

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Vitor Barbosa Assunção**

**TECNICAS MULTIVARIADAS NA DETERMINAÇÃO DA DIVERSIDADE  
GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO SUBMETIDOS AO DÉFICIT  
HÍDRICO**

**Monte Carmelo – MG  
2021**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Vitor Barbosa Assunção**

**TECNICAS MULTIVARIADAS NA DETERMINAÇÃO DA DIVERSIDADE  
GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO SUBMETIDOS AO DÉFICIT  
HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel

Coorientadora: Ms. Camila Soares de Oliveira

**Monte Carmelo – MG  
2021**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Vitor Barbosa Assunção**

**TECNICAS MULTIVARIADAS NA DETERMINAÇÃO DA DIVERSIDADE  
GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE TOMATEIRO SUBMETIDOS AO DÉFICIT  
HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, Outubro de 2021

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel  
Orientador

---

MSc. Danilo Araújo Gomes  
Membro da Banca

---

MSc. Rafael Resende Finzi  
Membro da Banca

**Monte Carmelo – MG  
2021**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus por sempre me guiar e me fortalecer em todos os momentos durante a graduação.

Agradecer todo o suporte dado pela minha família durante a conclusão desse ciclo.

Aos meus companheiros da 10ª turma de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia - campus Monte Carmelo, por todo o companheirismo demonstrado durante o trajeto na faculdade. E aos meus amigos Laura Martins, Ana Luísa Ribeiro e Leonardo Reis que sempre estiveram presente desde o início.

A todo o grupo docente da Universidade Federal de Uberlândia – campus Monte Carmelo, pelo aprendizado e dedicação durante o período de graduação.

Ao Grupo de Estudos em Melhoramento Genético de Hortaliças (Gen-Hort), pelo trabalho em equipe realizado desde 2016, me possibilitando a crescer individualmente com o aperfeiçoamento técnico e do trabalho em equipe envolvido.

E em especial a Camila Soares de Oliveira e ao professor e doutor Gabriel Mascarenhas Maciel, pela orientação e os ensinamentos que foram passados durante a minha formação.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa de estudos que possibilitou a execução de um projeto de Iniciação Científica com orientação do Professor e doutor Gabriel Mascarenhas Maciel.

Além de todos os demais que fizeram parte dessa caminhada de forma indireta ou diretamente contribuindo com essa etapa da minha vida.

Obrigado!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVO .....	8
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
3.1 A importância do tomateiro.....	8
3.2 Déficit Hídrico e sua relação com o cultivo do tomateiro.....	9
3.3 Aplicação de Análises Multivariadas .....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
6. CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21

## RESUMO

O tomateiro é uma hortaliça cultivada mundialmente, e uma cultura de suas características é sua elevada demanda hídrica, afetado negativamente quando submetido à condição de restrição hídrica. O fato de as características relacionadas a esse tipo de tolerância serem de alta complexidade fazem com que estudos sobre a caracterização de germoplasma de tomateiro visando tolerância a esse estresse abiótico sejam escassos. Diante disso o objetivo do trabalho foi avaliar a dissimilaridade genética em germoplasma de tomateiro com diferentes níveis de tolerância a deficiência hídrica. 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 ao déficit hídrico moderado, cujo potencial mátrico foi  $\geq 25$  kPa. Foram avaliados temperatura foliar, índice SPAD, potencial hídrico de água na folha, número de frutos 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 e comprimento de internódios. A dissimilaridade genética dos genótipos foi obtida pela distância generalizada de Mahalanobis e representada por diferentes métodos de agrupamento. O método de Tocher foi o menos eficiente na distinção dos genótipos formando dois grupos. O método de UPGMA e Variáveis Canônicas demonstraram maior poder discriminativo ambos formando três grupos similares. As análises multivariadas foram eficientes na representação da diversidade genética existente entre os 10 genótipos avaliados. As populações F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub> podem ser consideradas promissoras para o programa de melhoramento de tomateiro visando tolerância à deficiência hídrica.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*, divergência genética, métodos de agrupamento

## 1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é amplamente cultivado em diversas regiões, e é considerado uma das hortaliças de maior importância no mercado nacional e internacional (AGRIANUAL, 2016; LUZ et al. 2016). Apesar da adaptabilidade em diversas condições climáticas é uma cultura sensível a oscilações hídricas (MELO et al., 2014). A ocorrência do déficit hídrico, um tipo de estresse abiótico pode ocasionar efeitos negativos no desenvolvimento das plantas e conseqüentemente na produção (ÖZBAHÇE et al., 2012; AKSIC et al., 2011; CELEBI, 2014, CHEN et al., 2013; PATANÉ, 2011,).

A carência de genótipos de tomateiro com padrão comercial e que apresentem tolerância ao déficit hídrico é o reflexo do estreitamento das bases genéticas decorrente do processo de domesticação (KLEE & RESENDE JUNIOR, 2020). O melhoramento genético convencional, utilizando-se da introgressão de genes provenientes de parentais silvestres é uma alternativa para a obtenção de genótipos/acessos tolerantes ao déficit hídrico.

A escassez de pesquisas que visam à caracterização genótipos de tomateiro com níveis de tolerância ao déficit hídrico ocorre devido à complexidade das características que estão envolvidas nos impactos causados por esse estresse abiótico (LANGRIDGE & REYNOLDS, 2015; EGEA et al., 2018). Entretanto as diferentes plantas submetidas à restrição hídrica como o aumento da temperatura foliar (SIMÕES et al., 2015), a diminuição da condutância estomática (NASCIMENTO et al., 2011), a redução da fotossíntese (LOPES et al., 2011), menor potencial hídrico foliar, redução da produtividade, além do aumento da incidência de podridão apical (MORALES et al., 2015), podem contribuir na caracterização de um germoplasma.

O emprego de técnicas de análises multivariadas tem se mostrado eficiente para classificar germoplasmas, ordenar variabilidade entre acessos e suas relações genéticas de acordo com suas características (TOBAR-TOSSE et al., 2015; CARMONA et al., 2015; Segundo Cruz et al, (2012) os métodos de agrupamento permitem reunir, os progenitores em vários grupos, de modo que haja maior homogeneidade dentro do grupo e maiores níveis de heterogeneidade entre os grupos. Tal fato ressalta o uso dessas ferramentas em programa de melhoramento genético, em que se espera obter os maiores ganhos por heterose pelo cruzamento de genótipos divergentes.

Diante disso o objetivo do trabalho foi verificar a variabilidade genética entre genótipos de tomateiro com diferentes níveis de tolerância a deficiência hídrica.

