

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

TAIZI REGINA DA SILVA

**PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES FISIOLÓGICOS EM
POPULAÇÕES F2 DE TOMATEIRO SUBMETIDAS À SECA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

TAIZI REGINA DA SILVA

**PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES FISIOLÓGICOS EM
POPULAÇÕES F2 DE TOMATEIRO SUBMETIDAS À SECA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

TAIZI REGINA DA SILVA

**PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES FISIOLÓGICOS EM
POPULAÇÕES F2 DE TOMATEIRO SUBMETIDAS À SECA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Thiago de Oliveira Vargas

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Taciane Finatto

PATO BRANCO

2018

Silva, Taizi Regina da
Parâmetros Genéticos de Caracteres Fisiológicos em Populações
F2 de Tomateiro Submetidas à seca/ Taizi Regina da Silva.
Pato Branco. UTFPR, 2018
51 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Thiago de Oliveira Vargas
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Taciane Finatto
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade
Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco,
2018.

Bibliografia: f. 41 – 48

1. Agronomia. 2. *Solanum lycopersicum* 3. Melhoramento genético 4.
Polinização aberta. 5. Herdabilidade. I. Vargas, Thiago de Oliveira,
orient. II. Finatto, Taciane, coorient. III. Universidade Tecnológica
Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV. Título.

CDD: 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES FISIOLÓGICOS EM POPULAÇÕES F2 DE TOMATEIRO SUBMETIDAS À SECA

por

TAIZI REGINA DA SILVA

Monografia apresentada às 10 horas 15 min. do dia 19 de novembro de 2018 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Ma. Eng. Agr. Jessica Cardoso
PPGAG - Doutoranda

Prof. Dr. Taciane Finatto
UTFPR
Coorientadora

Prof. Dr. Thiago de Oliveira Vargas
UTFPR
Orientador

Prof. Dr. Jorge Jamhour
Coordenador do TCC

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

À minha mãe Maria e ao meu pai José (*in memoriam*),
Aos meus irmãos Ana Paula e Fabiano
Aos meus sobrinhos Gaby e Winnicius
E a todos aqueles que me apoiaram para que eu
chegasse até aqui

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo milagre da vida e por permitir que eu chegasse até aqui.

A minha mãe que não mediu esforços para minha formação e ao meu pai, que infelizmente não está no plano físico para celebrar esse momento tão aguardado.

Aos meus irmãos, Paula e Fabiano por terem ficado na torcida e aos meus sobrinhos por todo o carinho.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pelo excelente ensino e infraestrutura. A todos os professores que passaram pela minha formação, especialmente aqueles com quem acabei trabalhando durante a graduação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Thiago de Oliveira Vargas, que me acolheu no seu grupo de pesquisa, dando-me a oportunidade de participar desse projeto, e de todo o auxílio prestado durante todos os momentos, desde pessoais e profissionais. Obrigada pela sua paciência e ensinamentos.

Aos colegas do Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica do Sudoeste do Paraná (NEA SUDOESTE PR). Em especial à Jéssica, Ivan, Débora, Jaqueline e John pela ajuda durante o trabalho. Agradeço também os familiares da Jéssica que auxiliaram nas avaliações. Todos vocês foram fundamentais nesse projeto!

À professora Dr^a. Taciane Finatto por todas as dúvidas sanadas durante a execução do projeto e por ter disponibilizado parte do seu tempo para participar da banca de avaliação.

Aos meus amigos que aguentaram meus ataques de nervosismo e ofereceram seu tempo para me confortar, através de mensagens de apoio ou pessoalmente.

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta na minha formação e conclusão dessa monografia.

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada.
Caminhando e semeando, no fim terás o que colher.”

Cora Coralina

RESUMO

SILVA, Taizi Regina da. Parâmetros Genéticos de Caracteres Fisiológicos em Populações F2 de Tomateiro Submetidos à seca. Título. 51 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

A cultura do tomate possui suscetibilidade a condições de estresse por deficiência hídrica, mostrando a importância dos estudos com a identificação de genótipos com maior capacidade de adaptação a esta condição abiótica. O objetivo desse trabalho foi estimar os parâmetros genéticos de caracteres fisiológicos submetidos à seca durante o estágio vegetativo, verificando a resposta da geração F2 de dois cruzamentos. Os cruzamentos utilizados receberam o nome de Cruzamento A (Acesso UTFPR_2016 x Híbrido comercial) e Cruzamento B (UTFPR_2037 x Híbrido comercial). As sementes dos genótipos F2 utilizadas haviam sido obtidas a partir da autofecundação de plantas F1, em ambiente protegido. Para cada combinação de cruzamentos, foram semeadas separadamente os genitores (P1 e P2) e as gerações F1, F2, RC1F1 e RC2F1. Durante a produção de mudas, foram utilizadas bandejas de poliestireno expandido de 128 células com substrato comercial. Ao atingirem 3 folhas verdadeiras, as plantas foram transferidas para copos plásticos com capacidade de 750 mL contendo mistura de solo e cama de aviário. O sistema de irrigação utilizado durante o experimento foi via gotejamento normalizado (80% CC) até o desenvolvimento adequado, em casa de vegetação. Ao atingir a primeira folha expandida, as plantas foram alocadas em câmara de crescimento em condição de 20% da capacidade de campo por 20 dias. A temperatura média durante esse período foi de 25 °C e a umidade relativa de 60%. Em seguida, foram avaliados o teor de clorofila, teor relativo de água e a concentração de prolina. Os resultados das análises de cada variável foram utilizadas para estimar os parâmetros genéticos da geração F2. O teor relativo de água e Índice de Clorofila foi superior para o Cruzamento A, enquanto que a concentração de prolina foi maior para o Cruzamento B (39,48 µg mL⁻¹). As estimativas de herdabilidade no sentido amplo foi abaixo de 20% para todos os caracteres no Cruzamento B e moderados a altos no Cruzamento A. Apenas a concentração de prolina do Cruzamento A apresentou índices elevados de herdabilidade no sentido restrito. Os resultados indicam que há ocorrência de dominância para a maioria dos caracteres, não sendo eficiente a seleção precoce.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Melhoramento genético. Polinização aberta. Herdabilidade.

ABSTRACT

SILVA, Taizi Regina da. Genetic Parameters of Physiological Characteristics in Tomato F₂ Populations Undergoing Drought. 51 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2018.

The tomato culture is susceptible to stress conditions due to water deficiency, showing the importance of advancing studies with the identification of genotypes with greater capacity to adapt to this abiotic condition. The objective of this study was to estimate the genetic parameters of physiological characters submitted to drought during the vegetative stage, verifying the F₂ generation response of two crosses. The crosses used were named Crossing A (Access UTFPR_2016 x Commercial Hybrid) and Crossing B (UTFPR_2037 x Commercial Hybrid). Seeds of the genotypes used had been obtained from the self-fertilization of F₁ plants in a protected environment. For each combination of crosses, the parents (P₁ and P₂) and the F₁, F₂, RC1F₁ and RC2F₁ generations were separately seeded. During the production of seedlings were used trays of expanded polystyrene of 128 cells with commercial substrate. Upon reaching 3 true leaves, the plants were transferred to plastic cups with a capacity of 750 mL containing soil mixture and aviary bed. The irrigation system used during the experiment was via standard drip irrigation (80% CC) until adequate development, under greenhouse conditions. Upon reaching the first expanded leaf, the plants were allocated in growth chamber in condition of 20% of the field capacity for 20 days. The mean temperature during this period was 25 °C and the relative humidity was 60%. Then, chlorophyll content, relative water content and proline concentration were evaluated. The results of the analyzes of each variable were used to estimate the genetic parameters of the F₂ generation. The relative water content and Chlorophyll Index was higher for Cross-A, while the proline concentration was higher for Cross-B (39.48 µg mL⁻¹). Heritability estimates in the broad sense were below 20% for all characters in Cross B and moderate to high in Crossing A. Only the proline concentration of Crossing A showed high heritability indices in the narrow sense. The results indicate that there is dominance occurrence for most of the characters, and early selection is not efficient.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. Genetical enhancement. Open Pollination. Heritability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Distribuição de genótipos F2 em classes correspondentes ao RWC (%). A) Geração F2 obtida do Cruzamento A quanto a RWC, B) Geração F2 obtida do Cruzamento B quanto a RWC. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2018..... 32
- Figura 2 – Distribuição de genótipos F2 em classes correspondentes à concentração de prolina em ug mL-1. A) Geração F2 obtida do Cruzamento A quanto a concentração de prolina, B) Geração F2 obtida do Cruzamento B quanto a concentração de prolina. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2018..... 33
- Figura 3 – Distribuição de genótipos F2 em classes correspondentes ao Índice de Clorofila total, em unidades SPAD. A) Geração F2 obtida do Cruzamento A quanto a concentração de clorofila, B) Geração F2 obtida do Cruzamento B quanto a concentração de clorofila. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2018..... 35

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Estimativas das variâncias fenotípicas (σ^2_P), ambientais (σ^2_E), genotípicas (σ^2_G), aditivas (σ^2_A), dominância (σ^2_D), herdabilidade no sentido amplo (h^2_a) e herdabilidade no sentido restrito (h^2_r), para os caracteres fisiológicos referentes ao Cruzamento A e Cruzamento B. Pato Branco, UTFPR, 2018..... 36
- Tabela 2 – Estimativas das médias referentes às gerações: P1, P2, F1, F2, RC1 e RC2 referentes ao Cruzamento A e Cruzamento B para características fisiológicas. Pato Branco, UTFPR, 2018..... 37

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CC	Capacidade de Campo
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
F1	Primeiros descendentes da geração parental
F2	Resultado da autofecundação da geração F1
NEA SUDOESTE	Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica do Sudoeste do Paraná
PB	Pato Branco
PM	Programas de Melhoramento
PR	Paraná
PS	Peso Seco
PU	Peso Úmido
RWC	Conteúdo Relativo de Água
TRA	Teor relativo de água
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
μ	Média
μ l	Microlitro

