:

Índice SPAD (SPAD): aferido com medidor clorofila portátil SPAD-502, por meio de duas leituras em folhas do terço médio da planta, obtendo-se a média entre as duas medidas efetuadas;

Potencial hídrico foliar (PH): quantificado antes do amanhecer (± 5 h) (“predawn”), com a câmara de pressão tipo Scholander (SoilMoisturemodel3000), com duas folhas do terço médio da planta, obtendo a média expressa em MPa;

Temperatura foliar (TF): medida no período de 12h:30min às 14h, obtida por meio do posicionamento do laser do termômetro infravermelho (modelo NUB-8380, Nubee,) em um folíolo do terço médio da planta, por duas vezes, obtendo-se a média expressa em °C;

Parâmetros morfológicos:

Altura das plantas (AP): mensurada com a trena métrica metálica, tomando por referência o meristema apical e a região do colo da planta, com valor expresso em centímetros;

Número de folhas (NF): foi determinado por meio de contagem direta, na planta, das folhas desenvolvidas e vivas presentes nas duas hastes;

Distância da inserção da primeira penca de frutos (DP): tomando por referência a primeira penca de fruto em relação ao substrato, mensurada com régua graduada (cm). Durante o ciclo dos genótipos, foram realizadas colheitas a cada quatro dias, até totalizar dez colheitas, quando as plantas cessaram a produção (± 130 dias). No decorrer das colheitas, os frutos eram colhidos, identificados e, posteriormente, contabilizados e pesados. Dessa forma, os seguintes parâmetros agronômicos foram avaliados:

Número de frutos produzidos por planta (NFP): razão entre a contabilização total dos frutos e o número de plantas da parcela (frutos. planta⁻¹);

Peso médio de fruto (PMF): razão entre o peso e o número de todos os frutos colhidos da parcela (g);

Produção por planta (PRO): razão entre o peso dos frutos colhidos e o número de plantas da parcela (g.planta⁻¹);

Incidência de podridão apical (PA): os frutos colhidos que apresentavam a característica de fundo preto foram contabilizados para se obter a incidência de podridão apical (%).

Ao final do ciclo, as plantas foram retiradas cuidadosamente dos vasos e colocadas em repouso dentro de tambores com água, para que o substrato das raízes fosse retirado sem danos. As raízes e as partes aéreas foram pesadas separadamente para a obtenção da massa fresca (g.planta⁻¹). Posteriormente, para se obter a massa seca, as partes das plantas foram acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft e colocadas em estufa de circulação de ar forçado por 65 °C, durante um período de 72 horas, até que a

massa fosse constante. Os percentuais de matéria seca de parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) foram obtidos por $MS = \left[\frac{m_{seca} * 100}{m_{fresca}} \right]$, em que MS é a porcentagem de matéria seca, m_{fresca} é a massa fresca obtida após a separação das partes da planta, e m_{seca} é a massa seca obtida após a secagem de cada parte da planta.

Os dados obtidos foram submetidos à confirmação da normalidade dos resíduos por meio dos testes de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$). A homogeneidade de variâncias foi realizada pelo teste de Levene ($p < 0,05$) e, para aditividade de blocos, utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$). Foi utilizado, também, o programa SPSS versão 22.0.0.0 (IBM SPSS, 2018). Posteriormente, realizou-se a análise de variância, considerando o genitor doador *S. pennellii* como testemunha adicional, pelo fato de ser um genótipo tolerante e com características distintas, com a comparação dos quadrados médios realizada pelo teste F ($\alpha = 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ($\alpha = 0,05$) e pelo teste Dunnett ($\alpha = 0,05$); o acesso *S.pennellii* foi considerado a testemunha.

Além disso, foram analisados os seguintes parâmetros genéticos: coeficiente de determinação genotípico (h^2), coeficiente de variação genético (CVg) e índice de variação (CVg / CVe). A superioridade relativa (SR%) de cada população F₂RC₃ foi calculada para todas as variáveis em relação aos genótipos *S. pennellii*, UFU-040 e cv. Santa Clara, por meio da equação: $SR\% = [(C1/C2) - 1] * 100$, em que SR% equivale à diferença em porcentagem das populações F₂RC₃ em relação às testemunhas, C1 equivale à média para uma determinada variável do genótipo a ser calculado e C2 refere-se à média para uma determinada variável dos genótipos com base na qual se deseja relacionar a superioridade em relação ao genitor doador *S. pennellii*, genitor recorrente UFU-040 e cv. Santa Clara.

As estimativas dos ganhos de seleção foram obtidas por intermédio das metodologias de índice de seleção citadas por Cruz (2006): seleção direta e indireta; índice clássico, proposto por Smith (1936) e Hazel (1943); índice da soma de “ranks” de Mulamba & Mock (1978); e índice da distância genótipo-ideótipo. O critério de seleção utilizado foi a redução dos caracteres AP, DP TF e PA e o aumento de MSPA, MSR, MST, NF, SPAD, PH, NFP, MMF, e PRO.

Nas seleções direta e indireta, foram considerados o decréscimo para altura de planta, a altura da primeira penca, a temperatura foliar e o percentual de frutos com podridão apical. Para os demais caracteres, foi considerado o acréscimo. Para o índice

clássico proposto por Smith (1936) e Hazel (1943), índice da soma de *ranks* de Mulamba & Mock (1978) e distância genótipo-ideótipo, adotaram-se peso econômico igual a 1 para MSPA, MSR, MST NF, AP e APP, peso econômico igual a 2 para TF e NFT e peso econômico igual a 3 para os demais caracteres. Para o índice distância genótipo-ideótipo, os valores ótimos, limites inferiores e superiores foram determinados de acordo com as médias máximas e mínimas obtidas no experimento.

Em todas as metodologias, foi adotado o sentido de seleção negativo como favorável para AP, DP, TF e PA, com a finalidade de selecionar genótipos de menores valores para esses caracteres. Para as demais variáveis, foi adotado o sentido de seleção positivo, visando selecionar aqueles que apresentassem maiores valores para tais características. Todas as análises genéticas e estatísticas foram processadas por meio do Programa Computacional em Genética e Estatística – Programa GENES (CRUZ, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disponibilidade hídrica no substrato não foi restritiva para a demanda hídrica das plantas (entre -5 a -10 kPa) até o momento de submissão ao déficit. Após 48 horas da imposição ao déficit hídrico, no momento das avaliações fisiológicas, o substrato estava submetido à tensão moderada (-34 kPa), garantindo que as plantas estivessem sujeitas a um déficit hídrico moderado (Figura 1).

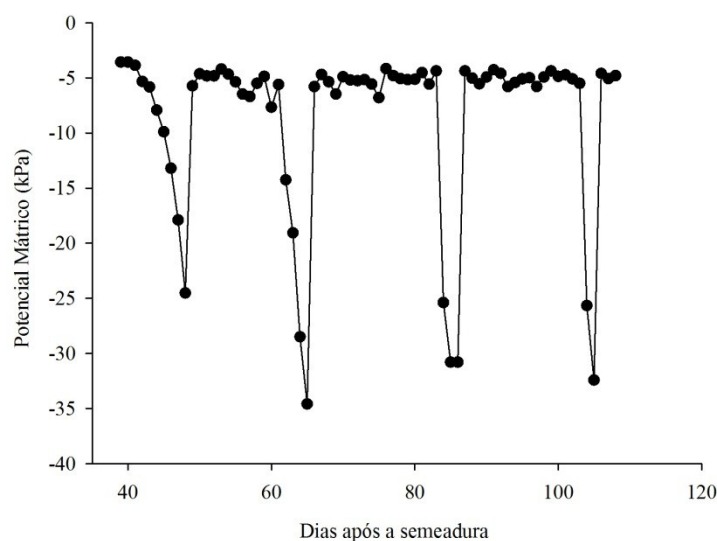


FIGURA 1- Potencial mátrico (kPa) da água no substrato durante o ciclo do tomateiro.