## 2 OBJETIVO

Avaliar a divergência genética em germoplasma de tomateiro com diferentes níveis de tolerância a deficiência hídrica e identificar os genótipos com maior potencial para o programa de melhoramento genético.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 A importância do Tomateiro

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) é originário da América do Sul, especificamente entre o Equador e o norte do Chile. É considerado a segunda hortaliça mais produzida do mundo (MEDEIROS, 2010). Estima-se que em 2018 a produtividade de tomate chegue aos 7 mil t.ha<sup>-1</sup> (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018).

O cultivo está presente em diversas regiões agrícolas do país destacando-se os estados de Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Com uma demanda de mercado sempre crescente, mostrando que sua expansão ainda não atingiu o ponto máximo, tendo em vista a crescente produção inclusive em ambiente protegido (AGRIANUAL 2018). A produção mundial atual é 157% maior que a do início da década de 1980, quando alcançou cerca de 63 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2013). Essa extraordinária expansão da produção possibilitou o aumento da disponibilidade *per capita* de tomate. Melo (2017) destaca que em 2012, os países com maior consumo anual *per capita* foram Líbia (108,9 kg), Turquia (94,1 kg) e Egito (91,3 kg).

Segundo dados do IBGE (2018), a área plantada com tomate no Brasil é de 64 mil hectares, correspondente a 23% da produção de hortaliças no país (CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, 2018). A razão deste crescimento progressivo no país se dá pelo melhoramento e tecnificação da cultura nas diversas regiões.

Ademais o tomate representam uma das mais importantes fontes de vitamina C, pró-vitamina A (betacaroteno) e antioxidantes, como licopeno e outros carotenoides (PEREIRA-CARVALHO et al., 2018). O melhor desenvolvimento do tomateiro é observado em épocas ou

em condições amenas, no entanto, a planta cultura é bastante sensível a amplitudes térmicas superiores a 10°C e estresse hídrico prolongado (BOITEUX et al., 2012).

O tomateiro é uma planta dicotiledônea apresenta grande variabilidade possibilitando o desenvolvimento de diferentes cultivares, que atendem os mais diversos segmentos de mercado de tomate para processamento industrial e para consumo *in natura* (GIORDANO; RIBEIRO, 2000).

A espécie cultivada é uma planta herbácea, com folhas pecioladas, compostas e com número ímpar de folíolos, com caule flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos e manter posição vertical, com porte arbustivo. Tem abundância de brotações laterais e, embora sendo planta perene, o cultivo é anual. Apresenta dois hábitos de crescimento, sendo limitado nas cultivares de crescimento determinado e ilimitado nas de crescimento indeterminado (ALVARENGA, 2004).

Contudo, embora a espécie cultivada apresente ampla diversidade morfológica, sua base genética é bastante estreita, devida ao processo de domesticação que se deu na América Central, fora de seu centro de origem (BAI; LINDHOUT, 2007). Neste sentido, DELLA-VECCHIA; KOCH (2000) afirmam que o melhoramento genético do tomateiro no Brasil é voltado para a necessidade de incorporar novos alelos que contribuam para uma melhor adaptação ao clima do país.

### **3.2 Deficit Hídrico e sua relação com o cultivo do tomateiro**

A cultura do tomateiro é extremamente exigente em água, sendo necessário o suprimento adequado de água durante todo desenvolvimento da cultura (SANTANA; VIEIRA; BARRETO, 2009). Grandes variações de disponibilidade de água podem ocasionar distúrbios fisiológicos como rachadura nos frutos (SRINIVASA-RAO; BHATT; SADASHIVA, 2001) e podridão apical (TABATABAIE; GREGORY; HADLEY, 2004).

Em 1986, Alvino et al. apontaram que irrigações em abundância reduzem o rendimento e a qualidade dos frutos, e acarretam em maiores custos de produção. Por outro lado, Pulupol et al. (1996) conduziram tratamentos em déficit hídrico e verificaram redução no crescimento das plantas, produtividade, tamanho e peso de frutos, e incidência de podridão apical. Segundo Melo et al. (2014) a cultura exige ao longo do ciclo aproximadamente 700 mm de água bem distribuídos.

O comportamento das plantas principalmente sob estresse hídrico, depende do genótipo, estágio de desenvolvimento, duração e severidade do mesmo. Em decorrência destes fatores, as plantas ativam mecanismos de defesa em níveis morfológicos, fisiológicos e celular (FAROOQ et al., 2009). O período de maior exigência da planta é no período de floração e crescimento dos frutos. Há relatos de que o déficit hídrico é muito prejudicial para as plantas de tomate pois em períodos prolongados limita o crescimento e reduz a produtividade (ALVARENGA, 2004).

A absorção da água ocorre através das raízes por meio da diferença de potencial hídrico no sistema solo-planta-atmosfera, através de um gradiente de formação. A absorção e deslocamento de água no interior da planta tem início com a perda de vapor d'água para a atmosfera através do processo da transpiração (KERBAUY, 2008). A quantidade de água disponível no solo e a taxa de transpiração são importantes fatores para determinar o status hídrico das plantas pois no momento em que a quantidade de água perdida pelo vegetal é maior do que sua absorção essas podem passar por um período de estresse hídrico (COSTA et al., 2008).

A ocorrência de déficit hídrico afeta diretamente a produção do tomate, visto que interfere no desenvolvimento e na produtividade da cultura (BRAY, 2004). Segundo, Bastos et al. (2011) as principais características que as plantas apresentam sob déficit hídrico são alteração na permeabilidade da cutícula, redução do turgor, enrolamento das folhas, redução da área foliar, menor crescimento da parte aérea, maior crescimento do sistema radicular e abscisão floral. Nos frutos as oscilações de umidade no solo resultam em rachadura, podridão apical, redução no estabelecimento e incidência de frutos ocos (OZBAHCE; TARI, 2010).

Para se adequar a esse período adverso as plantas têm como estratégia o fechamento dos estômatos, o que reduz a condutância estomática e as perdas de água por transpiração. No entanto, isso reduz a fotossíntese (XOCONOSTLE-CAZARES et al., 2010), prejudicando a síntese de energia.

Considerando as condições climáticas adversas encontradas no Brasil, o melhoramento genético visa sanar os problemas de déficit hídrico durante o desenvolvimento do tomateiro (ROCHA et al., 2016). Por outro lado, poucos avanços foram obtidos por programas de melhoramento genético visando a tolerância a falta de água, devido à complexidade da característica que é controlada por muitos genes (MORALES et al., 2015).