LISTA DE ABREVIATURAS

Dr	Doutor
Dra	Doutora
Et al.	E colaboradores
Ma.	Mestra
Prof.	Professor
Profa.	Professora
SPAD	Soil Plant Analytical Division Value
Unid.	Unidades

LISTA DE SÍMBOLOS

@	Arroba
/	Divisão
%	Porcentagem
®	Marca registrada
<	Menor que
=	Igual a
>	Maior que
h^2	Herdabilidade
°	Grau
σ^2	Variância

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 GERAL.....	17
2.2 ESPECÍFICOS.....	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 A CULTURA DO TOMATE.....	18
3.2 CULTIVO DE TOMATE EM SISTEMA AGROECOLÓGICO.....	20
3.3 MELHORAMENTO GENÉTICO DO TOMATEIRO NO BRASIL.....	21
3.5 MECANISMOS DE TOLERÂNCIA AO ESTRESSE À SECA.....	23
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1 PRODUÇÃO DE MUDAS.....	25
4.2 DÉFICIT HÍDRICO.....	25
4.2.1 CAPACIDADE DE CAMPO (CC).....	26
4.5 caracteres fisiológicos.....	26
4.5.1 CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA.....	26
4.5.2 DETERMINAÇÃO DE PROLINA.....	27
4.5.3 TEOR RELATIVO DE CLOROFILA.....	28
4.6 PARÂMETROS GENÉTICOS.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
6 CONCLUSÕES.....	39
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

Em 2015, o Brasil estava entre os 10 maiores produtores mundiais de tomate, atingindo cerca de 4,3 milhões de toneladas cultivados em uma área de 65,2 mil hectares e produtividade média de 66 t ha⁻¹, distribuídos nas regiões Sudeste (44% da produção), Centro-Oeste (31%), Nordeste (14%), Sul (11%) e Norte (0,12%) (IBGE, 2015). Essa distribuição espacial no território brasileiro é possível devido à alta capacidade de adaptação da cultura às diversas condições climáticas (ALVARENGA, 2013), permitindo sua produção em diferentes regiões do país quando atendidas algumas exigências climáticas.

O desenvolvimento do tomateiro pode ser limitado por diversas condições relacionadas a fatores bióticos e abióticos (LIN et al., 2014). Fatores bióticos são causados por organismos (como pragas, doenças, plantas daninhas e infestantes) enquanto fatores abióticos ocasionam-se pelo excesso ou déficit no ambiente físico ou químico (BUCHANAN et al., 2006). Para o cultivo do tomate é necessário um índice pluvial de aproximadamente 700 mm bem distribuído ao longo do ciclo da cultura (MELO, 2014), das quais sua maior exigência ocorre durante a floração e crescimento dos frutos.

Estudos com déficit hídrico em tomate mostram que períodos prolongados de seca afetam diretamente no crescimento e redução da produtividade (ALVARENGA, 2004). A água é responsável pela composição de 80 a 95% da massa de tecidos metabolicamente ativos das plantas em crescimento, sendo indispensável como reagente ou substrato em diversos processos, como a fotossíntese (KERBAUY, 2008).

Quando as plantas estão sofrendo estresse por deficiência hídrica, sua tolerância fica relacionada a uma série de alterações morfológicas, como a murcha de folhas, redução da área foliar e estatura, abortamento de flores e frutos e fechamento de estômatos (FARIAS, 2005). Essas alterações ocorrem de forma indireta por mudanças fisiológicas, como a redução do conteúdo da água na folha (HETHERINGTON; WOODWARD, 2003), deposição de cera nas cutículas (KERSTIENS, 2006), redução fotossintética (SRINIVASA RAO; BHATT;

SADASHIVA, 2001) e produção de solutos orgânicos que atuam em diferentes rotas metabólicas (BOHNERT; JENSEN, 1996).

A resposta fisiológica de plantas em condições de déficit hídrico pode ser demonstrada através de indicadores, como conteúdo relativo de água na folha (KATERJI et al., 1988), teor de prolina (PEREIRA et al., 2010), teor de clorofila (LI et al., 2006), entre outros.

A dificuldade em selecionar genótipos de espécies tolerantes à seca é ocasionada pela natureza multigênica envolvida nos mecanismos de resposta ao estresse abiótico, à baixa herdabilidade e a alta interação genótipo x ambiente (FLEURY et al., 2010).

Infelizmente no Brasil tem se reduzido anualmente os estudos voltados ao melhoramento genético do tomateiro por empresas multinacionais, visto que estas tem apenas adaptado para o país híbridos produzidos em outros países (MELO; VILELA, 2005). Além disso, ainda é escasso o desenvolvimento de variedades adaptadas às condições agroecológicas, tornando a condução da cultura mais difícil e onerosa pelos agricultores pertencentes a esse sistema (VAN BUEREN et al., 2011).

Como alternativa viável aos produtores de sistemas agroecológicos, as cultivares de polinização aberta permitem que ocorra a multiplicação de sementes, dando aos agricultores a soberania alimentar e a produção agroecológica com as próprias sementes (ARAUJO, 2013), agrobiodiversidade e resgate de características perdidas ao longo do processo de domesticação da cultura, como a rusticidade (MCCOUCH, 2004).

Portanto, o interesse em estudar a herdabilidade de caracteres fisiológicos de *Solanum lycopersicum* L submetidas à seca surgiu pela importância dessa olerácea para o cenário brasileiro. Esse estudo poderá ser uma ferramenta para o Programa de Melhoramento existente no campus, auxiliando na busca de genótipos que toleram esse estresse.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Esse estudo visa estimar parâmetros genéticos de caracteres fisiológicos de dois cruzamentos de tomate sob regime de deficiência hídrica, no estágio vegetativo.

2.2 ESPECÍFICOS

- Realizar análise do teor de clorofila, prolina e teor relativo de água da geração F2, genitores e retrocruzamentos submetidos ao deficit hídrico.
- Estimar parâmetros fenotípicos e genéticos desses caracteres.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A CULTURA DO TOMATE

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) pertence a família Solanaceae, é autógama e apresenta diploidia ($2n = 2x = 24$) (ARUMUGANATHAN; EARLE, 1991; PERALTA et al., 2008). Nativo da região andina da América do Sul, foi domesticado no México e introduzido na Europa aproximadamente no século XVI (BOITEUX et al., 2012).

A partir de sua inserção na Europa, foi disseminado por toda a Ásia, África e Oriente Médio, retornando a América do Sul como uma espécie cultivada (NAIKA et al., 2006). Desde o momento que saiu de sua região nativa (passando pela Europa e outros continentes) até seu retorno a região natal, sofreu diversas seleções que resultaram no desenvolvimento de cultivares com tamanhos de frutos elevados em relação a sua antecessora (LIN et al., 2007). Boiteux et al. (2012) destaca que o tomate e as espécies selvagens similares taxonomicamente possuem grande plasticidade fenotípica, permitindo sua ocupação em diferentes altitudes e clima.

O tomateiro possui desenvolvimento variado conforme a cultivar, podendo ser de forma rasteira (tomate para processamento industrial), semiereta ou ereta (tomates de mesa). Cultivares que apresentam hábito de crescimento determinado tem ausência de dominância apical e suas ramificações apresentam ramo floral apical. As cultivares de crescimento indeterminado possuem dominância apical e emissão de ramos florais a cada três folhas lançadas. Sua raiz é pivotante, chegando a profundidade de 1,5 m que, ao encontrar interrupções, emitem raízes secundárias superficialmente (ALVARENGA, 2004).

As flores estão dispostas em cachos, com coloração amarelada e pequenas. O cálice exibe 5 pétalas lanceoladas e largas. Seu fruto é do tipo carnoso, podendo ter 2 ou mais lóculos. As sementes são reniformes, pequenas, com pilosidade curta. Os frutos podem variar de coloração, podendo ser vermelho, amarelo ou rosa dependendo de características do genótipo utilizado (MINAMI & HAAG, 1989).

A cultura do tomate é cultivada como planta anual, porém é uma planta perene. Fatores climáticos como temperatura, regime hídrico, umidade atmosférica e fotoperíodo afetam diretamente seu desenvolvimento, qualidade de frutos e produtividade. Necessita de elevada mão de obra para efetuar tutoramento, amarrio, desbrota e colheita (ALVARENGA, 2004), além de ser muito exigente em tratamentos fitossanitários (MOREIRA et al., 2005).

A produtividade dessa cultura é condicionada pelo número de frutos colhidos, sendo afetada quando ocorre queda de flores e frutos durante seu desenvolvimento. Além dos fatores climáticos, outros fatores são responsáveis pela queda de produtividade, como desequilíbrios nutricionais, ataque de pragas e doenças (FILGUEIRA, 2003).

É uma hortaliça que pode ser cultivada em qualquer região, apresentando alta complexidade pelo ponto de vista agrônomo e alto risco econômico (FILGUEIRA, 2003). Mesmo sendo uma cultura com alta adaptabilidade às condições climáticas (ALVARENGA, 2004), a deficiência hídrica afeta diretamente no desenvolvimento e produtividade (BRAY, 2004). Atualmente, não se tem disponível genótipos com características de interesse agrônomo associado a tolerância à seca (MACIEL et al., 2018), podendo estar relacionado a falta de métodos de seleção confiáveis e eficiente (BERENGUER, 2016).

A ampla disponibilidade e versatilidade de seus frutos permite sua utilização *in natura* ou processada (molhos, polpas, geleias, sucos), tornando-o um produto muito popular no mercado consumidor (ESPINOZA, 1991; GUALBERTO et al., 2002). Seu poder nutracêutico e funcional corresponde a altos teores de potássio, vitamina A, vitamina C, vitamina E (FONTES; SILVA, 2002) e licopeno. O licopeno tem alto poder antioxidante, benéfico no combate aos radicais livres e a saúde humana (RAO, 2000).