A temperatura média por dia na casa de vegetação variou entre 16,4 e 24,6 °C, durante todo o período do experimento. Esse valor está dentro da faixa de 10°C a 34°C, que é a amplitude tolerável para o desenvolvimento do tomateiro (ALVARENGA; COELHO, 2013). A umidade relativa do ar foi de 47,2%, variando entre 70,1 e 42,5 %, com radiação global média de 106,88 W.m⁻².

No entanto, na data em que foram realizadas as avaliações de potencial hídrico foliar (PH), temperatura foliar (TF), índice SPAD (SPAD), número de folhas (NF), altura de planta (AP) e distância da inserção da primeira penca de frutos (DP), a temperatura média foi de 24,50°C, variando entre 13,91 e 37,12°C, com umidade relativa do ar média de 47,20%, variando entre 21,24 e 84,1%. A média da radiação global e o déficit de pressão de vapor atingiram os valores de 123,03 W.m⁻² e 2,02 kPa, respectivamente (Figura 2).

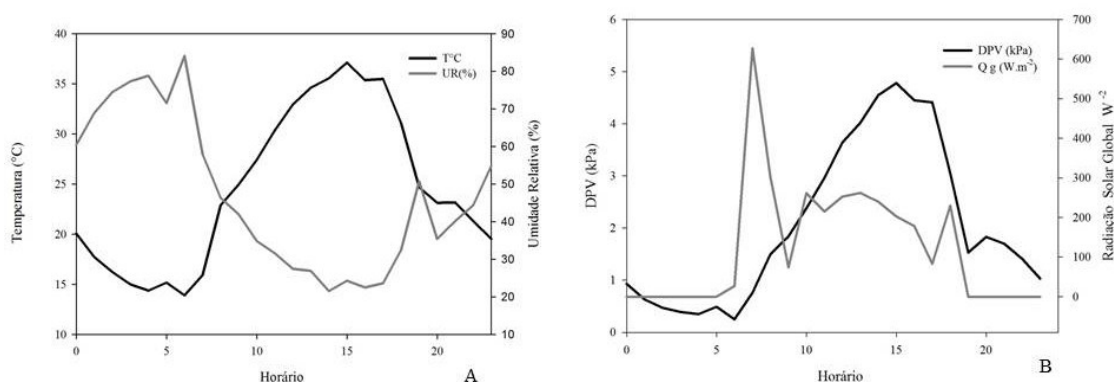


FIGURA 2- A: Temperatura (°C), Umidade relativa (%); B: Radiação Solar Global (W.m⁻²), Déficit de pressão de vapor (kPa), observados a 108 DAS.

Houve diferença entre os genótipos em relação às variáveis analisadas pelo teste de F, ao nível de 5% de significância. Os genótipos com potencial agrônomo não diferiram quanto ao número de folhas (NF) e ao número de frutos por planta (NFP). Porém, quando comparados ao genótipo *S. pennellii*, considerado a testemunha resistente e o genitor doador, os genótipos apenas não diferiram para distância da inserção da primeira penca (APP) (Tabela 1).

TABELA 1- Quadrados médios, médias, coeficientes de variância e parâmetros genéticos de características fisiológicas, morfológicas e agronômicas de dez genótipos de tomateiro submetidos a condições de déficit hídrico, Monte Carmelo-MG, 2018

FV	GL	QM												
		TF	SPAD	PH	NFP	MMF	PRO	PA	MSPA	MSR	MST	NF	AP	DP
Bloco	2	9,5	4,7	0,1	14,1	23,1	1175,0	577,3	259,6	27,4	156,6	1,7	40,9	26,7
Tratamento	9	3,6*	116,3*	0,4*	52,8*	160,7*	90777,4*	929,1*	753,5*	983,1*	637,2*	4,4*	780,3*	39,8*
Genótipos	8	2,3*	31,2*	0,3*	21,7ns	42,3*	45250,6*	759,4*	530,0*	730,6*	400,2*	0,5ns	417,4*	43,4*
Genótipos vs <i>S.pennellii</i>	1	14,0*	797,0*	1,2*	301,6*	1108,4*	454991,6*	2286,0*	2540,8*	3003,3*	2533,1*	35,6*	3683,7*	11,1ns
Resíduo	18	0,8	7,2	0,1	11,8	8,9	8711,1	77,0	166,5	138,3	131,3	0,7	41,1	5,9
Média Geral		33,0	50,9	-2,5	21,7	19,5	410,1	26,2	39,1	39,2	38,2	9,7	68,1	18,3
Média genótipos		33,3	49,2	-2,5	20,7	21,6	451,2	29,1	42,1	42,6	41,3	9,4	64,5	18,1
Média <i>S.pennellii</i>		31,0	66,4	-1,9	31,2	1,3	40,7	0,0	11,5	9,2	10,7	13,0	101,4	20,1
CV(%)		2,7	5,3	9,5	15,8	15,2	22,8	33,5	33,0	30,0	30,0	8,8	9,4	13
H ² (%)		66,0	76,8	76,1	45,5	79,0	80,7	89,9	68,6	81,06	67,2	0	90,1	86,4
CVg(%)		2,1	5,7	10,4	8,8	15,5	24,5	51,9	26,1	32,99	22,9	0	17,4	19,55
CVg/CVe		0,8	1,1	1,1	0,5	1,1	1,2	1,7	0,8	1,2	0,8	0	1,7	1,4

*Difere ao nível de 0,05 de significância pelo teste de F.

H²: coeficiente de determinação genotípica; CVg: coeficiente de variação genética; CVe: coeficiente de variação ambiental.

TF: temperatura foliar; SPAD: índice spad; PH: potencial hídrico foliar; NFP: número de frutos por planta; MMF: massa média de fruto; PRO: produção; PA: % frutos com podridão apical; MSPA: % matéria seca da parte aérea; MSR: % matéria seca de raiz; MST: % matéria seca total; NF: número de folhas; AP: altura da planta; DP: distância entre a primeira penca de frutos e o solo.

O coeficiente de variação CV apresentou valores entre 2,7 e 33,5%. Os maiores CVs foram encontrados para as seguintes variáveis: produção (22,8%), percentual de frutos com podridão apical (33,5%) e percentual de matéria seca de parte aérea, de raiz e total (33%, 30% e 30%) (Tabela 1). Esses resultados indicam alta dispersão dos dados experimentais, que pode ser ocasionada pelas diferenças genética e fenotípica entre os materiais estudados e por serem características altamente influenciadas pelas condições ambientais (COSTA et al., 2008; LEITE et al., 2016).

Para NF, não foi detectada variância genética (Tabela 1). Esse resultado diverge de Morales et al., 2015a, que consideram o número de folhas como um bom parâmetro para a seleção indireta de plantas de tomateiro resistentes ao déficit hídrico.

As estimativas dos coeficientes de determinação genotípica (h^2) mais elevadas ocorreram para SPAD (76,8%), PH (76,1%), MMF (79,0%), PRO (80,7%), PA (89,9%), MSR (81,6%), AP (90,1%), e DP (86,4%). Esses resultados indicaram perspectiva de êxito por meio da seleção fenotípica, o que pode ser confirmado com os valores obtidos no quociente CV_g/CV_e superiores a 1 para esses caracteres (Tabela 1) (RAMALHO et al., 2012).

Embora *S.pennellii* tenha apresentado a menor média para temperatura foliar (31°C), tal temperatura não diferiu estatisticamente dos demais genótipos estudados. No entanto, esse genótipo apresentou as maiores médias para índice SPAD (66,4) e potencial hídrico foliar (-1,9 MPa), distinguindo-se dos demais e evidenciando maior tolerância ao déficit hídrico (Tabela 2).