O desenvolvimento de cultivares com tolerância ao estresse hídrico se torna uma estratégia de menor custo e maior eficiência em regiões de déficit hídrico além de se tornar uma alternativa para reduzir despesas com irrigação (GIROTTI et al., 2012).

### 3.3 Aplicação de Análises Multivariadas

O germoplasma é uma unidade conservadora de material genético, ou seja, uma fonte de variabilidade genética que está à disposição para o melhoramento de plantas. No entanto, para explorar a sua diversidade, é necessário que o banco de germoplasma esteja caracterizado. A caracterização é fundamental na conservação e a utilização de recursos genéticos de plantas em programas de melhoramento, pois o conhecimento sobre a diversidade genética existente orienta as tomadas de decisões do melhorista (Sharma et al., 2018). Sendo assim, a utilização de técnicas multivariadas se torna o método mais viável para esta finalidade, por ser capaz de realizar múltiplas combinações de informações dentro da unidade experimental (MOREIRA et al., 2009).

A divergência genética engloba a análise de vários métodos, onde a escolha baseia-se na exatidão almejada pelo pesquisador, na facilidade da análise e na forma como os dados foram obtidos. Pois as técnicas de análise multivariadas podem ser utilizadas para avaliar a divergência entre acessos e para selecionar os descritores mais importantes na discriminação dos acessos de um banco de germoplasma (Pereira *et al.*, 1992; Amaral Júnior, 1994).

O aprimoramento das técnicas estatísticas se deu por um vasto período de tempo, sendo essas utilizadas em análise de dados referentes à caracterização e à avaliação de germoplasma. No Brasil, os descritores quantitativos estão entre os mais estudados dentre as hortaliças. Um aumento no uso de técnicas multivariadas para quantificação da divergência genética tem sido notado, pois, essas análises permitem considerar ao mesmo tempo inúmeras características (Sudré *et al.*, 2007). Nesse contexto, um dos métodos mais empregados são o de Tocher e o UPGMA, que são utilizados para a visualização de divergência genética em genótipos de tomateiro (Araujo et al., 2016).

## 4 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 entre a linhagem UFU-040 (*Solanum lycopersicum*, genitor recorrente) versus acesso selvagem LA-716 (*Solanum pennellii*, genitor doador). UFU-040 é uma linhagem pré-comercial com potencial agrônômico e de hábito de crescimento determinado, pertencente ao banco de germoplasma da UFU. O acesso selvagem *S. pennellii* possui genes responsáveis por conferir eficiência do uso da água (WELL) (ATARÉS *et al.*, 2011). Após hibridação foi realizado três sucessivos retrocruzamentos seguido de uma autofecundação sendo obtidos sete genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub> (T1 = UFU-102-RC3#91333; T2 = UFU-102-RC3#91321; T3 = UFU-102-RC3#91341; T4 = UFU-102-RC3#91325; T5 = UFU-102-RC3#91335; T6 = UFU-102-RC3#91343; T7 = UFU-102-RC3#91322). Todos esses genótipos foram obtidos a partir da seleção de gerações anteriores apenas para características agrônômicas visando *background* comercial UFU-040.

Em junho de 2017 foi realizada a semeadura dos sete genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub> obtidos, genitor recorrente (UFU-040), genitor doador (*S. pennellii*) e a cv. Santa Clara em bandejas de poliestireno de 200 células preenchidas com substrato comercial à base de turfa, vermiculita e calcário. Decorridos 35 dias após semeadura (DAS) foi realizado o transplante em vasos plásticos de 5 L sendo colocada uma muda por vaso e preenchidos com substrato. Cada parcela foi representada por seis plantas. As plantas foram identificadas e os tensiômetros instalados em cada parcela na profundidade de 10 cm, a fim de monitorar o potencial matricial diariamente (Figura 1). A irrigação foi suprida de modo que a umidade se mantivesse próxima à capacidade de campo aferida por meio de um tensiômetro. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com três repetições.

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 anti-afídeos. As condições meteorológicas foram monitoradas por meio de estação meteorológica automática Campbell. Foram obtidas informações referentes a densidade de fluxo ( $W m^{-2}$ ) da radiação solar global (Q<sub>g</sub>) pelo piranômetro de fotodiodo de silício (NRLITE - Campbell Sci.), temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) pelo sensor Vaissala (HMP45C - Campbell Sci.) (Figura 2). 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.).

Para a simulação de vulnerabilidade hídrica durante o ciclo do tomateiro, foi realizado quatro sucessivos déficits hídricos (45, 60, 80 e 100 DAS) até que as parcelas atingissem potencial matricial  $\leq -25$  kPa. Aos 108 DAS foram avaliadas características fisiológicas e agrônômicas.

**Características fisiológicas:** índice SPAD: aferido com medidor clorofila portátil SPAD-502, realizando duas leituras em folhas do terço médio da planta, obtendo-se a média; potencial hídrico foliar (PH): quantificado antes do amanhecer ( $\pm 5$  h) com a câmara de pressão tipo Scholander (Soil Moisture model 3000) utilizando duas folhas do terço médio da planta, obtendo a média expressa em MPa; temperatura foliar (TF): no período de 12 h e 30 min às 14 h 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 e obtendo-se a média expressa em °C.

**Características agronômicas:** Foram realizadas colheitas até as plantas cessarem a produção ( $\pm 130$  dias após o transplante). Os frutos foram colhidos, identificados e posteriormente contabilizados e pesados em uma balança de precisão de 0,01 g (Bel Engineering® mod. Mark 500). Foram avaliados os seguintes parâmetros agronômicos: 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 ( $\text{Kg.planta}^{-1}$ ); incidência de podridão apical (PA): porcentagem do total de frutos com sintoma de podridão apical em relação ao total de frutos colhidos.