O tomateiro é uma das principais hortaliças do cenário mundial (MOREIRA et al., 2005). A maioria dos tomates produzidos no Brasil são voltadas ao consumo *in natura*, sendo dividido nos grupos: salada (47%), italiano (40%), Santa Cruz (12%) e especialidades (1%) (REETZ et al., 2014). São produzidos aproximadamente 161,8 milhões de toneladas de tomate fresco por ano, em uma área de 4,8 milhões de hectares distribuídos pelo mundo (FAO, 2014). A produção

brasileira em 2016 atingiu 3.544,6 milhões de toneladas, sendo Goiás (817,8 mil t), São Paulo (753,3 mil t) e Minas Gerais (739,5 mil t) os estados que mais contribuíram em produção. O Paraná atingiu produção de 157 milhões de toneladas em 2016 (SEAPA, 2017).

3.2 CULTIVO DE TOMATE EM SISTEMA AGROECOLÓGICO

No geral, tem sido crescente a quantidade de produtores e áreas destinadas ao cultivo agroecológico no país. Durante o período de 2014 a 2015, houve um aumento de mais de 50% em agricultores nessa modalidade, ultrapassando 750 mil hectares de produção (MELO et al., 2017). As hortaliças vêm sendo os principais cultivos usados nesse sistema, seguido da cana-de-açúcar, arroz, café, castanha do brasil, cacau, açaí, guaraná, palmito, mel, sucos, ovos e laticínios (BRASIL, 2015).

Mesmo com o aumento nesse sistema, a participação de culturas oleráceas orgânicas no cenário produtivo no Brasil ainda é recente, sendo menor que 4% em relação ao total de área cultivada. As solanáceas, como o tomate e a batata tem sido o grande destaque desse grupo (LUZ et al., 2007).

O cultivo convencional tem utilizado grandes quantidades de pesticidas e fertilizantes minerais para condução do tomateiro, por conta de sua alta suscetibilidade a pragas e doenças (MODOLON et al., 2012). Como consequência, existe uma grande rejeição dos consumidores em relação ao uso de agrotóxicos, principalmente aos alimentos consumidos *in natura*, como o tomate (REBIALKOWSKA, 2007; FERRARI, 2008).

Nos últimos anos os consumidores têm adotado mudanças alimentares e optado por alimentos livres de resíduos tóxicos (MOURA et al., 2012). A agroecologia oferece alimentos com maior valor biológico e livres de contaminação por metais pesados, resultando na conservação do meio ambiente (ARAUJO NETO et al., 2009). Essa mudança de hábito do consumidor gera uma ótima oportunidade de negócios para os agricultores de tomate, entretanto ainda existem alguns obstáculos a serem superados, como: escolha de genótipos (custo/benefício híbrido

x polinização aberta); falta de oferta de sementes; manejo nutricional, hídrico e fitossanitário (TU et al., 2006; OKADA et al., 2009; MELO et al., 2009; SEDIYAMA et al., 2014; MANSOUR et al., 2014).

A legislação brasileira para produção de hortaliças em sistemas agroecológicos sugere que as sementes utilizadas sejam provenientes de sistemas orgânicos de produção e que não se faça o uso de sementes transgênicas (BRASIL, 2003). No entanto, com a falta de materiais voltados especificamente ao sistema orgânico de produção, os agricultores estão utilizando materiais híbridos para a atividade, ficando impedidos de realizar a retirada das sementes e tornando-se dependentes das multinacionais obtentoras do genótipo (ANDREUCETTI et al., 2005).

3.3 MELHORAMENTO GENÉTICO DO TOMATEIRO NO BRASIL

Os programas de melhoramento genético de tomate adotam o uso de diversas espécies do gênero *Solanum* (sect. *Lycopersicon*) para a ocorrência da hibridação introgressiva, permitindo fluxo genético de uma espécie para outra através da repetição de retrocruzamentos entre um híbrido e seu progenitor (BARONE et al., 2009). São utilizadas outras espécies do gênero porque a espécie do tomate apresenta grande diversidade na sua morfologia, porém baixa variabilidade genética, sendo as espécies selvagens o inverso das cultivadas (MILLER; TANKSLEY, 1990; BAI; LINDHOUT, 2007). Também é comum buscar o aumento da variabilidade em variedades tradicionais e/ou acessos cultivados que possuem as características de interesse (BAI; LINDHOUT, 2007; FLINT-GARCIA, 2013).

A mutação é a responsável pela variabilidade genética, concedendo exclusão ou inserções de elementos transponíveis, que por sua vez, resulta em efeitos fenotípicos vistos durante toda sua evolução (MEYER et al., 2012).

O uso de espécies diferentes é possível devido a diploidia ($2n = 2x = 24$) e por semelhança da estrutura cromossômica. Como resultado, é possível obter variadas características de interesse agrônomo, como tolerância a estresses abióticos, resistência a pragas e doenças, aumento da qualidade nutricional e

nutracêutica dos frutos, tempo de florescimento estendido e longevidade (BARONE et al., 2009).

Nos cruzamentos entre duas espécies vegetais distintas (interespecíficos), o tomate cultivado (*Solanum lycopersicum*) é na maioria das vezes usado como genitor feminino (MUTSCHLER; LIEDL, 1994).

Com o decorrer do tempo, os Programas de Melhoramento Genético deu preferência a genótipos voltados apenas para o cultivo convencional, deixando muitas vezes de lado o sistema de produção agroecológica (KUTZ, 2018). As multinacionais que trabalham nesse setor apenas tem tentado adaptar no país os híbridos conquistados em outros países (MELO; VILELA, 2005).

Já se tem conhecimento de programas brasileiros de melhoramento genéticos de tomate para obtenção de genótipos direcionados aos sistemas agroecológicos (MELO et al., 2017) devido ao baixo número de materiais recomendados para esses sistemas. Alguns materiais híbridos em estudo para esse sistema são: Carmem, Gisele, Saladinha Plus, Duradouro HEM 11 e HEM 059 estão sendo avaliados pela Embrapa Hortaliças (GRUPO DE AGRICULTURA ORGÂNICA E AGROECOLOGIA, 2016).

Encontram-se trabalhos com uma boa resposta produtiva de híbridos a sistemas orgânicos, tais como Sahel, San Vito e Jane (ROSSI et al., 2011); Marguerita (TOLEDO et al., 2011) e Ellus (MELO et al., 2017). No entanto, o uso de híbridos em sistemas agroecológicos ainda é controverso (MELO et al., 2017), por não possuir características não compatíveis com esse sistema (PRIMAVESI, 2001) e custo elevado para pequenos produtores, impedindo a retirada das sementes. Além disso, poucas cultivares híbridas com características diferentes estão disponíveis no mercado, tornando o produtor sem autonomia na decisão de qual material adquirir (ANDREUCCETTI et al., 2005).

Em trabalho publicado em 2004, Bettioli (2004) demonstrou que híbridos quando utilizados em sistema agroecológico produzem cerca de 40% a menos quando comparado ao sistema convencional, reforçando o uso de cultivares mais rústicas para o sistema. Porém, o mesmo autor (BETTIOLI et al., 2004) posteriormente encontrou resposta inversa ao comparar uma variedade rústica com um determinado híbrido, tendo como resposta maior produtividade com o uso do

híbrido nos sistemas orgânicos. O autor justificou nesse estudo que a cultivar rústica utilizada apresentou suscetibilidade ao vira cabeça em relação ao híbrido, fato comprovado também por Nagai (1993).

Quando inserimos esses materiais em locais diferentes ao de origem do material (diferentes do sistema convencional, que se adota uso de nutrientes facilmente disponíveis e controle de plantas daninhas com manejo químico) é comum a ocorrência de redução de raízes radiculares, tornando-as mais sensíveis aos estresses abióticos em relação as variedades tradicionais (CHAPAGAIN et al., 2014; NEWTON et al., 2017). Por conta dessa situação as variedades de polinização aberta (PO) ou polinização livre (PL) acabam sendo uma alternativa a esses sistemas de cultivo (VAN BUEREN et al., 2011).

O uso de variedades de polinização aberta ocupa apenas 1,37% da área plantada (ABCSEM, 2010). Para obtenção de cultivares de polinização aberta, os programas de melhoramento devem se atentar durante a seleção de genótipos a respostas de adaptabilidade desses materiais em um sistema específico, rendimento, resistência ao ataque de doenças e qualidade de fruto (BOYHAN et al., 2014; MELO et al., 2017). Outro fator importante a ser levado em conta pelos melhoristas é o desejo do consumidor, a necessidade dos agricultores e o melhoramento participativo (BROUWER et al., 2016).

Em trabalho publicado por Araujo et al. (2016), avaliando produtividade de cultivares híbridas em comparação com polinização aberta em sistema agroecológico (ambiente aberto), foi possível verificar que a cultivar Santa Clara (PO) produziu 56,7 t ha⁻¹ ficando entre as cinco cultivares com alta produtividade.

3.5 MECANISMOS DE TOLERÂNCIA AO ESTRESSE À SECA

Os mecanismos de resistência ao déficit hídrico previnem ou toleram a redução no potencial hídrico dos tecidos das plantas. Esses mecanismos são classificados em fuga (comum em deserto e semi-árido), retardo e tolerância (LEVITT, 1972; VERSLUES et al., 2006).

Durante o retardo, algumas plantas são capazes de manter o potencial hídrico dos tecidos próximos aos de plantas que não foram submetidas ao estresse,

devido ao balanço entre a captação e perda d'água. Esse mecanismo é eficiente em situações de estresses de baixa severidade/curta duração (KRAMER; BOYER, 1995). Nessas situações, ocorre o fechamento estomático quando submetidas a curto prazo. Em longo prazo, ocorre o aumento da relação raiz/parte aérea, espessura da cutícula e capacidade de estoque de água. Porém, esse mecanismo em situações de alta severidade e/ou longa duração pode gerar uma quebra na cadeia de transporte de elétrons pela redução de CO₂ interno, queda na atividade do fotossistema II e aumento de produção de EAOs (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A tolerância a seca é a habilidade das plantas em suportar o decréscimo hídrico nos seus tecidos (MITRA et al., 2001). Para isso, as plantas realizam ajuste osmótico como acúmulo de solutos compatíveis ou osmólitos, como a prolina, compostos quartenários de amônio, trealose, glicose e DMSP. O acúmulo desses compostos auxiliam na redução do potencial osmótico, manutenção da absorção de água, controle de fechamento estomático e pressão de turgor celular (HARE; CRESS, 1997).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 PRODUÇÃO DE MUDAS

As mudas foram implantadas em ambiente protegido, localizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Pato Branco. O local possui latitude de 26°11'S longitude de 52°41'W e altitude média de 817 m. O município é classificado como clima do tipo Cfa (Koppen-Geiner).