TABELA 2-Médias das variáveis fisiológicas avaliadas em dez genótipos de tomateiro submetidos ao déficit hídrico, Monte Carmelo-MG, 2018

Genótipos	TF (°C) ¹			SPAD ¹			PH (MPa) ¹		
T1	33,1	a	ns	49,7	B	*	-2,4	b	ns
T2	33,4	a	*	44,4	C	*	-2,6	c	*
T3	32,9	a	ns	53,3	B	*	-2,4	b	ns
T4	33,0	a	ns	50,0	B	*	-2,8	c	*
T5	32,5	a	ns	51,2	B	*	-2,1	a	ns
T6	33,0	a	ns	52,1	B	*	-2,4	b	ns
T7	32,3	a	ns	51,2	B	*	-2,3	b	ns
UFU-040	33,9	a	*	45,5	C	*	-2,8	c	*
cv. Santa Clara	35,2	a	*	45,7	C	*	-3,1	c	*
<i>S.pennellii</i>	31,0	a		66,4	a		-1,9	a	
DMS Dunnett	2,1			6,5			-0,6		

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 0,05. *Médias na coluna diferem da testemunha *S. pennellii* pelo teste de Dunnett a nível de 5% de probabilidade

TF: temperatura foliar; SPAD: índice spad; PH: potencial hídrico foliar

Os genótipos T2 e T4 tiveram comportamento similar ao de UFU-040 e cv. Santa Clara para o potencial hídrico de água na folha, enquanto o genótipo T2 também se assemelhou a esses dois genótipos para o índice SPAD (Tabela 2). A temperatura foliar está associada à disponibilidade de água presente na planta. Tanto a temperatura foliar quanto a exigência hídrica da planta tornam-se inferiores quando a água está disponível. No entanto, o acréscimo da temperatura foliar em relação ao déficit hídrico se dá pela menor transpiração da planta. Isso ocorre devido ao fechamento dos estômatos, prejudicando a assimilação de CO₂ e impactando a atividade fotossintética da planta (MORALES et al., 2015b; TAIZ et al., 2017).

Na comparação entre os genótipos provenientes do cruzamento interespecífico entre *S. pennellii* e UFU-040, observou-se que a temperatura foliar foi semelhante entre os genótipos analisados (teste Scott Knott, $\alpha=0,05$). Os genótipos T1, T3, T4, T5, T6 e T7 foram similares ao genitor doador (*S. pennellii*), pelo uso do teste Dunnett ($\alpha=0,05$), expressando as menores médias para essa variável (Tabela 2). Tais resultados corroboram os de Borba et al., 2017, que avaliaram genótipos provenientes do cruzamento interespecífico de *S. pennellii* x *S. lycopersicum*, encontrando genótipos com comportamento similar a *S. pennellii* para temperatura foliar.

O potencial hídrico de água na folha indica o estado energético da planta, cujos gradientes explicam os fluxos da água no sistema solo-planta-atmosfera (BERGONCI et

al., 2000). Dessa forma, quanto mais próximos de zero estiverem os valores, menor será o impacto do déficit hídrico na planta (MORANDO et al., 2014).

Os genótipos que apresentaram as menores temperaturas foliares, com exceção do T4, também possuíam os menores valores para potencial hídrico de água na folha. Estes foram similares ao *S. pennellii* (genitor doador), com uso do teste Dunnett ($\alpha=0,05$). O acesso T4 apresentou baixo potencial de água na folha (-2,8 MPa), equiparando-se ao acesso T2 (-2,6 MPa), à linhagem UFU-040 (-2,8 MPa) e à cv. Santa Clara (-3,1 MPa), pelo teste Scott-Knott ($\alpha=0,05$). No entanto, vale ressaltar que o T5 apresentou potencial hídrico foliar de -2.1(MPa), não se distinguindo da testemunha resistente (*S. pennellii*, genitor doador) em ambos os testes (Tabela 2). Estudos do potencial hídrico foliar nas culturas da cana de açúcar e feijão caupi evidenciaram que este é um bom parâmetro para detectar plantas mais sensíveis ao déficit hídrico (NASCIMENTO et al., 2011; SILVA et al., 2013). No presente estudo, foi observado que esse parâmetro distinguiu bem os genótipos superiores e inferiores na condição de déficit hídrico.

O genótipo *S. pennellii* destacou-se por apresentar maior índice SPAD (66,4). Contudo, dentre os demais genótipos, apenas T2 (índice SPAD 44,4) não se diferiu do genitor recorrente UFU-040 e da cv. Santa Clara (Tabela 2). A perda de clorofila e o declínio progressivo na capacidade fotossintética da planta são influenciados pela condição de déficit hídrico (SILVA et al., 2014). A associação entre o índice SPAD e o conteúdo de clorofila foliar em plantas submetidas ao déficit hídrico já foi relatada em várias espécies cultivadas, como a cana de açúcar (JANGPROMMA et al., 2010; SILVA et al., 2014) e o amendoim (GRACIANO et al., 2014). Este pode ser um bom parâmetro na seleção de genótipos tolerantes à deficiência hídrica em programas de melhoramento genético, visto que a redução do índice SPAD ocorre de forma mais severa em genótipos suscetíveis (SILVA et al 2013; SILVA et al, 2014). Quanto às características agrônômicas, o genótipo *S.pennellii* apresentou médias 16,6 e 11,08 vezes inferior aos demais genótipos para massa média de fruto e produção, respectivamente (Tabela 3).

TABELAS 3- Médias de características agronômicas avaliadas em dez genótipos submetidos ao déficit hídrico, Monte Carmelo-MG, 2018

Genótipos	NFP ¹			PMF(g) ¹			PRO (kg.planta ⁻¹) ¹			PA(%) ¹		
T1	24,0	b	ns	24,9	a	*	0,603	a	*	19,5	b	ns
T2	18,8	b	*	22,6	a	*	0,423	b	*	20,4	b	ns
T3	18,7	b	*	19,2	b	*	0,359	b	*	22,9	b	*
T4	21,4	b	*	20,8	b	*	0,439	b	*	26,3	b	*
T5	23,0	b	ns	27,4	a	*	0,634	a	*	12,2	c	ns
T6	22,8	b	*	20,1	b	*	0,457	b	*	27,3	b	*
T7	21,2	b	*	24,6	a	*	0,512	a	*	31,0	b	*
UFU-040	20,7	b	*	19,7	b	*	0,401	b	*	34,6	b	*
cv. Santa Clara	15,3	b	*	14,8	b	*	0,231	c	ns	67,7	a	*
<i>S.pennellii</i>	31,2	a		1,3	c		0,041	d		0,0	c	
DMS Dunnett	8,4			7,2			227,1			21,3		

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 0,05. *Médias na coluna diferem da testemunha *S. pennellii* pelo teste Dunnett com nível de 5% de probabilidade.

NFP: número de frutos por planta; MMF: massa média de fruto; PRO: produção; PA: % frutos com podridão apical

Tal circunstância já era esperada, por se tratar de um genótipo silvestre sem qualquer potencial agronômico, usado apenas como fonte doadora de genes. Apesar disso, ele foi o genótipo que produziu maior quantidade de frutos – cerca de 31 frutos.planta⁻¹.

Dentre os demais genótipos, apenas T1 e T5 não diferiram de *S. pennellii* pelo teste Dunnett, produzindo, em média, 24 e 23 frutos por planta, respectivamente (Tabela 3). Em condições de tensão de água no substrato superiores a -25 kPa, o número de frutos produzidos por planta tende a diminuir. Essa redução pode ser ocasionada por abortos florais e não formação de frutos em decorrência da restrição hídrica (HOTT et al., 2018).