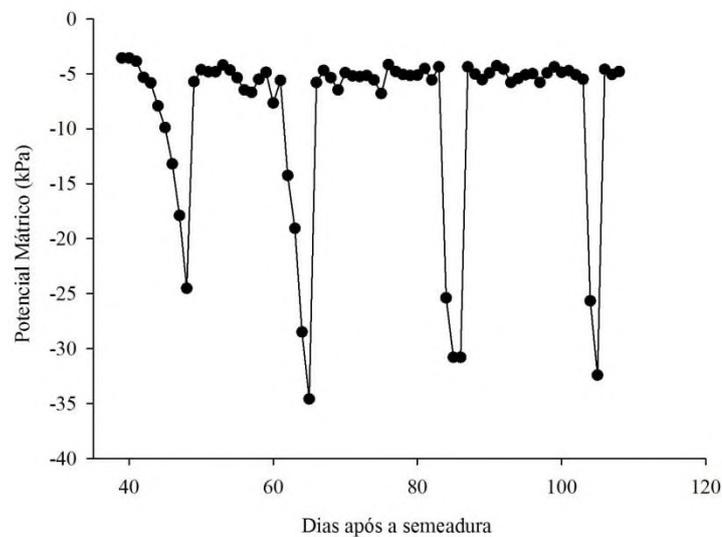
Os dados foram submetidos à análise multivariada com o objetivo de determinar a dissimilaridade genética entre os genótipos. A matriz de dissimilaridade foi obtida pela distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2_{ii}$ ). A partir da matriz de distância de Mahalanobis, a diversidade genética foi representada pelo método de otimização de Tocher r por um dendrograma obtido pelo método hierárquico Método de Grupo de Pares Não Ponderados Usando Médias Aritméticas (UPGMA), validado pelo coeficiente de correlação copenética (CCC) com o teste de Mantel (1967).

A contribuição relativa das características quantitativas foi calculada de acordo com Singh (1981). Para a análise por variáveis canônicas, a dissimilaridade genética foi demonstrada pela dispersão dos escores em gráficos, com os eixos representados pelas primeiras variáveis canônicas.

Todas as análises genéticas e estatísticas foram processadas por meio do Programa Computacional em Genética e Estatística – Programa GENES (CRUZ, 2016).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

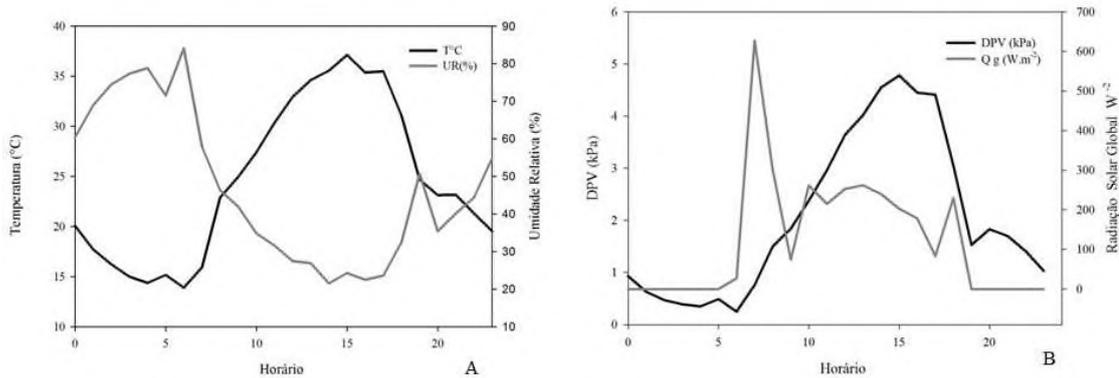
A disponibilidade hídrica no substrato não foi restritiva para a demanda hídrica das plantas (entre -5 a -10 kPa) até o momento de submissão ao déficit. Após 48 horas da imposição ao déficit hídrico, no momento das avaliações fisiológicas, o substrato estava submetido à tensão moderada (-34 kPa), garantindo 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<sup>-2</sup>.

No entanto, na data em que foram realizadas as avaliações de potencial hídrico foliar (PH), temperatura foliar (TF) e índice SPAD (SPAD), 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<sup>-2</sup> 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.

As medidas de dissimilaridade genética (Tabela 1), estimadas a partir da distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ), variaram de 3,25 a 291,62 evidenciando que existe variabilidade genética entre os genótipos estudados (AQUINO et al., 2017). Observou-se que 100% dos genótipos apresentaram maior dissimilaridade quando comparados ao genótipo *S. pennellii*. A cultivar Santa Clara e a linhagem recorrente UFU 040 expressaram as maiores distância de *S. pennellii* ( $D^2 > 200$ ). Segundo Oliveira (2019), esses genótipos se caracterizam como suscetíveis ao déficit hídrico quando comparados ao *S. pennellii* e as populações F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub> uma vez que expressaram as maiores médias para TF e as menores médias para PH e SPAD.

**Tabela 1** Estimativas da distância mais próxima e mais distante de 10 genótipos de tomateiro com base na distância de Mahalanobis ( $D^2$ ). Monte Carmelo, UFU, 2020

Genótipo	$D^2$ menor	Genótipo mais próximo	$D^2$ maior	Genótipo menos próximo
1	4,24	4	195,49	10
2	9,49	4	190,21	10
3	3,35	6	120,96	10
4	4,24	1	168,23	10
5	5,24	7	169,58	10
6	3,35	3	144,42	10
7	5,24	5	166,59	10
8	11,04	9	291,62	10
9	11,04	8	270,31	10
10	120,96	3	291,62	8

1: UFU-102- RC3#9-@#13-@#3-@#3; 2: UFU-102-RC3#9-@#13-@#2-@#1; 3: UFU-102-RC3#9-@#13-@#4-@#1; 4: UFU-102-RC3#9-@#13-@#2-@#5; 5: UFU-102- RC3#9-@#13-@#3-@#5; 6: UFU-102-RC3#9-@#13-@#4-@#3; 7: UFU-102- RC3#9-@#13-@#2-@#2; 8: Santa Clara; 9: UFU 040; 10: *S. pennellii*

O dendrograma obtido pelo método de agrupamento de ligação média entre os grupos UPGMA (Figura 1), apresentou o valor do coeficiente de correlação cofenética (CCC) igual a

0,93 e distorção igual a 7,62 %, demonstrando uma relação adequada entre a distância da matriz e o dendrograma produzido (CRUZ et al., 2012).

Considerando o de corte de 12% de dissimilaridade no dendrograma, verificou-se a formação de três grupos (Figura 1). O primeiro grupo isolou o acesso silvestre *S. pennellii*, caracterizado por ser tolerante a condição de restrição hídrica. O segundo grupo foi composto pela linhagem recorrente UFU 040 e a cultivar Santa Clara. E o terceiro grupo consistiu nas populações F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub> provenientes do cruzamento interespecífico com *S. pennellii* vs UFU 040.