As sementes dos genótipos usadas durante o experimento haviam sido obtidas a partir da autofecundação de plantas F1 em ambiente protegido, sendo o Cruzamento A obtido através do cruzamento do acesso UTFPR_2016 e o Híbrido comercial e o Cruzamento B pelo cruzamento UTFPR_2037 e o Híbrido comercial. Foram semeadas separadamente 100 plantas para cada Cruzamento (A e B), 8 plantas de cada parental, 8 plantas de cada retrocruzamento (RC1:1 e RC1:2) e 15 plantas para cada geração F1, gerando uma população total de 324 plantas.

Durante a produção de mudas, utilizaram-se bandejas de poliestireno expandido de 128 células com substrato comercial. Ao atingirem cerca de 3 folhas verdadeiras, as plantas foram transferidas para copos plásticos com capacidade de 750 mL contendo mistura de solo, cama de aviário e, se necessário, fertilizante comercial. O sistema de irrigação utilizado durante o experimento foi através de gotejamento, conforme recomendado para cultura, evitando disseminação de doenças foliares.

4.2 DÉFICIT HÍDRICO

Para realizar as avaliações do estresse por déficit hídrico foram utilizadas as 6 gerações de plantas (F1, F2, RC1:1, RC1:2, P1 e P2) de cada cruzamento.

A irrigação ocorreu diariamente e de forma normalizada (80% CC) desde a semeadura até a obtenção da primeira folha expandida (65 dias). A condução do experimento ocorreu em ambiente protegido com temperatura e umidade controlada. A temperatura média durante o desenvolvimento do estudo foi de 26,3 °C e a umidade de 59,5%

Após surgimento da primeira folha expandida, as plantas foram alocadas em câmaras de crescimento Fitotron® por um período de 20 dias. Durante esse período, elas foram submetidas a condições de estresse hídrico em condição de solo de 20% da Capacidade de Campo. A temperatura média durante esse período foi de 25 °C (com máxima de 26 °C e mínima de 20 °C), fotoperíodo de 14/10 h (dia/noite), com $300 \pm 20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e umidade relativa de 60%.

Foram utilizadas a primeira folha totalmente expandida das plantas para a avaliação dos parâmetros fisiológicos.

4.2.1 CAPACIDADE DE CAMPO (CC)

A determinação da capacidade de campo foi realizada previamente em laboratório através do método direto gravimétrico, com recipientes idênticos aos que serão utilizados no experimento, em 5 repetições. Os recipientes foram preenchidos com solo, pesados com balança de precisão e colocados em uma bandeja com 2:3 de água até ficarem totalmente saturados por efeito de capilaridade. Posteriormente, os recipientes foram retirados da bandeja e ao término da drenagem da água não retida foram novamente pesados, para assim chegar na determinação da capacidade de campo através da diferença entre o peso úmido e o peso seco das amostras ($CC = PS - PU$), conforme metodologia utilizada por Souza et al. (2002).

No decorrer do experimento foram utilizados recipientes referência para realizar o controle da capacidade de campo durante as etapas. Ao final do estresse hídrico, a capacidade de campo estava em 25%, sendo realizadas as avaliações nessa condição. Esse valor foi determinado a partir das mudanças de fenótipo observadas entre os parentais, que se tornaram expressivos no 20º dia de retenção de água, como aparecimento de murcha, amarelecimento e abscisão foliar.

4.5 CARACTERES FISIOLÓGICOS

4.5.1 CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA

Os folíolos da primeira folha totalmente expandida de cada planta foram cortados e imediatamente pesados para determinação da matéria fresca (FW). Após esse processo, os folíolos foram imersos em água destilada sobre placa de Petri e mantidas a temperatura ambiente por 4 horas. Posteriormente, retirou-se o folíolo e seu excesso de água. Em seguida, pesou-se para estimativa do peso turgido (TW). Para atingir matéria seca (DW), os folíolos foram levados a estufa de secagem por 24 horas.

Assim, será possível estimar o conteúdo relativo de água (RWC) através da seguinte fórmula (ZHOU et al., 2017):

$$(\text{RWC em \%}) = [(\text{FW-DW}) / (\text{TW} - \text{DW})] * 100$$

4.5.2 DETERMINAÇÃO DE PROLINA

Para a determinação dos níveis de prolina, adaptou-se a metodologia utilizada por Bates et al., 1973. Foram utilizados 0,1 g de material vegetal (previamente congelado em nitrogênio líquido) em 2 mL de Ácido Sulfossalicílico (3%), associado a uma pequena porção de areia lavada e autoclavada para auxiliar na maceração. Após esse processo foram adicionados 400µl de Ácido Ninidrina (1,25 g de Nihidrina; 30 mL de Ácido Acético Glacial; 20 mL de Ácido Fosfórico 6M) e 400 µl de ácido acético glacial em um tubo de eppendorf. Posteriormente as amostras foram submetidas à centrifugação (10000 rpm) por 3 minutos para separação de fases. O sobrenadante (400 µl) foi retirado de cada tubo de amostra e alocado em um novo tubo, do qual foram submetidas ao banho-maria durante 1 hora a 100 °C, sendo a reação cessada com um banho de gelo.

As frações de reação foram obtidas utilizando Tolueno (800 µl) e as amostras foram colocadas em um agitador durante 20 segundos, sendo o tolueno absorvido da fase líquida com aquecimento até temperatura ambiente. Os valores referentes à absorbância foram medidos a 520 nm de comprimento de onda e os níveis de prolina obtidos através da curva de calibração padrão e calculada através do peso (Fórmula 1).

$$\frac{\left[\left(\frac{\mu\text{g prolina}}{\text{ml}} \times \text{ml tolueno} \right) \cdot \frac{5\mu\text{g}}{\mu\text{mol}} \right]}{\left[\frac{\text{g amostra}}{5} \right]} = \mu\text{mol} \frac{\text{prolina}}{\text{g}} \text{ de material de peso fresco} \quad (1)$$

4.5.3 TEOR RELATIVO DE CLOROFILA

Para a leitura do teor relativo de clorofila utilizou-se a primeira folha expandida saudável de cada genótipo (ZHOU et al., 2017). Todas as medidas foram realizadas na região central da folha, evitando-se a nervura principal com auxílio de um clorofilômetro ClorofiLOG, modelo CFL 1030, seguindo a metodologia recomendada pelo fabricante (FALKER, 2008).

4.6 PARÂMETROS GENÉTICOS

Para a estimativa dos parâmetros genéticos, foram utilizadas as médias e variâncias das gerações parentais, F1 e F2 e os retrocruzamentos (RC1:1 e RC1:2), sendo esses valores resultantes das avaliações de cada planta pertencente a cada geração. Foi utilizado o método dos mínimos quadrados ponderados e as médias das gerações foi realizada segundo o modelo aditivo-dominante proposto por Cruz et al. (2014).

O RWC passou por transformação angular antes da estimação da herdabilidade com auxílio do software PAST (PAleontological STatistical), versão 3.14 (HAMMER et al. 2016).

As herdabilidades foram avaliadas considerando-se valores altos maiores que 50%, moderados de 20 a 50% e baixos quando menores que 20% (STANSFIELD, 1988).

As variâncias ambiental (σ^2_E), fenotípica (σ^2_P), genética (σ^2_G) e aditiva (σ^2_A) e herdabilidades no sentido amplo (h^2_a) e restrito (h^2_r) foram mensuradas com

auxílio do programa GENES (CRUZ, 2013), utilizando as fórmulas representadas abaixo.

VARIÂNCIA AMBIENTAL (σ^2_E)

A variância ambiental será calculada pela fórmula 2 sugerida por Allard (1970).

$$(\sigma^2_E) = (\sigma^2_{P1} + \sigma^2_{P2} + \sigma^2_{F1})/3 \quad (2)$$

Sendo:

σ^2_{P1} : Variância do parental 1.

σ^2_{P2} : Variância do parental 2.

σ^2_{F1} : Variância de progênie F1.

VARIÂNCIA FENOTÍPICA (σ^2_P)

A variância fenotípica será calculada pelo método proposto por Allard (1970) (Fórmula 3).

$$(\sigma^2_P) = \sigma^2_{F2} \quad (3)$$

Sendo:

σ^2_{F2} : Variância de progênie F2

VARIÂNCIA GENÉTICA (σ^2_G)

A análise da variância genética em F2 será expressa com o auxílio da fórmula 4, proposta por Allard, (1970).

$$(\sigma^2_G) = \sigma^2_{F2} - \sigma^2_E \quad (4)$$

Sendo:

σ^2_G = variância genética,;

σ^2_{F2} = variância de F2.

σ^2_E = Variância ambiental.

VARIÂNCIA ADITIVA (σ^2_a)

A variância aditiva será calculada a partir da seguinte fórmula 5 proposta por Ramalho et al., (1994).

$$(\sigma^2_A) = 2\sigma^2_{F2} - (\sigma^2_{RC1F1} + \sigma^2_{RC2F1}) \quad (5)$$

Sendo:

σ^2_A = variância aditiva.

σ^2_{RC1F1} = variância do retrocruzamento 1.

σ^2_{RC2F1} = variância do retrocruzamento 2.

HERDABILIDADE NO SENTIDO AMPLO (h^2_a)

A herdabilidade no sentido amplo será definida segundo o proposto por Mather e Jinks (1984) (Fórmula 6).

$$h^2_a = (\sigma^2_{F2} - \sigma^2_E / \sigma^2_{F2}) \times 100 \quad (6)$$

Sendo que:

h^2_a = herdabilidade no sentido amplo.

σ^2_{F2} = variância de F2.

σ^2_E = variância ambiental.