Os genótipos T1, T2, T5 e T7, quando comparados aos demais, apresentaram os frutos de maior peso médio. No geral, observou-se que, mesmo diante da condição de déficit hídrico, esses genótipos conseguiram produzir frutos 26,26% mais pesados que os frutos produzidos pelo genitor recorrente UFU-040 e, quando comparados com a cv. Santa Clara, esses genótipos chegaram a alcançar uma superioridade de 68,07% na produção de frutos (Tabela 3). Constata-se, ainda, que o déficit hídrico impactou negativamente a expressão dessa variável. Nesse sentido, Shirahige et al. (2010) e Matos et al. (2012), trabalhando com genótipos do grupo Santa Cruz em condições ideais para seu desenvolvimento, obtiveram massa média de frutos superiores a 120 g.

Todos os genótipos que apresentaram maior peso médio de fruto, exceto T2, destacaram-se por demonstrarem as maiores produções de frutos em relação aos demais genótipos sob a condição imposta. Nota-se que esses genótipos conseguiram produzir em média 182,3 g.planta⁻¹ a mais que o genitor recorrente UFU-040. A cv. Santa Clara foi a que mais sofreu impacto do déficit hídrico – sua produção foi duas vezes menor que a média dos demais genótipos, no geral, sendo tão baixa que não diferiu de *S. pennellii* pelo teste de Dunnett (Tabela 3). Morales et al., 2015b, em busca de selecionar famílias de tomateiro tolerantes ao déficit hídrico na geração F3RC1, obtiveram produção de frutos superiores a 1 kg.planta⁻¹, divergindo dos resultados encontrados no presente estudo, em que a produção máxima obtida das plantas submetidas ao déficit hídrico foi de 0,634 kg.planta⁻¹.

O genitor doador *S. pennellii* não apresentou frutos com podridão apical. Entre os demais genótipos, T5 apresentou 12,2 % de seus frutos com podridão apical, não diferindo estatisticamente de *S. pennellii* em ambos os testes de Scott-Knott e Dunnett. Os genótipos T1 e T2 também não diferiram do genitor doador conforme o teste de Dunnett. A incidência de frutos com fundo preto nos demais genótipos foi superior a 20%. A cv. Santa Clara foi a que apresentou maior percentual de frutos com fundo preto (67,7%), mostrando-se um genótipo muito sensível ao déficit hídrico (Tabela 3). A podridão apical é uma desordem fisiológica comum, pelo fato de formar uma área necrosada e coriácea no fruto de solanáceas. Essa desordem é denominada fundo preto e está associada ao déficit hídrico e de cálcio (SAURÉ et.al, 2001, SOUZA et al., 2011; CANTUÁRIO et al., 2014).

Os menores percentuais do incremento de massa seca de parte aérea e total foram observados no genitor doador *S. pennellii* (11,5 e 10,7 %) (Tabela 4). Isso pode ser decorrente da morfologia divergente das plantas de *S. pennellii* quanto às dos demais genótipos caracterizados. Além disso, a espécie constitui-se num acesso silvestre, apresentando folíolos menores, hastes mais finas, herbáceas e sistema radicular composto por inúmeras radículas finas. No entanto, o genitor recorrente UFU-040 e o cv Santa Clara não diferiram de *S. pennellii*.

TABELAS 4- Médias de características morfológicas avaliadas em dez genótipos submetidos ao déficit hídrico, Monte Carmelo-MG, 2018

Genótipos	MSPA (%) ¹			MSR (%) ¹			MST (%) ¹			NF (folha.planta ⁻¹) ¹			AP (cm) ¹			DP (cm) ¹		
T1	53,6	a	*	35,3	a	ns	48,1	a	*	9,3	b	*	66,7	b	*	14,4	b	ns
T2	39,5	a	ns	56,1	a	*	41,4	a	*	9,7	b	*	59,5	b	*	17,8	b	ns
T3	51,8	a	*	55,1	a	*	52,3	a	*	9,3	b	*	64,9	b	*	15,6	b	ns
T4	51,0	a	*	59,1	a	*	52,1	a	*	10,0	b	*	59,9	b	*	19,0	b	ns
T5	49,0	a	*	18,6	b	ns	40,4	a	*	9,3	b	*	59,8	b	*	15,1	b	ns
T6	51,7	a	*	39,3	a	*	49,3	a	*	9,3	b	*	59,5	b	*	16,3	b	ns
T7	42,2	a	ns	47,3	a	*	42,9	a	*	8,7	b	*	56,2	b	*	20,3	b	ns
UFU-040	19,9	b	ns	53,4	a	*	25,1	b	ns	9,0	b	*	58,7	b	*	17,4	b	ns
cv. Santa Clara	20,5	b	ns	19,0	b	ns	20,0	b	ns	9,7	b	*	94,7	a	ns	26,9	a	*
<i>S. pennellii</i>	11,5	b		9,2	b		10,7	b		13,0	a		101,4	a		20,1	b	
DMS Dunnett	31,4			28,6			27,9			2,1			15,6			5,9		

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05.

*Médias na coluna diferem da testemunha *S. pennellii* pelo teste de Dunnett a nível de 5% de probabilidade

MSPA: % matéria seca da parte aérea; MSR: % matéria seca de raiz; MST: % matéria seca total; NF: número de folhas; AP: altura da planta; DP: distância entre a primeira penca de frutos e o solo.

Observou-se, pelo teste de Dunnett, que T2 e T7 não diferiram de *S. pennellii* quanto ao percentual de massa seca de parte aérea (Tabela 4). Pesquisas com diversas culturas têm demonstrado que o acúmulo de matéria seca de parte aérea reduz com o aumento do potencial matricial do substrato (SILVA et al., 2011; GUSMAO et al., 2012; VIOL et al., 2017). Isso mostra que, apesar da condição de restrição hídrica, os genótipos de tomateiro T1, T3, T4, T5 e T6 foram os menos impactados no acúmulo de massa seca de parte aérea, conforme o teste de Dunnett.

Dando seguimento à análise, constatou-se que os genótipos *S. pennellii*, cv. Santa Clara e T5 foram os que apresentaram menor percentual de massa seca de raiz, em média de 9,2%, 19% e 18,6%, respectivamente. Pelo teste de Dunnett, o T1 também foi considerado uma planta com baixo percentual de acúmulo de massa seca de raiz, com 35,3 % (Tabela 4). Pesquisas com tomateiro, beterraba e *Brachiaria brizantha* mostram que esse parâmetro não é eficiente em distinguir genótipos mais tolerantes ao déficit hídrico. Entretanto, resultados evidenciam que quanto mais água disponível maior a tendência em acumular matéria seca na raiz (PEZZOPANE et al., 2014; MORALES et al., 2015b; SILVA et al., 2015).

O genótipo *S. pennellii* apresentou a quantidade média de 13 folhas, enquanto os demais apresentaram em média 9,4 folhas (Tabela 4). Plantas que apresentam alto vigor mesmo com a condição de restrição hídrica tendem a ser mais tolerantes ao déficit hídrico (MORALES et al. 2015a). Em contrapartida, a cv Santa Clara, mesmo apresentando a maior altura, produziu número de folhas similar ao dos demais genótipos com hábito de crescimento determinado (Tabela 4). Esse fato evidencia que a ocorrência do déficit hídrico pode ter ocasionado senescência de foliar e restrição no surgimento de novas folhas como mecanismo para reduzir a transpiração e os gastos metabólicos (INMAN-BAMBER et al., 2008; PADILHA et al., 2016).

Quanto à altura de planta, nota-se que *S. pennellii* e a cv Santa Clara apresentaram alturas de 101,4 e 94,7 cm, respectivamente, distinguindo-se dos demais genótipos. Esse resultado já era esperado, visto que são duas plantas de hábito de crescimento indeterminado. Quando comparados os demais genótipos com o genitor recorrente UFU-040 de hábito determinado (58,7 cm), suas alturas variaram entre 56,2 e 66,7 cm, mostrando que o retrocruzamento foi eficiente no resgate dessa característica (Tabela 4).

A distância da inserção da primeira penca de frutos na *cv* Santa Clara foi de 26,9 cm. Nos demais genótipos, com exceção do *S. pennellii*, a altura da primeira penca foi em média 64,31% inferior em relação a essa cultivar (Tabela 4).