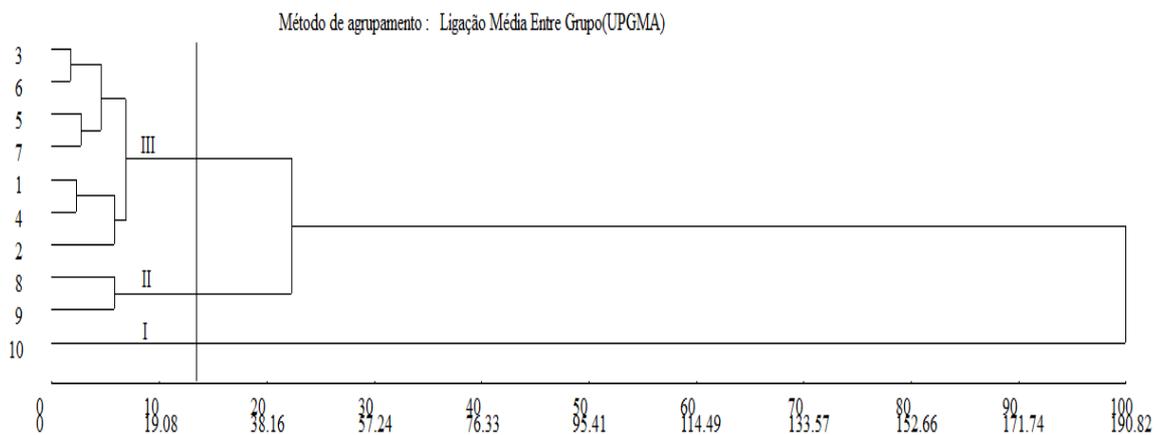
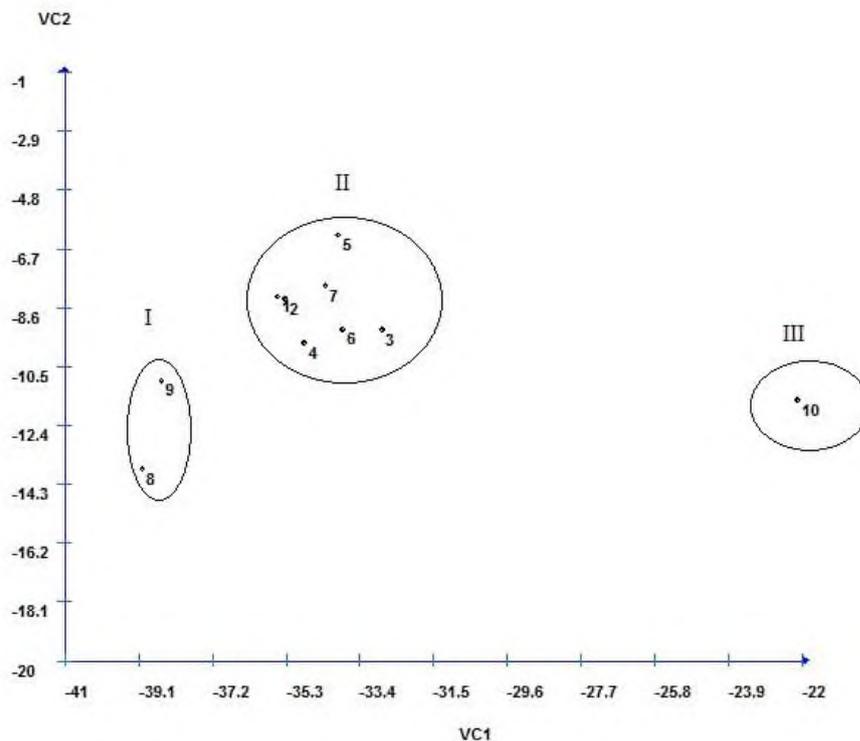


Figura 1- Método de grupo de pares não ponderados usando dendrograma de médias aritméticas (UPGMA) de dez genótipos de tomateiro obtidos com a distância de Mahalanobis gerada com treze caracteres: 1: UFU-102- RC3#9-@#13-@#3-@#3; 2: UFU-102-RC3#9-@#13-@#2-@#1; 3: UFU-102- RC3#9-@#13-@#4-@#1; 4: UFU-102-RC3#9-@#13-@#2-@#5; 5: UFU-102- RC3#9-@#13-@#3-@#5; 6: UFU-102-RC3#9-@#13-@#4-@#3; 7: UFU-102- RC3#9-@#13-@#2-@#2; 8: Santa Clara; 9: UFU 040; 10: *S. pennellii*.

Diversas pesquisas demonstraram a efetividade do método de agrupamento UPGMA no estudo de dissimilaridade genética para a representação da variabilidade genética de diversas culturas como, pimenta (OLIVEIRA et al., 2019; CARVALHO et al., 2017), berinjela (VALADARES et al., 2019) e tomate (PEIXOTO et al., 2019; MACIEL et al., 2018; AMARAL JUNIOR et al., 2017).

Na análise da importância dos caracteres elementos dos autovetores ponderados obtidos por meio de Variáveis Canônicas, a TF foi a características que mais contribuiu para a dissimilaridade genética entre os acessos (75,73%) seguida pela PMF (16,14). A matriz de correlação dos caracteres avaliados revelou que as duas primeiras variáveis canônicas foram suficientes para explicar 91,9 % da variação observada.

A interpretação satisfatória da variabilidade encontrada entre os genótipos depende da condição de que as duas primeiras variáveis canônicas apresente a estimativa mínima de 80% de variação total (CRUZ *et al.*, 2012). Dessa forma, a variabilidade manifestada entre os genótipos pode ser explicada por meio do gráfico de dispersão visto que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram mais de 80% da variância total de caracteres analisados (Figura 2).



**Figura 2** Gráfico de dispersão de dez genótipos de tomateiro em relação aos escores das duas primeiras variáveis canônicas, VC1 (62,95%) e VC2 (25,33%). 1: UFU-102- RC3#9-@#13-@#3-@#3; 2: UFU-102-RC3#9-@#13-@#2-@#1; 3: UFU-102- RC3#9-@#13-@#4-@#1; 4: UFU-102-RC3#9-@#13-@#2-@#5; 5: UFU-102- RC3#9-@#13-@#3-@#5; 6: UFU-102-RC3#9-@#13-@#4-@#3; 7: UFU-102- RC3#9-@#13-@#2-@#2; 8: Santa Clara; 9: UFU 040; 10: *S. pennellii*

Pelo método de dispersão gráfica foram formados três grupos corroborando com os grupos obtidos pelo método UPGMA. A cultivar Santa Clara e a linhagem recorrente UFU 040 formaram um grupo distante do grupo formado por *S. pennellii*. As populações F2RC3 formaram o maior grupo alocado entre estes agrupamentos, podendo considerar que os genótipos contidos neste grupo podem apresentar nível intermediário de tolerância ao déficit hídrico. Peixoto *et al.* (2018) verificando a dissimilaridade genética de genótipos de mini tomate resistentes a pragas, consideraram que os agrupamentos formados entre o genitor doador resistente e a testemunha suscetível apresentam nível de resistência intermediária para tal objetivo.