HERDABILIDADE NO SENTIDO RESTRITO (h^2_r)

A herdabilidade no sentido restrito será definida de acordo com o proposto por Warner (1952), com dados de plantas individuais, utilizando-se a fórmula 7.

$$h^2_r = 2 \sigma^2_{F2} - (\sigma^2_{RC1F1} + \sigma^2_{RC2F1}) / \sigma^2_{F2} \quad (7)$$

Sendo que:

h^2_r = herdabilidade no sentido restrito.

σ^2_{F2} = variância de F2.

σ^2_{RC1F1} = variância do retrocruzamento 1.

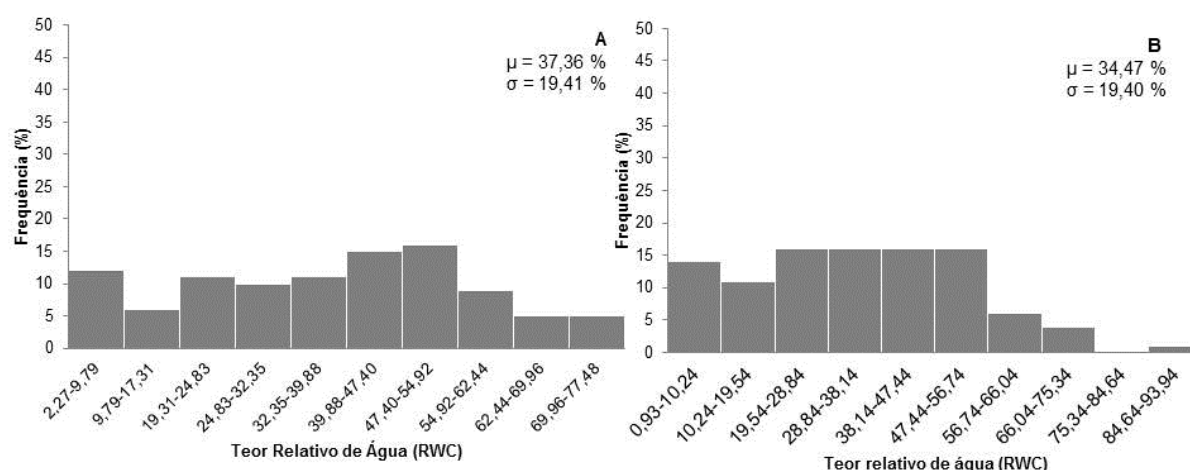
σ^2_{RC2F1} = variância do retrocruzamento 2.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos referentes ao conteúdo relativo de água (RWC) dos indivíduos F2 foram distribuídos em classes e frequências, do qual podem ser visualizados na Figura 1. Interpretando o comportamento do gráfico, o teor relativo de água variou de 2,27 a 77,48% para o Cruzamento A e 0,93 a 93,94% para o Cruzamento B. No Cruzamento A (Figura 1A) a maior frequência de RWC foi encontrada no intervalo 47,40 a 54,92% com 16% e a menor frequência ocorreu em duas classes máximas (62,44 a 69,96 e 69,96 a 77,48) com 5% dos genótipos. O intervalo mínimo (2,27 a 9,79%) apresentou 12% dos genótipos. A média encontrada para essa geração foi 37,36% com variância de 19,41%.

No que se refere ao Cruzamento B (Figura 2B), a maior frequência (16% dos genótipos) se repetiu em 4 classes diferentes (19,54 a 28,84; 28,84 a 38,14; 38,14 a 47,44 e 47,44 a 56,74%), totalizando 64% dos genótipos e, a menor, foi encontrada no intervalo máximo (84,64 a 93,94) com apenas 1% dos genótipos. Cerca de 14% dos genótipos se manifestaram na classe mínima (0,93 a 10,24) desse cruzamento. A média apresentada foi de 34,47% com variância de 19,40% sendo inferior em relação ao Cruzamento A.

Figura 1 – Distribuição de genótipos F2 em classes correspondentes ao RWC (%). A) Geração F2 obtida do Cruzamento A quanto a RWC, B) Geração F2 obtida do Cruzamento B quanto a RWC. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2018.



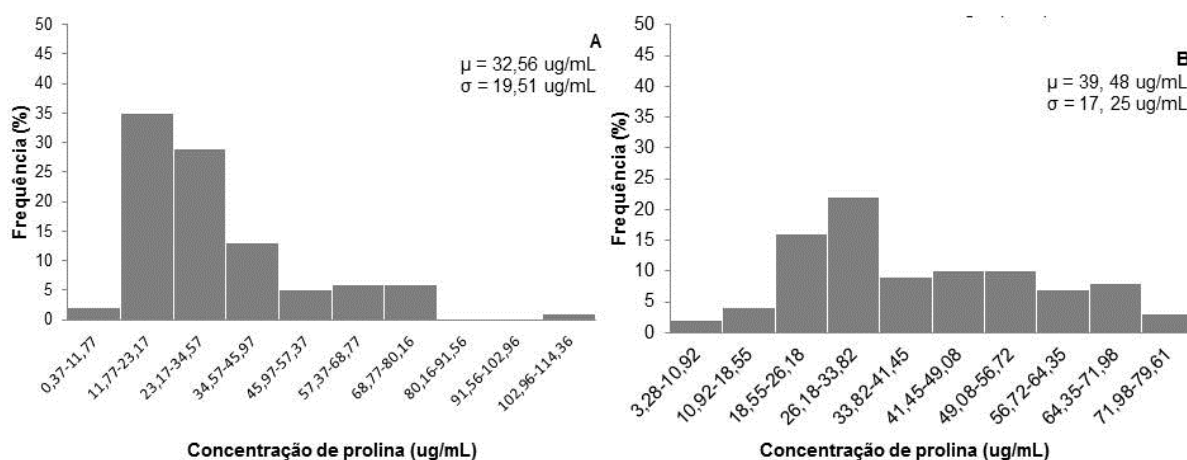
Fonte: autoria própria

O RWC (Teor Relativo de Água), é utilizado para medir a quantidade de água nas folhas, sendo indicativo de déficit hídrico nas culturas (RODRIGUES, 1973). Ao analisar os cruzamentos, observou-se que 50% dos genótipos do

Cruzamento A estavam acima da média enquanto que no cruzamento B foi de 43%. Patanè et al., (2016) associa que plantas com alto RWC nas folhas têm elevada taxa de transpiração e menor acúmulo de prolina. Durante a fase preliminar do ajustamento osmótico em situação de estresse acontece a desidratação, reduzindo a água das células e potencial osmótico (MORENO, 2009; SANTOS et al., 2010).

A Figura 2 apresenta os resultados encontrados em formato de distribuição de classes da geração F2 obtida nos dois cruzamentos. No Cruzamento A (Figura 2A) a concentração de prolina variou de 0,37 a 114,36 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (desvio de 19,51 $\mu\text{g mL}^{-1}$) com média de 32,56 $\mu\text{g mL}^{-1}$ e, para a geração do Cruzamento B, houve variância de 3,28 a 79,61 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (desvio de 17,25 $\mu\text{g mL}^{-1}$) em uma média de 39,48 $\mu\text{g mL}^{-1}$. O Cruzamento A obteve maior frequência de genótipos (35%) no intervalo entre 11,77 a 23,17 $\mu\text{g mL}^{-1}$, menor frequência (1%) no intervalo máximo (102,96 a 114,36 $\mu\text{g mL}^{-1}$) e 2% do total de genótipos no intervalo mínimo (0,37 a 11,77 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Cerca de 12% dos genótipos estão concentrados nas classes 57,37 a 80,16 $\mu\text{g mL}^{-1}$. No que se refere ao Cruzamento B (Figura 2B), a maior frequência de genótipos (22%) aconteceu no intervalo entre 26,18 a 33,82 $\mu\text{g mL}^{-1}$, menor frequência (2%) no intervalo mínimo e 3 % dos genótipos no intervalo máximo.

Figura 2 – Distribuição de genótipos F2 em classes correspondentes à concentração de prolina em $\mu\text{g mL}^{-1}$. A) Geração F2 obtida do Cruzamento A quanto a concentração de prolina, B) Geração F2 obtida do Cruzamento B quanto a concentração de prolina. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2018.



Fonte: autoria própria

O Cruzamento B apresentou média superior de concentração desse soluto e justifica o comportamento desses indivíduos na Figura 1B, onde o teor relativo de água desse cruzamento foi inferior, demonstrando baixa capacidade de manter o turgor celular em condições de estresse. Estudos efetuados em plantas de *Croton linearifolius* e alecrim-pimenta demonstram que a maior concentração de prolina é encontrada em plantas mais tolerantes ao déficit hídrico do que nas consideradas suscetíveis (PEREIRA, 2013; ALVARENGA, 2011). Porém, alguns autores propõem que esse acúmulo é apenas um efeito do estresse (DELAUNEY; VERMA, 1993; MONTESINOS-PEREIRA et al., 2014).

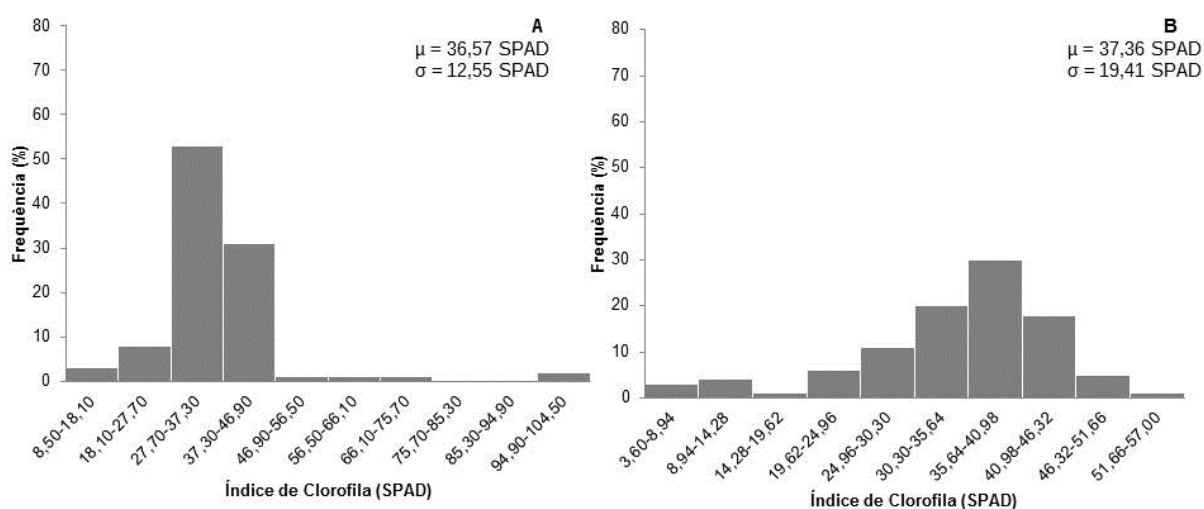
A resposta das plantas ao déficit hídrico envolve diversos fatores, já que esse estresse é responsável por diversas alterações fisiológicas (HOSSAIN et al., 2014). Quando ocorre declínio no potencial hídrico do solo, a planta inicia um processo de ajuste osmótico para manutenção do potencial hídrico e turgescência das células vegetais próximas ao adequado, aumentando a síntese e acúmulo de prolina. (REDDY et al., 2004).