O genitor recorrente UFU-040 e a *cv* Santa Clara, ao serem comparados com os demais genótipos, em nível de proporção, mostraram-se mais divergentes do acesso silvestre (Tabela 5). Borba et al., 2017, relatam a superioridade de *S. pennellii* para a condição de déficit hídrico em relação a genótipos da espécie *Solanum lycopersicum*.

TABELA 5- Superioridade relativa de genótipos de tomateiro em relação ao genitor doador *S. pennellii*, ao genitor recorrente (UFU-040) e à cv. Santa Clara, Monte Carmelo, Universidade Federal de Uberlândia, 2018

	Genótipos	TF	SPAD	PH	NFP	PMF	PROD	FP	MSPA	MSR	MST	NF	AP	DP
<i>S.pennellii</i>	T1	6,7	-25,2	-30,2	-23,1	1819,0	1381,7		367,5	282,9	351,0	-28,2	-34,2	-28,6
	T2	7,9	-33,2	-39,3	-39,7	1641,6	940,3	-	244,8	507,8	288,8	-25,6	-41,3	-11,5
	T3	6,1	-19,7	-30,3	-40,2	1383,5	782,9	-	352,0	496,8	390,6	-28,2	-35,9	-22,4
	T4	6,5	-24,7	-48,2	-31,5	1505,9	979,3	-	344,7	540,6	388,6	-23,1	-40,9	-5,5
	T5	5,0	-22,8	-13,4	-26,3	2011,8	1459,2	-	327,8	101,3	278,8	-28,2	-41,0	-25,0
	T6	6,6	-21,5	-27,7	-26,9	1450,6	1023,1	-	351,3	326,0	362,8	-28,2	-41,3	-18,9
	T7	4,2	-23,0	-22,3	-32,2	1794,6	1160,1	-	268,3	412,2	302,7	-33,3	-44,5	0,81
	UFU-040	9,4	-31,4	-50,0	-33,8	1416,7	885,5	-	73,7	478,5	135,3	-30,8	-42,1	-13,3
cv. Santa Clara	Clara	13,7	-31,1	-64,8	-50,9	1039,3	468,3	-	78,4	105,6	87,7	-25,6	-6,6	33,7
	T1	-2,5	9,1	7,1	16,1	26,5	50,3	-43,4	169,1	-33,8	91,7	3,7	13,6	-17,7
	T2	-1,4	-2,5	13,1	-8,9	14,8	5,6	-40,9	98,5	5,0	65,2	7,4	1,3	2,1
	T3	-3,0	17,1	14,3	-9,7	-2,2	-10,4	-33,7	160,2	3,2	108,5	3,7	10,6	-10,5
	T4	-2,7	9,8	1,2	3,5	5,9	9,5	-24,0	15,0	10,7	107,6	11,1	2,1	8,9
	T5	-4,0	12,5	24,4	11,3	39,2	58,2	-64,8	146,2	-65,2	61,0	3,7	1,9	-13,5
	T6	-2,5	14,4	14,9	10,5	2,2	14,0	-21,0	159,8	-26,4	96,7	3,7	1,3	-6,5
	T7	-4,8	12,4	18,4	2,4	24,9	27,9	-10,3	112,0	-11,5	71,1	-3,7	-4,2	16,2
cv. Santa Clara	Santa Clara	3,9	0,4	-9,9	-25,8	-24,9	-42,3	95,8	2,7	-64,5	-20,2	7,4	61,3	54,1
	<i>S.pennellii</i>	-8,6	45,8	33,3	51,6	-93,4	-89,8	-100,0	-42,4	-82,7	-57,5	44,4	72,7	15,3
	T1	-6,2	8,7	15,5	56,6	68,4	160,7	-71,2	162,0	86,2	140,3	-9,1	-29,6	-46,6
	T2	-5,1	-2,9	20,9	22,8	52,9	83,0	-69,8	93,3	195,6	107,1	0,0	-37,2	-33,8
	T3	-6,6	16,6	20,9	21,8	30,2	55,3	-66,1	153,4	190,2	161,4	-3,4	-31,4	-41,9
	T4	-6,3	9,4	10,1	39,5	40,9	89,9	-61,2	149,3	211,6	160,3	3,4	-36,7	-29,3
	T5	-7,6	12,1	31,2	50,0	85,4	174,3	-82,0	139,8	-2,1	101,8	-3,4	-36,8	-43,9
														...

...continua...

TABELA 5- Continuação

cv. Santa Clara	Genótipos	TF	SPAD	PH	NFP	PMF	PROD	FP	MSPA	MSR	MST	NF	AP	DP
	T6	-6,2	14,0	22,5	48,9	36,1	97,6	-59,7	153,0	107,2	146,5	-3,4	-37,2	-39,4
	T7	-8,3	11,9	25,8	38,1	66,3	121,7	-54,2	106,4	149,1	114,5	-10,3	-40,6	-24,6
	UFU-040	-3,7	-0,4	8,9	34,8	33,1	73,4	-48,9	-2,6	181,4	25,4	-6,9	-38,0	-35,1
	<i>S. pennellii</i>	-12,0	45,3	39,3	103,7	-91,2	-82,4	-100,0	-43,9	-51,4	-46,7	34,5	7,0	-25,2

TF: temperatura foliar; SPAD: índice spad; PH: potencial hídrico foliar; NFP: número de frutos por planta; MMF: massa média de fruto; PRO: produção; PA: % frutos com podridão apical; MSPA: % matéria seca da parte aérea; MSR: % matéria seca de raiz; MST: % matéria seca total; NF: número de folhas; AP: altura da planta; DP: distância entre a primeira penca de frutos e o solo

Com base em todas as características avaliadas, 80% dos genótipos provenientes do cruzamento de *S. pennellii* vs UFU 040 mostraram-se superiores à cv Santa Clara na condição de déficit hídrico, exceto o T2, que apresentou número de folhas similar e índice SPAD 2,9% inferior. A cv Santa Clara se mostrou superior a T4, apresentando número de folhas 3,45% maior.

Com base nas características fisiológicas, o genótipo T2 é o de menor potencial, visto que *S. pennellii* foi 33,2% superior a esse genótipo quanto ao índice SPAD, comportando-se de forma inferior a UFU-040 e à cv Santa Clara. Já o genótipo T4 apresentou potencial hídrico foliar 48,2% inferior a *S. pennellii* e superioridade de 1,2% em relação ao genitor recorrente UFU-040, mostrando-se muito similar a ele para essa variável (Tabela 5).

Os genótipos T5 e T7 apresentam-se pouco inferiores em relação a *S. pennellii*, pois a diferença da temperatura foliar em relação ao *S. pennellii* foi de apenas 4,2 % e 5 % superior. Quando se comparam esses mesmos genótipos com o genitor recorrente UFU-040 e a cv. Santa clara, a temperatura foliar é inferior, em média, 4,41% e 7,99% (Tabela 5).

A superioridade do *S. pennellii* em relação aos genótipos quanto ao número de frutos produzidos variou de 23,1% a 50%. Os genótipos T1 e T5 destacaram-se por apresentarem massa média de frutos superior à do genitor recorrente em nível de 26,5% e 39,24%, com produção superior a 50%. Esses genótipos também merecem destaque por apresentarem menor incidência de podridão apical em relação aos demais (Tabela 5).

Todos os genótipos descendentes de *S.pennellii* e UFU-040 foram superiores ao genitor recorrente em massa seca de parte aérea e total. Porém, para massa seca de raiz, apenas T2, T3 e T4 incrementaram em média 6,3% a mais em relação a UFU-040 (Tabela 5).

Quanto à altura das plantas, o T7 foi 4,25% menor que UFU-040, característica muito importante para seleção de plantas de hábito de crescimento determinado. Os genótipos T1, T3, T5 e T6 apresentaram distância da inserção da primeira penca com superioridade variando entre 6,5% e 17,7% em relação ao genitor recorrente (Tabela 5).