O fato das populações F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub> formarem o maior agrupamento divergindo do genitor doador (*S.pennellii*) e genitor recorrente (UFU-040), tanto pelo método de agrupamento UPGMA quanto pelas Variáveis Canônicas evidencia que cruzamento interespecífico seguidos por três retrocruzamento contribuiu na introgressão de genes de tolerância a restrição hídrica e na restauração de características agrônômicas. Gonçalves Neto et al. (2010) obtiveram linhagens com frutos de classe comercial após um cruzamento interespecífico entre um tomate selvagem *S. pennellii* e *S. lycopersicum*, seguido de três retrocruzamentos.

Pelo método de Tocher os genótipos de tomateiro foram agrupados em dois grupos, sendo o grupo I composto por todos os genótipos com exceção do acesso silvestre *S. pennellii* constituiu o segundo grupo (Tabela 2).

**Tabela 2** Genótipos de tomateiro agrupados pelo método de otimização de Tocher estimado pela distância de Mahalanobis. Monte Carmelo, UFU, 2020

Grupo	Acesso
I	3, 6, 1, 7, 4, 9, 2, 5, 8
II	10

1: UFU-102- RC3#9-@#13-@#3-@#3; 2: UFU-102-RC3#9-@#13-@#2-@#1; 3: UFU-102- RC3#9-@#13-@#4-@#1; 4: UFU-102-RC3#9-@#13-@#2-@#5; 5: UFU-102- RC3#9-@#13-@#3-@#5; 6: UFU-102-RC3#9-@#13-@#4-@#3; 7: UFU-102- RC3#9-@#13-@#2-@#2; 8: Santa Clara; 9: UFU 040; 10: *S. pennellii*

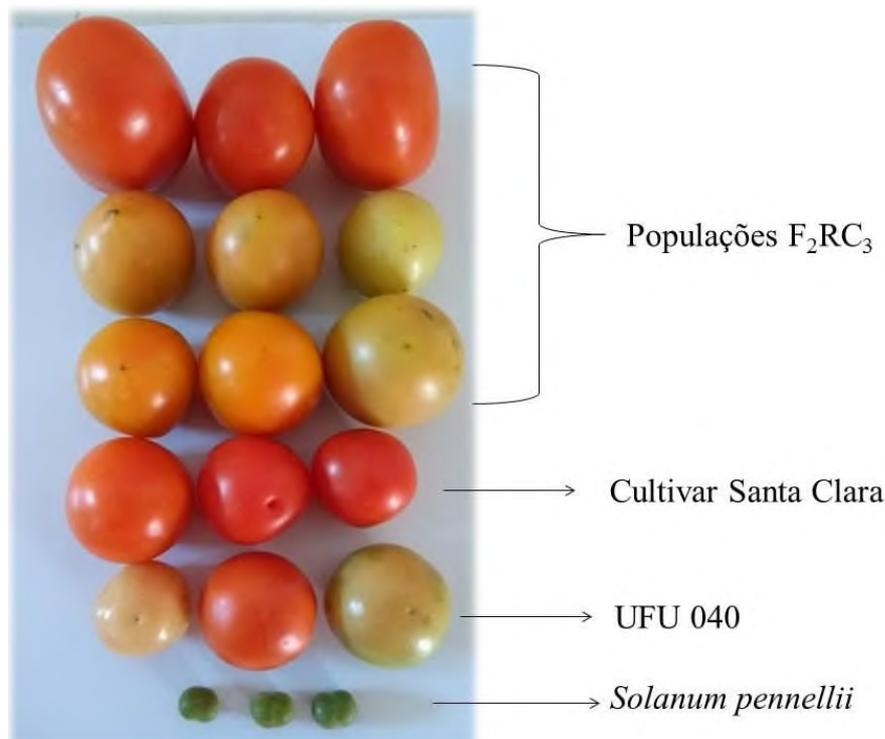
O método de Tocher foi menos sensível na distinção da dissimilaridade genética entre os genótipos avaliados quando comparado ao método UPGMA e as Variáveis Canônicas. Estudos com a aplicação deste método na cultura do tomateiro mostraram semelhança aos agrupamentos formados pelo método UPGMA (LUZ et al., 2016; PEIXOTO et al., 2018, MACIEL et al., 2018). Entretanto no presente estudo apenas o grupo formado por *S. pennellii* foi similar em ambas às metodologias.

A análise da contribuição relativa de caracteres proposto por Singh (1981) permitiu o estudo da contribuição relativa de cada característica avaliada na expressão da dissimilaridade genética entre os genótipos (Tabela 3). As características de maior relevância na discriminação dos genótipos foram massa média de fruto (25,35%) e a incidência de podridão apical (20,48%).

**Tabela 3** Contribuição relativa (%) das características para divergência genética nos genótipos de tomate, estimada pelo método proposto por Singh (1981). Monte Carmelo, UFU, 2013-2016.

Variável	Sj %
Produção por planta (Kg.planta <sup>-1</sup> )	6,32
Peso médio de Fruto (g)	25,35
Incidência de podridão apical (%)	20,48
Potencial hídrico foliar (MPa)	12,73
Temperatura foliar (°C)	17,11
Índice SPAD (SPAD)	18,00

Conforme observado por Oliveira, 2019, os frutos das populações em estudo pesaram em média 17 vezes mais que os frutos do genitor doador *S. pennellii*, além disso 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 54% para essa característica.



**Figura 3** - Variabilidade dos frutos produzidos pelo genitor doador (*S. pennellii*), genitor recorrente (UFU-040), cultivar Santa Clara, e populações F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub>

A podridão apical que teve contribuição relativa superior a 20% na distinção dos genótipos trata-se de uma desordem fisiológica comum caracterizada por formar uma área necrosada e coriácea no fruto de solanáceas. E está associada ao déficit hídrico e de cálcio (SOUZA et al., 2011; CANTUÁRIO et al., 2014). Na avaliação prévia dos genótipos em estudo Oliveira (2019) constatou que a cultivar Santa Clara e o genitor recorrente UFU-040 manifestaram duas vezes mais incidência de podridão apical comparado ao manifestado nas populações F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub>.