Vários autores têm atribuído o acúmulo de prolina como mecanismo de ajuste osmótico, prevenindo perda d'água e mantendo turgor celular (DELAUNEY; VERMA, 1993). No entanto, esse aminoácido pode exercer outras funções, como: estabilizador de estruturas sub-celulares (SCHOBERT; TSCHESCHE, 1978); agindo durante a transformação de radicais livres em menos reativo, também sendo chamado de "scavenger de radicais livres" (SARADHI et al., 1995); depósito de energia (HARE; CRESS, 1997); elemento da cascata de sinalização molecular do estresse (WERNER; FINKELSTEIN, 1995) e principal componente de proteínas da parede celular de plantas (NANJO et al., 1999).

As frequências obtidas no Índice de Clorofila total das plantas para os dois cruzamentos estão representadas na Figura 3. O comportamento do Cruzamento A (Figura 3A) variou entre 8,50 a 104,50 unidades SPAD enquanto o Cruzamento B ficou entre 3,60 a 57,00 unidades SPAD. Comparando a média de ambos cruzamentos, o Cruzamento A obteve maior média e desvio (36,57 e 12,55, respectivamente) em relação ao Cruzamento B (Figura 3B), que teve uma média de 34,40 e desvio de 9,89. O Cruzamento A obteve maior frequência (57%) no intervalo

de 27,70 a 37,70 unidades SPAD, 3% de frequência na classe mínima (8,50 – 18,10 unid. SPAD) e 2% dos genótipos no intervalo máximo, entre 94,90 a 104,50 unid. SPAD. Já o Cruzamento B obteve maior frequência (30% dos genótipos) na classe 35,64 a 40,98 unid. SPAD, menores frequências (1%) na classe 14,28 a 19,62 e 51,66 a 57,00 unid SPAD (classe máxima).

Figura 3 – Distribuição de genótipos F2 em classes correspondentes ao Índice de Clorofila total, em unidades SPAD. A) Geração F2 obtida do Cruzamento A quanto a concentração de clorofila, B) Geração F2 obtida do Cruzamento B quanto a concentração de clorofila. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2018.



Fonte: autoria própria

O teor de clorofila é um indicativo da senescência foliar, fenômeno que pode ser catalisado através de estresses, como carência hídrica e/ou nutricional. O Índice de Clorofila é um método muito útil na avaliação produtiva vegetal, sendo uma ferramenta rápida que compara o teor de clorofila acumulado nas folhas com o rendimento, processos fotossintéticos e produção de matéria seca das plantas (DAWSON et al., 2008; VIEIRA et al., 2014).

O Cruzamento A apresentou maior número de genótipos com maior concentração de teor de clorofila em relação ao Cruzamento B. No decorrer do desenvolvimento inicial das plantas é esperado um aumento no teor de clorofila, visto o maior desenvolvimento de determinados compostos para captação de energia luminosa (BRESSAN et al., 2004). Muitos estudos executados com plantas de diferentes espécies em estresse por deficiência hídrica tem demonstrado redução significativa no índice de clorofila quando comparadas com as mantidas em capacidade de campo (GONÇALVES et al., 2010; VIEIRA et al., 2014). Em trabalho

executado em tomates, AGHAIE et al. (2018) constataram a redução da clorofila em cultivares mais sensíveis a seca moderada e severa.

O comportamento do Cruzamento B pode ter sido inferior porque o deficit hídrico pode acarretar outro estresse, o oxidativo. Durante o estresse oxidativo ocorre aumento na produção de radicais livres de oxigênio (EROs), provocando a oxidação dos pigmentos fotossintéticos e degradação da clorofila, causando prejuízos no metabolismo vegetal (CARLIN et al., 2012).

Os parâmetros genéticos para as características fisiológicas avaliadas, referentes ao Cruzamento A e B estão representados na Tabela 1. No Cruzamento A, a herdabilidade no sentido restrito para RWC foi moderada (34,91%) enquanto que para prolina foi alta (86,96%), possuindo boas chances dessas características serem repassadas para seus descendentes. A herdabilidade no sentido amplo foi alta para todos os caracteres estudados (RWC, prolina e clorofila), sendo superior em comparação ao sentido restrito para RWC e clorofila, demonstrando que a maioria das características são influenciadas por fatores de origem dominante, com exceção da prolina (herdabilidade no sentido restrito alta para esse cruzamento).

Tabela 1 – Estimativas das variâncias fenotípicas (σ^2_P), ambientais (σ^2_E), genotípicas (σ^2_G), aditivas (σ^2_A), dominância (σ^2_D), herdabilidade no sentido amplo (h^2_a) e herdabilidade no sentido restrito (h^2_r), para os caracteres fisiológicos referentes ao Cruzamento A e Cruzamento B. Pato Branco, UTFPR, 2018.

Parâmetros	Cruzamento A			Cruzamento B		
	RWC	PROLINA	CLOROFILA	RWC	PROLINA	CLOROFILA
σ^2_P	0,05	378,13	132,56	0,05	297,71	101,27
σ^2_E	0,03	253,8	35,71	0,04	1126,07	193,8
σ^2_G	0,02	124,34	96,86	0,01	-828,36	-92,53
σ^2_A	0,018	328,81	-425,45	-0,01	-573,83	-339,23
σ^2_D	0,01	-204,47	522,31	0,02	-254,53	246,7
h^2_a (%)	47,31	32,88	73,07	15,61	-278,25	-91,37
h^2_r (%)	34,91	86,96	-320,94	-22,23	-192,75	-334,98
H (%)	-28,03	234,19	12,27	3,47	32,28	9,94
HT % (P1)	-16,5	185,07	19,56	24,7	-12,13	20,78
HT % (P2)	-36,76	303,76	5,81	-11,58	167,44	0,89

RWC = Teor relativo de água

Nota: Para dados de RWC foi utilizada transformação angular

No Cruzamento B, as estimativas das variâncias apresentaram baixo efeito aditivo para as características estudadas, com variância aditiva inferior ao dominante para todos os caracteres. O baixo efeito aditivo mostra poucas chances dessas características serem repassadas para seus descendentes. As estimativas de herdabilidade no sentido amplo e restrito foram negativas (não diferentes de zero), mostrando a baixa eficiência na seleção de gerações iniciais para esses caracteres. Quando comparado a variância ambiental com o genotípico, percebe-se a influência de fatores ambientais controlando o caráter, evidenciado pelo baixo índice de herdabilidade no sentido restrito apresentado. Em programas de melhoramento genético, o alto efeito aditivo é responsável pela herdabilidade e estabilidade nos cruzamentos desenvolvidos (DELIGEORGIDIS et al., 2005).

A estimativa das médias referentes às gerações P1, P2, F1, F2, RC1 e RC2 referentes ao Cruzamento A e B estão sendo demonstradas na Tabela 2. Os dados do Cruzamento A demonstram que o RWC obteve valores de F2 idênticos ao encontrado para o progenitor masculino de menor média, mostrando dominância propensa ao parental de menor média. Os valores de F1 foram intermediários aos parentais. A concentração de prolina indica efeito de sobredominância, pois as médias de F1 foram superiores aos pais e a geração F2.

Tabela 2 – Estimativas das médias referentes às gerações: P1, P2, F1, F2, RC1 e RC2 referentes ao Cruzamento A e Cruzamento B para características fisiológicas. Pato Branco, UTFPR, 2018.

GERAÇÃO	Cruzamento A			Cruzamento B		
	RWC	PROLINA	CLOROFILA	RWC	PROLINA	CLOROFILA
P1	0,64	23,74	34,54	0,61	51,01	32,6
P2	0,86	16,76	39,03	0,86	16,76	39,03
F1	0,54	67,66	41,29	0,76	44,82	39,37
F2	0,64	32,52	36,39	0,61	39,48	34,75
RC1	0,53	9,76	29,48	0,5	38,5	37,15
RC2	0,29	42,76	36,53	0,34	34,36	45,01

Para o Cruzamento B, o RWC apresentou valor intermediário aos parentais. A geração F2 desse caractere foi semelhante ao encontrado pelo parental de menor média, indicando que pode existir dominância em relação a esse parental. Para os caracteres prolina e clorofila, a geração F1 foi inferior a F2, demonstrando a presença de depressão endogâmica e maior heterose para esses caracteres,

comprovando que a maior parte da variação encontrada nesses dados tem influência de ação dominante.

Os resultados encontrados coincidem com outros trabalhos semelhantes, na cultura do trigo (SAID, 2014) e amendoim (PAINAWADEE et al., 2009), onde as estimativas de herdabilidade no sentido restrito para o RWC e clorofila, sob as mesmas condições, mostraram o efeito de dominância sobre essas características. Assim, será pouco efetiva a seleção para essa característica nas gerações iniciais de melhoramento, sugerindo que se realizem em gerações mais avançadas.

6 CONCLUSÕES

A distribuição das gerações F2 desse estudo demonstrou que o maior teor de água e níveis de clorofila foram encontradas para o cruzamento A.