A seleção direta é direcionada para um caráter e consiste na obtenção de ganhos máximos sobre caráter em que se pratica a seleção. Esse caráter pode estar associado a outros e, dessa forma, podem ocorrer respostas favoráveis ou desfavoráveis nos

caracteres de importância secundária não considerados no processo seletivo (CRUZ, 2013).

A seleção direta para as características fisiológicas temperatura foliar, índice SPAD e potencial de água na folha é favorável à seleção indireta para a redução da incidência de podridão apical de frutos. Nos três casos, os ganhos foram, em média, de ordem de 26%. Ademais, a seleção por essas variáveis favorece o aumento no número de folhas e de frutos, contudo, elas pouco influenciam no ganho para produção. Na seleção direta, visando o decréscimo para a temperatura foliar, o acréscimo para o índice SPAD e o potencial de água na folha, os genótipos T5 e T7 tiveram comportamento similar a *S. pennelli*, mostrando-se promissores (Tabela 6).

TABELA 6- Estimativa de ganhos de seleção (GS%) pelo método de seleção direta obtidos para 12 caracteres avaliados, pelas seleções direta e indireta, de genótipos de tomateiro submetidos ao déficit hídrico, Monte Carmelo-MG

Caracteres	GS(%) ¹												
	TF	SPAD	PH	NFP	MMF	PRO	PA	MSPA	MSR	MST	NF	AP	DP
TF	-1,4	-1,4	-1,2	-1,0	-0,4	-0,5	-0,9	-0,3	0,1	-0,4	0,2	0,0	0,1
SPAD	5,2	5,9	3,2	4,4	-2,5	-0,2	3,1	0,5	-3,1	0,5	0,4	-3,1	-0,9
PH	-5,7	-8,1	-8,1	-4,0	-1,1	-1,4	-5,8	-0,5	2,2	0,6	2,2	-2,2	-0,2
NFP	2,9	3,5	3,6	5,8	-0,1	1,6	3,0	0,6	-3,3	-0,2	0,9	-0,9	0,4
MMF	-3,5	-4,1	-1,4	-2,6	18,3	16,3	-1,8	12,0	7,5	9,7	-10,8	13,5	11,0
PRO	-2,5	-1,8	0,7	4,9	22,1	23,4	0,4	17,4	3,3	12,6	-12,4	14,9	16,0
PA	-26,5	-25,8	-27,5	-31,3	-14,8	-10,1	-38,4	-15,6	2,9	-2,7	2,1	-3,8	-9,9
MSPA	3,6	3,8	-0,5	7,5	14,0	18,3	3,5	21,7	3,2	19,3	-6,8	2,5	10,8
MSR	-2,9	-11,0	-10,6	-14,3	8,4	1,4	-9,0	4,6	30,9	16,5	-7,2	7,6	2,2
MST	2,5	1,6	-2,3	3,3	11,9	14,6	0,6	17,9	8,0	18,8	-6,6	2,8	8,4
AP	0,4	0,3	-1,1	1,8	-10,2	-10,2	3,1	-7,9	-11,0	-8,8	11,0	-12,4	-8,2
DP	-1,3	-3,8	-1,8	-6,2	-4,7	-6,1	-8,0	-10,5	-1,2	-5,6	6,4	-4,3	-11,9
Total	-30,6	-42,4	-48,2	-32,8	40,7	46,8	-51,2	39,7	39,6	60,0	-20,3	-14,6	17,7
Genótipos Selecionados	S. <i>pennellii</i>	S. <i>pennellii</i>	S. <i>pennellii</i>	S. <i>pennellii</i>	T5	T5	S. <i>pennellii</i>	T1	T4	T3	T10	T7	T1
	T7	T3	T5	T1	T1	T1	T5	T3	T2	T4	T4	UFU- 040	T5
	T5	T6	T7	T5	T7	T7	T1	T6	T3	T6	T2	T2	T3
	T3	T5	T6	T6	T2	T6	T2	T4	UFU- 040	T1	cv. Santa Clara	T6	T6
	T4	T7	T2	T4	T4	T4	T3	T5	T7	T7	T1	T5	UFU- 040

TF: temperatura foliar; SPAD: índice spad; PH: potencial hídrico foliar; NFP: número de frutos por planta; MMF: massa média de fruto; PRO: produção; PA: % frutos com podridão apical; MSPA: % matéria seca da parte aérea; MSR: % matéria seca de raiz; MST: % matéria seca total; NF: número de folhas; AP: altura da planta; DP: distância entre a primeira penca de frutos e o solo.

A seleção direta para os caracteres agronômicos pressupõe ganhos de 18,3% para massa média de frutos, 5,8% para número de frutos produzidos, 23,4% para produção e 38,4% para a redução da incidência de frutos com podridão apical. A seleção fundamentada nessas características selecionou de forma majoritária os genótipos T1 e T5. Por outro lado, os genótipos T4 e T7, apesar de serem selecionados para massa média de fruto e produção, não apresentam potencial para redução de incidência de podridão apical. Rodrigues et al., 2017, evidenciaram a eficiência da seleção direta sob caracteres agronômicos, para genótipos de feijão caupi tolerantes ao déficit hídrico.

Os ganhos visando incremento de matéria seca por meio da seleção direta variaram de 18,8% a 30,9 %. No entanto, a eficiência da seleção é maior quando baseada na matéria seca de parte aérea e total, selecionando os genótipos que tiveram comportamento melhor em condições de déficit hídrico, como T5, T1, T6 e T7. A seleção baseada na matéria seca de raiz selecionou os genótipos de comportamento inferior até mesmo em relação à cv. Santa Clara e ao genitor recorrente UFU-040, como é o caso de T2 (Tabela 6) (Tabela 5).

A seleção com base em número de folhas não apresenta ganhos devido à não existência de variabilidade genética para essa característica (Tabela 1). Nota-se que, para seleção, esse parâmetro é ineficiente, pois seleciona *S.pennellii* e cv. Santa Clara, que são completamente divergentes, como potenciais para tolerância ao déficit hídrico (Tabela 6).

A seleção direta visando a redução da altura de planta e distância da inserção da penca pressupõe ganhos de 12,4% e 11,9%, respectivamente. A escolha dos genótipos para essa característica é eficiente, pois seleciona genótipos similares ao genitor recorrente UFU-040, ou seja, aqueles de menor porte – dessa forma, os genótipos T5 e T6 foram selecionados para ambas as características. Porém, T7 e T2 também apresentaram plantas de baixa estatura, assim como T1 e T3 apresentaram menor distância da inserção da primeira penca.

O índice Distância genótipo-ideótipo pressupôs o maior ganho para a produção (23,4%) e obteve ganhos similares ao método de seleção direta (Tabela 7). Com base nesse índice, os genótipos selecionados foram T1, T4, T5, T6 e T7. Luz et al. 2014

verificaram que a distância ao índice genótipo-ideótipo utilizada na seleção de progênies intraespecíficas de amendoim apresenta ampla chance de sucesso na seleção.

TABELA 7- Estimativa dos ganhos de seleção (GS%) obtida para doze características e três índices de seleção, Monte Carmelo- MG

Caracteres	Smith (1936) & Hanzel(1943)	Mulamba & Mock (1978)	Distância genótipo-ideótipo
TF	0,7	-0,5	-0,5
SPAD	-3,4	0,8	-0,2
PH	3,5	-3,5	-1,4
NFP	-3,8	0,5	1,6
MMF	4,2	15,0	16,3
PRO	0,5	20,3	23,4
PA	28,6	-12,4	-10,1
MSPA	3,3	18,6	18,3
MSR	10,2	-0,2	1,4
MST	5,1	14,7	14,6
AP	-2,9	-8,9	-10,2
DP	8,3	-9,3	-6,1
Total	55,2	34,6	46,8
Genótipos Selecionados	T2	T5	T7
	cv. Santa Clara	T1	T6
	T7	T6	T5
	T6	T7	T4
	T4	T3	T1

TF: temperatura foliar; SPAD: índice spad; PH: potencial hídrico foliar; NFP: número de frutos por planta; MMF: massa média de fruto; PRO: produção; PA: % frutos com podridão apical; MSPA: % matéria seca da parte aérea; MSR: % matéria seca de raiz; MST: % matéria seca total; NF: número de folhas; AP: altura da planta; DP: distância entre a primeira penca de frutos e o solo.