## **6 CONCLUSÕES**

Através das análises multivariadas foi possível verificar a divergência genética existente entre os 10 genótipos avaliados.

As populações F<sub>2</sub>RC<sub>3</sub> podem ser consideradas promissoras para o programa de melhoramento de tomateiro visando tolerância à deficiência hídrica.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSANO, E. J.; GUIRALDO, N.; CANTARELLA, H.; ROSSETTO, R.; MENDES, P. C. D.; ROSSI, F.; AMBROSANO, G. M. B.; AREVALO, R. A.; SCHAMMAS, E. A.; JUNIOR, I. A.; FOLTRAN, D. E. **Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto**. Piracicaba, KP Potafos. 2005. 16p.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; da; FLECK, N. G.; BORTOLINI, C. G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia preta no milho em sucessão e no controle do capim papua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.851-860, 2001.

BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum**, Londrina, v.27, p.379-386, 2005.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L. de; SILVA, G. P.; BRAS; A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R.; Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região centro-oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 843-851, 2008.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CAPECHE, C. L. et al. **Estratégias de recuperação de áreas degradadas**, EMBRAPA, Rio de Janeiro, 2008.

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; SÁ, M. E.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de semeadura direta e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1141-1148, 2004b.

CASTOLDI, G.; PIVETTA, L. A.; STEINER, F.; COSTA, M. M. S. C.; COSTA, L. A. M. Sistemas de produção e sua influência na cultura do milho safrinha em plantio direto **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 10, n. 1, p. 47-57, 2011.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359 p.

- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_09\\_12\\_10\\_14\\_36\\_boletim\\_graos\\_setembro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_10_14_36_boletim_graos_setembro_2017.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2017.
- COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. O.; OLIVEIRA, I. P.; HEINEMANN, A. B.; FRANQUIN, V.; RODRIGUES, V. F. **Adubação fosfatada e potássica no crescimento e nutrição da *Crotalaria juncea* L.**, Lavras, 2006.
- CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. Nutrição e produtividade do amendoim em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1553-1560, 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2013. 353 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2011. 230 p.
- FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória: Incaper, 2008, 27p.
- GARCIA, J. M.; KAWAKITA, K.; MIOTTO, S. T. S.; SOUZA, M. C. de. O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae, Crotalarieae) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 209-226, abr./jun. 2013.
- HICKMANN, C.; COSTA L. M. Estoque de carbono no solo e agregados em Argissolo sob diferentes manejos de longa duração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n. 10, p.1055-1061, 2012.
- KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. Physical and mineralogical methods, p. 425-443.
- LARA CABEZAS, W. A. R.; ALVES, B.J.R.; CABALLERO, S. S. U.; SANTANA, D. G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema semeadura direta e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1005-1013, 2004.

LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. de; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. da S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.

MAGALHÃES, P.C.; DURAES, F.O.M. & SCHAFFERT, R.E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas, Embrapa-CNPMS, 2000. 46p. (Circular Técnica, 3).

OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1079-1087, 2002.

PENTEADO S. R. **Adubos verdes e produção de biomassa**. Melhoria e recuperação dos solos. CampinasSP, 2007.

PEREIRA, A. J.; GUERRA, J. G. M.; MOREIRA, V. F.; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S.; POLIDORO, J. C.; ESPÍNDOLA, J. A. A. **Desempenho agrônômico de crotalária juncea em diferentes arranjos populacionais e épocas do ano**. Seropédica: Embrapa, 2005.

SILVA, A. G.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO; R. P.; COSTA, C. H. M. da; FERRARI NETO, J. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura e cultivo da mamona em sucessão no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2092-2098, 2010.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio sorgo e braquiária na entrelinha para produção de grãos, forragem e palhada na entressafra. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 5, p. 697-705, 2014.

SILVA, W.; PATERNIANI, E.; SOLOGUREN, L.; Di CIERO, L. Milho tecnologia do campo à mesa. **Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB)**. 2006. Disponível em: <[http://www.cib.org.br/pdf/guia\\_do\\_milho\\_CIB.pdf](http://www.cib.org.br/pdf/guia_do_milho_CIB.pdf)>. Acesso em: 11 novembro 2017.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A.N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A.M. de. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39,n.4, p.327-334, 2004.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 229-235, 1991.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 68p. (Embrapa Trigo. Sistemas de produção, 4).

AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativo, 2018. 456 p.

BASTOS, C.; et al. Grasshopper injury to potato: consumption, effect on photosynthesis, and economic injury level. **Agronomy Journal**, 103: 1655-1660, 2011.

BAI, Y.; LINDHOUT, P. Domestication and Breeding of Tomatoes: What have We Gained and What Can We Gain in the Future? **Annals of Botany**, v.100, p.1085-1094, 2007.

BRAY, E. A. Genes commonly regulated by water-deficit stress in *Arabidopsis thaliana*. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 407, nov. 2004.

BOITEUX, L. S., et al. Melhoramento para resistência a doenças virais. . In: BORÉM, A. & FRITSCH-NETO, R. (eds.) **Melhoramento de Plantas para Condições de Estresses Bióticos**. Visconde de Rio Branco, MG: Suprema. 2012.

CNA - CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Hortaliças**. Balanço 2018/perspectivas 2019. Disponível em:  
<<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/panoramadoagro2017e2018.pdf> > acesso em 17 dez 2018.

DELLA-VECCHIA, P. T.; KOCH, P. S. Tomates longa vida: O que são, como foram desenvolvidos? **Horticultura Brasileira**, v.18, n.1, p.3-4, 2000.

Farooq, M.; et al. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. **Agronomy for Sustainable Development**, v.29, n.1, p.185-212, 2009. < <http://dx.doi.org/10.1051/agro:2008021>>.

GIORDANO, L.B.; RIBEIRO, C.S.C. Origem, Botânica e Composição Química do Fruto. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. (org.) **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

GIROTTI, L.; et al. Tolerância à seca de genótipos de trigo utilizando agentes indutores de estresse no processo de seleção. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 192-199, 2012.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2012000200007>.

MORALES, R. G. F.; et al. Caracterização do tomateiro submetido ao déficit hídrico. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 16, n. 1, p. 09-17, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v16i1.41042>.

MEDEIROS, L. M. **Produção do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.) Cultivado em diferentes recipientes e níveis de cálcio na solução nutritiva**. 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

MELO, P. C. T. et al. Produção de sementes de tomate. In: NASCIMENTO, W.M. (Ed.). **Produção de Sementes de Hortaliças**. Brasília 342p. 2014.kmlkn

PEREIRA-CARVALHO, et al. **Melhoramento genético do tomateiro para resistência a doenças de etiologia viral**. v. 22. p. 280-261. 2014.