Para os parâmetros genéticos, a concentração de prolina do Cruzamento A foi a única variável fisiológica que apresentou índices elevados de herdabilidade no sentido restrito, demonstrando sua capacidade de ser mantida ao longo das gerações.

A maioria dos caracteres fisiológicos desse estudo foi influenciado por efeitos de dominância, sendo pouco efetiva a seleção para essa característica nas gerações iniciais do melhoramento.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Infelizmente o acervo de estudos voltados para a agricultura orgânica é muito baixo, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de variedades de polinização aberta mais adaptadas a esses sistemas, preconizando o uso de híbridos para a produção de tomate, tornando a atividade mais onerosa para seus produtores. Além disso, os híbridos utilizados apresentam baixa variabilidade genética, ocorrendo baixo desempenho na produção da cultura frente diferentes estresses. O resgate genético de espécies amplia a diversidade genética, podendo introduzir características importantes de interesse agrônomo.

As estimativas de herdabilidade e de variâncias auxiliam o melhorista durante as principais fases de um programa de melhoramento genético (ampliação da variabilidade gênica, seleção de indivíduos superiores na população segregante e utilização desses indivíduos selecionados no programa).

Para aumentar a acurácia nas estimativas de herdabilidade é necessário o desenvolvimento de mais estudos, em localidades diferentes e em outros estádios da cultura, visto que as características desenvolvidas em curto prazo estão menos sujeitas ao ambiente, obtendo maior herdabilidade do que as mantidas a longos períodos. A intensidade dos estresses ambientais leva a variação nesses índices, alterando as estimativas em relação a condições adversas e ideais, comumente visto no campo, sendo necessário verificar seu comportamento nessas condições.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM, Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. **Pesquisa de Mercado de Sementes de Hortalicas**. 2010. Disponível em: http://www.abcsem.com.br/docs/pesquisa_mercado_2009.pdf. Acesso em: 18 ago. 2018.
- AGHAIE, Peyman et al. Tolerance evaluation and clustering of fourteen tomato cultivars grown under mild and severe drought conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 232, p. 1–12, 2018.
- ALLARD, Robert Wayne. Population structure and sampling methods. **Genetic Resources in Plants**, 1970. p. 97–108.
- ALVARENGA, et al. Prolina livre em alecrim-pimenta sob estresse hídrico antes da colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 539–541, 2011. ISSN 1516-0572.
- ALVARENGA, Marco Antônio Rezende. **Tomate: Produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. UFLA, 2004. ISBN 85-87692-20-8.
- ALVARENGA, Marco Antônio Rezende. **Tomate: Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed., 2013. ISBN 978-85-66669-00-8.
- ANDREUCETTI, C. et al. Caracterização da comercialização de tomate de mesa na CEAGESP: perfil dos atacadistas. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 324–328, 2005. ISSN 1806-9991.
- ARAUJO, J. C. et al. Univariate and multivariate procedures for agronomic evaluation of organically grown tomato cultivars. **Horticultura Brasileira**, FapUNIFESP (SciELO), v. 34, n. 3, p. 374–380, 2016.
- ARAUJO, Jacqueline Camolese de. **Bioprospecção de genótipos de tomate de mesa (Solanum lycopersicum L.) com potencial de adaptação ao sistema de cultivo orgânico**. Tese (Doutorado) — Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2013.
- ARUMUGANATHAN, K.; EARLE, E. D. Nuclear dna content of some important plant species. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 9, n. 3, p. 208–218, 1991.
- BAI, Yuling; LINDHOUT, Pim. Domestication and Breeding of Tomatoes: What have We Gained and What Can We Gain in the Future? **Annals of Botany**, Oxford University Press (OUP), v. 100, n. 5, p. 1085–1094, 2007.

BARONE, Amalia et al. High-Throughput Gnomics Enhances Tomato Breeding Efficiency. **Current Genomics**, Bentham Science Publishers Ltd., v. 10, n. 1, p. 1–9, 2009.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205–207, 1973.

BERENQUER, Andrea Farneze. **Methodological proposal for indirect selection in tomato genotypes tolerant to water stress**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Uberlândia, 2004.

BETTIOL, W. et al. Organic and Convencional tomato cropping systems. **Scientia Agrícola**, v. 61, n. 3, p. 253–259, 2004.

BOHNERT, H.J.; JENSEN, R.G. Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. **Trends in Biotechnology**, Elsevier BV, v. 14, n. 3, p. 89–97, 1996.

BOITEUX, et al. Produção de tomate para processamento industrial. **Melhoramento genético**, v. 1, p. 31–50, 2012.

BOYHAN, G. E. et al. Evaluation of Tomato Varieties under Organic Production Practices in Georgia. **HortTechnology**, v. 24, n. 2, p. 252–258, 2014.

BRASIL. Lei n. 10.831 – dispõe sobre a agricultura orgânica e outras providências. In: **Diário Oficial da União**, 2003.

BRASIL. **Número de produtores orgânicos cresce em 2015**. Online. Disponível em: <Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/03/em-um-ano-total-de-produtores-organicos-cresce-51>> Acesso em: 18 ago. 2018.

BRAY, Elizabeth A. Genes commonly regulated by water-deficit stress in *Arabidopsis thaliana*. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 407, p. 2331–2341, 2004.

BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M.; LOCY, R. D. **Fisiologia do estresse**. Fisiologia vegetal, p. 613–643, 2004.

BROUWER, B. O.; MURPHY, K. M.; JONES, S. S. Plant breeding for local food systems: A contextual review of end-use selection for small grains and dry beans in Western Washington. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Cambridge University Press (CUP), v. 31, n. 02, p. 172–184, jun. 2015.

BUCHANAN, Bob B.; GRUISSEM WILHELM; JONES, Russel L. **Biochemistry e molecular biology of plants**. Maryland American Society of Plant Physiologists, 2006.

BUEREN, E. L et al. Van. The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: A review. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, Elsevier BV, v. 58, n. 3-4, p. 193–205, 2011.

CARLIN, Samira Domingues; RHEIN, Andressa Freitas De Lima; SANTOS, Durvalina Maria Mathias Dos. Efeito simultâneo da deficiência hídrica e do alumínio tóxico no solo na cultivar iac91-5155 de cana-de-açúcar. **Semina-ciencias Agrarias. Londrina: Universidade Estadual de Londrina – UEL**, v. 33, n. 2, p. 553–563, 2012.

CRUZ, Cosme Damião. Genes – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Sci., Agron.**, v. 35, n. 3, p. 271–276, 2013.

CRUZ, Cosme Damião; CARNEIRO, Pedro Crescêncio Souza; REGAZZI, Adair José. **Modelos Biométricos Aplica-dos ao Melhoramento Genético**. 3. ed. UFV, 2014. ISBN 978-85-7269-515-2.

DAWSON, Julie C.; HUGGINS, David R.; JONES, Stephen S. Characterizing nitrogen use efficiency in natural and agricultural ecosystems to improve the performance of cereal crops in low-input and organic agricultural systems. **Field Crops Research**, Elsevier BV, v. 107, n. 2, p. 89–101, 2008.

DELAUNEY, Ashton; VERMA, Desh Pal S. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. **The Plant Journal**, Wiley, v. 4, n. 2, p. 215–223, 1993.

DELIGEORGIDIS, P. N. et al. Breeding for Homozygotic Superiority and Stability in Maize without Losing Combining Ability. **Asian Journal of Plant Sciences**, Science Alert, v. 4, n. 5, p. 499–506, 2005.

ESPINOZA, W. **Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco**. 1. ed. Tropical Gráfica Editora. Brasília, Brasil, 1991.

FALKER. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030)**. 2008. Disponível em: <<http://www.falker-.com.br/produto_download.php?id=4>. Acesso em: 18 ago. 2018.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2016. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

FARIAS, José Renato Bouças. **Dinâmica da água no sistema solo-água-atmosfera: déficit hídrico em culturas**. 2005. Disponível em: <https://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/finep/metas-fisicas-/meta-fisica/2/publicacoes/02%20-%20deficithidrico_spdireto.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2018.

FERRARI, Angela Aparecida. **Caracterização química de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) empregando análise por ativação neutrônica instrumental.** Dissertação (Mestrado) — Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** UFV, 2003. ISBN 9788572693134.

FLEURY, D. et al. Genetic and genomic tools to improve drought tolerance in wheat. **Journal of Experimental Botany**, Oxford University Press (OUP), v. 61, n. 12, p. 3211–3222, 2010.

FONTES, Paulo Cezar Rezende; SILVA, Derly José Henrique. **Produção de tomate de mesa.** 2002. ISBN 85-88216-28-0.

GUALBERTO RONAN, Braz Leila Trevizan; BANZATTO, David Arioaldo. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, FapUNIFESP (SciELO), v. 37, n. 1, p. 81–88, 2002.

HAMMER, Øyvind; HARPER, David A. T; RYAN, Paul D. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **PALEONTOLOGICAL STATISTICS SOFTWARE**, 2016.

HARE, P. D.; CRESS, W. A. Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants. **Plant Growth Regulation**, Springer Nature, v. 21, n. 2, p. 79–102, 1997.

HETHERINGTON, A.M.; WOODWARD, F.I. The role of stomata in sensing and driving environmental change. **Nature**, Springer Nature, v. 424, n. 6951, p. 901–908, 2003.

HOSSAIN, Md Mokter et al. Differences between soybean genotypes in physiological response to sequential soil drying and rewetting. **The Crop Journal**, Elsevier BV, v. 2, n. 6, p. 366–380, 2014.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores-/agropecuaria/lspa/lspa>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

JÚNIOR, Affonso Celso Gonçalves et al. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciencia e Agrotecnologia**, FapUNIFESP (SciELO), v. 34, n. 3, p. 660–666, 2010.

KATERJI, N.; ITIER, B.; FERREIRA, I. Etude de quelques critères indicateurs de l'état hydrique d'une culture de tomate en région semi-aride. **Agronomie, Paris**, 1998.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p. 431, 2008.