O índice de Mulamba & Mock (1978) presume ganhos em produção de 20%, porém, mostra-se mais eficiente que o índice distância genótipo-ideótipo no ganho para redução de incidência de podridão apical (12,4%). Dessa forma, a seleção de genótipos, de acordo com essa metodologia, segue o seguinte *ranking*: T5, T1, T6, T7 e T3. Bizari et al. (2017) aferiram que o método de Mulamba & Mock (1978) proporciona distribuição equilibrada de ganhos de seleção, propiciando maiores ganhos para o objetivo de promover a seleção baseada em caracteres agronômicos na cultura da soja.

No presente estudo, entretanto, verificou-se que o método distância genótipo-ideótipo apresenta maior média geral de ganho (46,8%), em comparação com Mulamba & Mock (1978)(34,6%). O índice de seleção menos eficiente para esse objetivo foi o de

Smith (1936) e Hanzel (1943); visto entre os genótipos selecionados por essa metodologia estão a cv. Santa Clara e o genótipo UFU-040, que se mostraram muito sensíveis ao déficit hídrico (Tabela 6).

CONCLUSÃO

O acesso *S.pennellii* e o genótipo T5= UFU-102-RC3#9-@#13-@#3-@#5 são tolerantes ao déficit hídrico. Além disso, o índice de seleção de distância genótipo-ideótipo é o mais apropriado para seleção de genótipos de tomateiro submetidos ao déficit hídrico.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**: Tomate. São Paulo. 2016. p. 435-441, 470p.
- AKSIC, M.; GUDZIC, S.; DELETIC, N.; GUDZIC, N.; STOJKOVIC, S. Tomato Fruit Yield and Evapotranspiration in the Conditions of South Serbia. **Journal of Agricultural Science**, Bulgarian, v. 17, n. 2, p. 150-157, 2011.
- ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S. Sistema de produção. *In: Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia*. 2. ed., Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013. p. 202-243.
- ATARES, A.; MOYANO, E.; MORALES, B.; SCHLEICHER, P.; GARCÍA-ABELLÁN, J.O.; ANTÓN, T.; GARCÍA-SOGO, B.; PEREZ-MARTIN, F.; LOZANO, R; FLORES, F.B.; MORENO, V.; BOLARIN, M.C.; PINEDA, B. An insertional mutagenesis programme with an enhancer trap for the identification and tagging of genes involved in abiotic stress tolerance in the tomato wild-related species *Solanum pennellii*. **Plant Cell Reports**.v.30, p.1865-1879, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00299-011-1094-y>
- BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; SANTOS, A. O. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1531-1540, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000800005>
- BIZARI, E. H.; VAL, B. H. P. ; PEREIRA, E. D. M.; MAURO, A. O. D.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H. Selection indices for agronomic traits in segregating populations of soybean. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 110-117 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170012>
- BORBA, M. E. A.; MACIEL, G. M.; FRAGA JÚNIOR, E. F.; MACHADO JÚNIOR, C. S.; MARQUEZ, G. R.; SILVA, I. G.; ALMEIDA, R.S. Gas exchanges and water use efficiency in the selection of tomato genotypes tolerant to water stress. **Genetics and Molecular Research**, v.16, p.1-9, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr16029685>
- BRITO, M.E.B.; SOARES, L.A. A. ; LIMA, G.S ; SÁ, F.V.S. ; ARAÚJO, T. T.; SILVA, ECB da. Crescimento e formação de fitomassa do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas. **Irriga**, v.20, p.139-153, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2015v20n1p139>
- CANTUÁRIO, F. S.; LUZ, J. M. Q.; PEREIRA, A. I. A.; SALOMÃO, L. C.; REBOUÇAS, T. N. H. Blossom-end rot and scald in fruits of sweet pepper submitted to water stress and silicon rates. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.2, p. 215-219, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000200017>
- CARVALHO, C.R.F.; PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M.; SOUZA, C.L. M.; SOUSA, E.F. Viabilidade econômica e de risco da produção de tomate no município de Cambuci/RJ, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.12, p.2293-2299, 2014. DOI:

<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131570>

CELEBI, M. The effect of water stress on tomato under different emitter discharges and semi-arid climate condition. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 20, p. 1151-1157, 2014.

COSTA, M.M.; MAURO, A.O.; UNÊDA-TREVISOLI, S.H.; ARRIEL, N.H.C.; BÁRBARO, I.M.; SILVEIRA, G.D.; MUNIZ, F.R.S. Heritability estimation in early generations of two-way crosses in soybean. **Bragantia**, v.67, p.101- 108, 2008.DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000100012>

CRUZ C.D. Genes Software - extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum Agronomy**. v.38, n.4, p.547-552, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i3.32629>

CRUZ, C.D. Genes a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35, p.271 276, 2013.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Biometria.Editora Viçosa:UFV, 2006. 382p.

EGEA, I.; ALBALADEJO, I.; MECO, V.; MORALES, B.; SEVILLA, A. BOLARIN, M.C.; FLORES, F.B. The drought-tolerant *Solanum pennellii* regulates leaf water loss and induces genes involved in amino acid and ethylene/jasmonate metabolism under dehydration. **Scientific Reports**. v. 8, p.2791, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21187-2>

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. ampl. Viçosa: UFV, 2013. 421p.

GRACIANO, E.S.A.; SANTOS, H.R.B.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Gas exchange, photochemical efficiency and photosynthetic pigments of peanut cultivars under water deficit in the soil. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava-PR, v.9, n.1, p.27-36, 2016.

GUSMAO, M.; SIDDIQUE, K. H. M.; FLOWER, K.; NESBITT, H.; VENEHKLAAAS, E. J. Water deficit during the reproductive period of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) reduced grain yield but maintained seed size. **Journal of Agronomy & Crop Science**, Hoboken, v.198, n.6, p.430-441, 2012.DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2012.00513.x>

HAZEL LN. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, v.28, p. 476-490, 1943.

HOTT, M.O.; REIS, E.F.; LIMA, V.L.S.; PEREIRA, L.R.; GARCIA, G.O. Development and Productivity of Tomato Plants under Water Deficit. **Journal of Experimental Agriculture International**. v. 21, p.1-10, 2018. DOI : <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/39849>

IBM SPSS Statistics 22. IBM. 2018. Software. Disponível em: <https://spss.pt.downloadastro.com/>. Acesso em: 19 maio 2018.

INMAN-BAMBER, N.G.; BONNETT, G.D.; SPILLMAN, M.F.; HEWITT, M.L.; JACKSON, J. Increasing sucrose accumulation in sugarcane by manipulating leaf extension and photosynthesis with irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.59, p.13-26, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR07167>

JANGPROMMA, N.; SONGSRI, P.; THAMMASIRIRAK, S.; JAISIL, P. Rapid assessment of chlorophyll content in sugarcane using a spad chlorophyll meter across different water stress conditions. **Asian Journal of Plant Sciences**, Nova York, v. 9, n. 6, p. 368-374, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajps.2010.368.374>

LANGRIDGE P, REYNOLDS M P. Genomic tools to assist breeding for drought tolerance. **Current Opinion in Biotechnology**, v.32, p.130-135, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2014.11.027>

LEITE W.S.; PAVAN B.E.; MATOS FILHO C.H.A.; ALCANTARA NETO F.; OLIVEIRA C.B.; FEITOSA F.S. Estimativas de parâmetros genéticos, correlações e índices de seleção para seis caracteres agrônômicos em linhagens F8 de soja. **Comunicata Scientiae** . v.7, n.3, p.302- 310, 2016.DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v7i3.1176>

LOPES, M.S.; ARAUS, J.L.; VAN HEERDEN, P.D.R.; FOYER, C.H. Enhancing drought tolerance in C4 crops. **Journal of Experimental Botany**, v.62, p.3135- 3153, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/err105>

LUZ, J.M.Q.; BITTAR, C.A.; OLIVEIRA R.C.; NASCIMENTO, A.R.; NOGUEIRA, A.P.O. Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v.34, p. 483-490, 2016. DOI : <https://doi.org/10.1590/s0102-053620160406>

LUZ, L. N. DA; SANTOS, R. C. DOS; MELO FILHO, P. DE A.; GONÇALVES, L. S. A. Combined selection and multivariate analysis in early generations of intraspecific progenies of peanuts. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.74, p.16-22, 2014.DOI:<https://doi.org/10.4067/S0718-58392014000100003>

MACIEL, G.M.; BERENGUER,A.F.;SILVA, E.C.; FRAGA JUNIOR, E.F.;ROCHA, D.K.; ROCHA, J.P.R. da. Déficit hídrico induzido por manitol para seleção de genótipos de tomateiro. **Revista Ciências. Agrárias**, v. 60, n. 4, p. 315-321, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4322/rca.2482>

MAROUELLI, A. W.; SILVA, W. L. Water tension thresholds for processing tomatoes under drip irrigation in Central Brazil. **Irrigation Science**, New York, v. 25, n. 4, p. 411-418, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00271-006-0056-6>

MATOS, ES; SHIRAHIGE, FH; MELO, PCT. Desempenho híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função dos sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.240-245, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000200010>

MELO, P. C. T.; Produção de sementes de tomate. *In*: NASCIMENTO, W. M. **Produção de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2014. v. 2, cap. 8, p. 235-266.

MENDES, R. M. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PINHO, J. L. N.; PITOMBEIRA, J. B. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. **Ciência Agronômica**, v.38, p.95-103, 2007.

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, 2015b. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000100005>

MORALES, R.G.F.; RESENDE, L.V.; BORDINI, I.C.; GALVAO, A.G.; RESENDE, F.C. Caracterização do tomateiro submetido ao déficit hídrico. **Scientia Agraria**. v.16, p. 9-17, 2015a. DOI: <https://doi.org/10.5380/rsa.v16i1.41042>

MORANDO, R.; SILVA, A. O.; CARVALHO, L. C.; PINHEIRO, M. Déficit hídrico: efeito sobre a cultura da soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, p. 114-129, 2014.

MULAMBA, N.N.; MOCK J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays*) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, v.7, p. 40-57, 1978.

NASCIMENTO, S. P; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, E. M. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 08, p. 853-860, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000800013>

ÖZBAHÇE, A.; TARI, A. F.; ÇAKIR, R. Influence of various water supply level and emitter spacing on yield and water use of processing tomato grown in middle Anatolian region of Turkey. **Research on Crops**, v. 13, p. 262-267, 2012.

PADILHA, N.S.; SILVA, C.J.; PEREIRA, S.B.; SILVA, J.A.N.; HEID, D.M.; BOTTEGA S.P.; SCALON, S.P.Q. Crescimento inicial do pinhão-mansão submetido a diferentes regimes hídricos em latossolo vermelho distrófico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 513-521, abr.-jun., 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509822752>

PATANÉ, C.; TRINGALI, S.; SORTINO, O. Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 129, n. 4, p. 590-596, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.04.030>

PEZZOPANE, C.G.; SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G.; ALTOÉ, J.; RIBEIRO, F. A.; VALLE, C. B. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v.45 n.5, p.871-876, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130915>

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R.
Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas.
Lavras: Editora UFLA, 2012, 522 p.

RANGEL, R. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; CANDIDO, L. S. Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 473-481, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200029>

ROCHA, D. K.; MACIEL, G. M.; FRAGA JUNIOR, E. F.; MACHADO JÚNIOR, C. S.; NOGUEIRA, G. G. S.; ALMEIDA R. S. de. Seleção de genótipos de tomateiro submetidos ao estresse hídrico em função da expressão de características fisiológicas. **Revista brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 2, p. 80-84, 2016. DOI : <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i2a5369>

RODRIGUES ,E.V.; DAMASCENO-SILVA, K.J.; ROCHA,M.M.; BASTOS, E.A.; TEODORO,P.E. Selection of cowpea populations tolerant to water deficit by selection index. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 5, p. 889-896, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170105>

ROSADO, L. D. S.; SANTOS, C. E. M. D.; BRUCKNER, C. H.; NUNES, E. S.; CRUZ, C. D. Simultaneous selection in progenies of yellow passion fruit using selection indices. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 95-101, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000100014>

SANTOS, M.G.; RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; PIMENTEL, C. Photosynthetic parameters and leaf water potential of five common bean genotypes under mild water deficit. **Biologic Plantarum**, v.53, p. 229-236, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10535-009-0044-9>

SAURE M.C. Review. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum*) a calcium- or a stress-related disorder? **Scientia Horticulturae**, v.90, p.193-208, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(01\)00227-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(01)00227-8)

SCARLON, S.P.Q.; TEODÓSIO, T.K.C.; NOVELINO, J.O.; KISSMANN, C.; MOTA, L.H.H. Germinação e crescimento de *Caesalpinia férreamart.* extul. em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.633-639, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000400007>

SHIRAHIGE, F.H.; MELO, A.M.T.; PURQUERIO, L.F.V.; CARVALHO, C.R.L.; MELO, P.C.T. Yield and fruit quality of Santa Cruz and Italian tomatoes depending on fruit thinning. **Horticultura Brasileira**, v.28, n. 3, p. 292-298, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300009>

SILVA, A.O.; SILVA, E.F.F.; BASSOI, L.H.; KLAR, A.E. Desenvolvimento de cultivares de beterraba sob diferentes tensões da água no solo. **Horticultura Brasileira**, v.33, p.12-18, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102->

SILVA, M.A.; SANTOS, C.M.; ARANTES, M.T.; BRUNELLI, M.C.; HOLANDA, L.A. de. Respostas fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica e a reidratação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n.3, p. 28-35, 2013.

SILVA, M.A.; SANTOS, C.M.; VITORINO, H.S.; RHEIN, A.F.L. Photosynthetic pigments and SPAD index as descriptors of water deficit stress intensity in sugar cane. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 173-181, Jan./Feb. 2014

SIMÕES W.L.; CALGARO M.; COELHO D.S.; SOUZA M.A.; LIMA J.A. Physiological and technological responses of sugarcane to different irrigation systalks. **Revista Ciência Agronômica**, v.46: p.11-20, 2015.
DOI:<https://doi.org/10.1590/S1806-66902015000100002>

SMITH, H.F. A discriminant function for plant selection. **Annual Eugenics**, v.7, p.240-250, 1936. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.1936.tb02143.x>

SOUZA, V.F.; MAROUELLI, W.A.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; COELHO FILHO, M.A. **Irrigação e fertirrigação em fruteira e hortaliças**. Brasília: Embrapa. 2011. 721-736p.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed. 2017. 888 p.

TELLES, D. D.; COSTA, R. P. **Reúso da água: Conceitos, teorias e práticas**. 2. ed. São Paulo: 2010. 408 p

VASCONCELOS, E.S.; FERREIRA, R.P.; CRUZ, C.D.; MOREIRA, A.; RASSINI, J.B.; FREITAS, A.R. Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa. **Revista Ceres**, v.57, p.205-210, 2010. DOI : <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000200011>