KERSTTIENS, G. Water transport in plant cuticles: an update. **Journal of Experimental Botany**, Oxford University Press (OUP), v. 57, n. 11, p. 2493–2499, 2006.

KRAMER, P. J; BOYER, J. S. Water relations of plants and soils. **Academic Press, Inc**, 1995. Disponível em: <<http://udspace.udel.edu/handle/19716-/2830>>. Acesso em 18 ago. 2018.

KUTZ, Talita Slota. **Caracterização morfológica e molecular de genótipos de tomateiro do banco ativo de germoplasma da UTFPR**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

LEVITT, J. **Responses of Plants to Environmental Stresses (Physio-logical Ecology): Chilling, freezing, and high temperature stresses**. Academic Press, 1980. ISBN 0124455018.

LI, Y.C. et al. A rapid nondestructive technique to predict leaf nitrogen status of grapefruit tree with various nitrogen fertilization practices. **HortTechnology**, Alexandria, v. 8, n. 1, 81–86, 1998.

LIN, Tao et al. Genomic analyses provide insights into the history of tomato breeding. **Nature Genetics**, Springer Nature, v. 46, n. 11, p. 1220–1226, 2014.

LUZ, José Magno Queiroz; SHIZATO, André Vinicius; SILVA, Monalisa Alves Diniz da. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, p. 7–5, 2007. ISSN 1981-3163.

MACIEL, Gabriel M et al. Déficit hídrico induzido por manitol para seleção de genótipos de tomateiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Tikinet Edicao Ltda. - EPP, v. 60, n. 4, p. 315–321, 2017.

MANSOUR, A. et al. Disease management of organic tomato under greenhouse conditions in the Jordan valley. **Crop Protection**, Elsevier BV, v. 60, p. 48–55, 2014.

MATHER, K.; JINKS, J.L. **Introdução à genética biométrica**. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, p. 1–61, 1984.

MCCOUCH, S. Diversifying selection in plant breeding. **Plos Biol**, v.1 p. 347, 2004.

MELO, Aniela Pilar Campos de et al. Solanaceas em sistema orgânico no Brasil: tomate, batata e physalis. **Scientia Agropecuaria**, v. 8, n. 3, p. 279–290, 2017. ISSN 2077-9917.

MELO, Paulo C.T.; VILELA, Nirlene J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, FapUNIFESP (SciELO), v. 23, n. 1, p. 154–157, 2005.

MELO, Paulo César T de et al. Desempenho de cultivares de tomateiro em sistema orgânico sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, FapUNIFESP (SciELO), v. 27, n. 4, p. 553–559, 2009.

MINAMI, K.; HAAG, H. P. **O tomateiro**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, p. 397 1989.

MITRA, Jiban. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. **CURRENT SCIENCE**, v. 80, n. 6, 2001.

MODOLON, Tatiani A et al. Homeopathic and high dilution preparations for pest management to tomato crop under organic production system. **Horticultura Brasileira**, FapUNIFESP (SciELO), v. 30, n. 1, p. 51–57, 2012.

MONTESINOS-PEREIRA, D. et al. Genotype differences in the metabolism of proline and polyamines under moderate drought in tomato plants. **Plant Biology**, v. 16, p. 1050-1057, 2014.

MOREIRA, G.R. et al. Divergência genética entre acessos de tomateiro infestados por diferentes populações da traça-do-tomateiro. **Horticultura Brasileira**, FapUNIFESP (SciELO), v. 23, n. 4, p. 893–898, 2005.

MORENO, Liz Patricia. Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico: una revisión. **Agronomía Colombiana**, v. 27, n. 2, p. 179-191, 2009.

MOURA, F. A. de; NOGUEIRA, C. M.; GOUVEA, M. A. Atributos determinantes na decisão de compra de consumidores de alimentos orgânicos. **Agroalimentaria, Mérida**, v. 18, n. 35, p. 75–86, 2012.

NAGAI, H. **Melhoramento de plantas no instituto agronômico**. In: Melhoramento de Plantas no Instituto Agronômico. cap. Hortaliças – Tomate, p. 301,1993

NAIKA, S. et al. **A cultura do tomate: Produção, processamento e comercialização**. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, p. 104, 2006.

NANJO, T. et al. Biological functions of proline in morphogenesis and osmotolerance revealed in antisense transgenic *Arabidopsis thaliana*. **The Plant Journal**, Wiley, v. 18, n. 2, p. 185–193, 1999.

NETO, Sebastião Elviro de Araújo; FERREIRA, Regina Lúcia Félix; PONTES, Frederico Silva Thé. Rentabilidade da produção orgânica de cultivares de alface com diferentes preparos do solo e ambiente de cultivo. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 39, n. 5, p. 1362–1368, 2009. ISSN 0103-8478.

OKADA, H. et al. Are community structures of soil nematodes different between organic and conventional farming systems in commercial tomato fields? **Japanese Journal of Nematology**, The Japanese Nematological Society, v. 39, n. 2, p. 63–71, 2009.

PAINAWADEE, M et al. Heritability and Correlation of Drought Resistance Traits and Agronomic Traits in Peanut (*hypogaea* L.). **Asian Journal of Plant Sciences**, Science Alert, v. 8, n. 5, p. 325–334, 2009.

PATANÈ, Cristina et al. Physiological screening for drought tolerance in mediterranean long-storage tomato. **Plant Science**, Elsevier BV, v. 249, p. 25–34, 2016.

PERALTA, I. E.; SPOONER, D. M.; KNAPP, S. **Systematic Botany Monographs: Taxonomy of Wild Tomatoes and Their Relatives (*Solanum* sect. *Lycopersicoides*, sect. *Juglandifolia*, sect. *Lycopersicon*; *Solanaceae*)**. Amer Society of Plant Taxonomists, 2008.

PEREIRA, Iracema Souza. **Croton linearifolius: Produção de mudas e respostas fisiológicas ao estresse hídrico**. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013.

PEREIRA, J. W. L. **Respostas fisiológica e agrônômica de genótipos de amendoim sob condição de estresse hídrico**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

PRIMAVESI, A. M. Fundamentos da agroecologia. **SEMINÁRIO DE AGRICULTURA ORGÂNICA E FAMILIAR**, Anais: CATI, p. 23–30, 2001.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. **Genética na agropecuária**. Editora Globo: São Paulo, 3. ed., p. 199-229, 1994.

RAO, A. Venket; AGARWAL, Sanjiv. Role of Antioxidant Lycopene in Cancer and Heart Disease. **Journal of the American College of Nutrition**, Informa UK Limited, v. 19, n. 5, p. 563–569, 2000.

RAO, N.K.S.; BHATT, R.M.; SADASHIW, A.T. Tolerance to water stress in tomato cultivars. **Photosynthetica**, Springer Nature, v. 38, n. 3, p. 465–467, 2001.

REBIALKOWSKA, Ewa. Quality of plant products from organic agriculture. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Wiley, v. 87, n. 15, p. 2757–2762, 2007.

REDDY, A. R.; CHAITANYA, K. V.; VIVEKANANDAN, M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of Plant Physiology**, Elsevier BV, v. 161, n. 11, p. 1189–1202, 2004.

RODRIGUES, J.D. **A Influência de diferentes regimes de umidade do solo em gladiólos**. Tese (Doutorado) — Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 1973.

ROSSI, F. et al. Produtividade e qualidade do tomate-cereja cultivado em consórcio com adubos verdes. **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 2011.

SAID, Alaa Ali. Generation mean analysis in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought stress conditions. **Annals of Agricultural Sciences**, Elsevier BV, v. 59, n. 2, p. 177–184, 2014.

SANTOS, Cleberlito Fernandes; LIMA, Giuseppina Pace Pereira; MORGADO, Luiz Balbino. Tolerância e caracterização bioquímica em feijão-caupi submetido a estresse hídrico na pré-floração. **Naturalia**, v. 33, p. 34–44, 2010.

SARADHI, P.P; ALIA, Arora S.; PRASAD, K.V.S.K. Proline accumulates in plants exposed to uv radiation and protects them against UV induced peroxidation. **Biochem Biophys Res Commun**, 1995.

SCHOBERT, B.; TSCHESCHE, H. Unusual solution properties of proline and its interaction with proteins. **Biochim Biophys Acta**, v. 541, p. 270–277, 1978.

SEDIYAMA, Maria Aparecida Nogueira; SANTOS, Izabel Cristina dos; LIMA, Paulo César de. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, FapUNIFESP (SciELO), v. 61, p. 829–837, 2014.

SOUZA, Carlos Cleide et al. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, FapUNIFESP (SciELO), v. 4, n. 3, p. 338–342, 2000.

STANSFIELD, William D. **Theory and Problems of Genetics (Schaum Outline Series)**. McGraw-Hill, 1988. ISBN 0071369155.

TOLEDO, Débora S et al. Production and quality of tomato fruits under organic management. **Horticultura Brasileira**, FapUNIFESP (SciELO), v. 29, n. 2, p. 253–257, 2011.

TU, Cong; RISTAINO, Jean B.; HU, Shuijin. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: Effects of organic inputs and straw mulching. **Soil Biology and Biochemistry**, Elsevier BV, v. 38, n. 2, p. 247–255, 2006.

VERSLUES, Paul E.; KIM, Yong-Sig; ZHU, Jian-Kang. Altered ABA, proline and hydrogen peroxide in an arabidopsis glutamate:glyoxylate aminotransferase mutant. **Plant Molecular Biology**, Springer Nature, v. 64, n. 1-2, p. 205–217, 2007.

VIEIRA, G. H. S. et al. Morpho-physiological indicators of water stress on sugarcane as a function of irrigation depths. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 65–75, 2014.

WARNER, John N. A method for estimating heritability. **Agronomy Journal**, v. 7, n. 1, p. 427–430, 1952.

WERNER, Joanna E.; FINKELSTEIN, Ruth R. Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stress. **Physiologia Plantarum**, Wiley, v. 93, n. 4, p. 659–666, 1995.

ZHOU, Rong et al. Drought stress had a predominant effect over heat stress on three tomato cultivars subjected to combined stress. **BMC Plant Biology**, Springer Nature, v. 17, n. 1, 2017.