OZBAHCE, A.; TARI, A. F. Effects of different emitter space and water stress on yield and quality of processing tomato under semi-arid climate conditions. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, n. 1, p. 1405-1410, 2010. DOI - 10.1016/j.agwat.2010.04.008.

SANTANA, M. J.; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C. Efeito dos níveis de reposição de água no solo na produtividade do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.2, suplemento, p.S1378-S1384, 2009. . 20 Jan. 2016.

SRINIVASA RAO, N. K.; BHATT, R. M.; SADASHIVA, A. T. Tolerance to Water Stress in Tomato Cultivars. **Photosynthetica**, Prague, v. 38, p. 465- 467, 2001.

ROCHA1, D. K. et al. Seleção de genótipos de tomateiro submetidos ao estresse hídrico em função da expressão de características fisiológicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 11, n. 2, p.80-84, 2016.

TABATABAIE, S. J.; GREGORY, P. J.; HADLEY, P. Uneven distribution of nutrients in the root zone affects the incidence of blossom end rot and concentration of calcium and potassium in fruits of tomato. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 258, n. 2, p. 169-178, 2004.

XOCONOSTLE-CAZARES, B.; et al. Drought tolerance in crop plants. **American Journal of Plant Physiology**, v. 5, n. 5, p. 241-256, 2010.

RESENDE, M.D.V. **Genética Quantitativa e de Populações**. 1ed. Produção independente, 463p., 2015.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed, Viçosa, v. 2, 668 p.,2014.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian J Genet**, v. 4, n, 1, p. 237-245, 1981.

GHANI, M.A.; ABBAS, M.M.; AMJAD, M; ZIAF K.; ALI,B.; SHAHEEN, T.; AWAN, F.S.; KHAN, A.N. Production and characterisation of tomato derived from interspecific hybridisation between cultivated tomato and its wild relatives, **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, 95:4, 506-520, 2019.

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**: Tomate. São Paulo. 2016. p. 435-

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.; GARCÍAABELLÁN, 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.

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.

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.

AKSIC, M.; GUDZIC, S.; DELETIC, N.; GUDZIC, N.; STOJKOVIC, S. Tomato Fruit Yield and Evapotranspiration in the Conditions of South Serbia. **Bulgarian Journal of**

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

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.

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.

PATANÉ, C.; TRINGALI, S.; SORTINO, O. Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid

KLEE H.J., RESENDE JUNIOR M.F.R . Plant Domestication: Reconstructing the Route to Modern Tomatoes. **Current Biology** , 30(8):R359-R361, 2020.

LANGRIDGE P, REYNOLDS M P. Genomic tools to assist breeding for drought tolerance. **Current Opinion in Biotechnology**, v.32, p.130-135, 2015

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.

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.

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.

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.

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, 2015

TOBAR-TOSSE, D. E.;CASTOLDI, R.; CNADIDO, W; S.; FERRAUDO, A. S.; CHARLO, H. C. O.; BRAZ, L. T. Caracterização de genótipos de soja-hortaliça por análise de componentes principais. **Ciência Rural**, v.45, n. 7, p.1214-1219, 2015

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.

OLIVEIRA , C. S. **Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de tomateiro sob deficiência hídrica**. 37 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019

OLIVEIRA C.S.; PEIXOTO J.V.M.; MOMESSO M.P; PEREIRA L.M.; PERES H.G. ; MACIEL G.M. **Características de plântulas: dissimilaridade genética entre acessos de pimenta** *Rev. Ciência, Tecnol. Ambiente*, 9 (1) ,p. 2-8, 2019.

VALADARES R.N.; NOBREGA, D.A.; LIMA, L.B.; MENDES, A.Q.; SILVA, F.S.; MELO, R.A.; MENEZES, D. Genetic divergence among eggplant genotypes under high temperatures. **Horticultura Brasileira** 37: 272-277, 2019

CARVALHO, F. J. ; Maciel, G.M ; OLIVEIRA, C. S. ; NOGUEIRA, A. P. O. ; GLASENAPP, J. S. ; SIQUIEROLI, A. C. S. . Comparison of clustering methods to study genetic divergence in pepper accesses at vegetative stage. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais (Impresso)**, v. 19, p. 236-243, 2017.

AMARAL JÚNIOR, AT; GRAÇA, AJP; VIVAS, M; VIANA, AP; RODRIGUES, R. 2017. Prospecting of tomato hybrids for table and industry via mixed modeling and multivariate analysis. **Horticultura Brasileira** 35:20-25

GONÇALVES NETO AC; SILVA VF; MALUF WR; MACIEL GM; NIZIO DAC; GOMES LAA; AZEVEDO SM. 2010. Resistência à traça-do-tomateiro em plantas com altos teores de açúcares nas folhas. **Horticultura Brasileira** 28: 203-208.

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.

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.

ARAÚJO, J. C. et al. Univariate and multivariate procedures for agronomic evaluation of organically grown tomato cultivars. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.3, p.374-380, 2016.

MOREIRA, R. M. P *et al.* Potencial agrônômico e divergência genética entre genótipos de feijão-vagem de crescimento determinado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, suplemento 1, p. 1051-1060, 2009.

SHARMA, S.; KUMAR, P.; GAMBHIR, G.; KUMAR, R.; SRIVASTAVA, D. K. Assessment of genetic diversity in lettuce (*Lactuca sativa* L.) germplasm using RAPD markers. **3 Biotech**, v. 8, n. 9, 2018.

SUDRE CP; LEONARDECZ E; RODRIGUES R; AMARAL JÚNIOR AT; MOURA MCL; GONÇALVES LSA. 2007. Genetic resources of vegetable crops: a survey in the Brazilian germplasm collections pictured through papers published in the journals of the Brazilian Society for Horticultural Science. **Horticultura Brasileira** 25: 496-503.

PEREIRA AV, VENCOVSKY R & CRUZ CD (1992) Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) germoplasm. **Revista Brasileira de Genética**, 15:115-124.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2008.

MACIEL, GM; FINZI, RR; CARVALHO, FJ; MARQUEZ, GR; CLEMENTE, AA. 2018b. Agronomic performance and genetic dissimilarity among cherry tomato genotypes. **Horticultura Brasileira** 36:158-163. Mediterranean climate conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 129, n. 4, p. 590-596, 441, 470p

MANTEL, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. **Cancer Research** 27: 209-220.

SINGH, D. 1981. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding** 41: 237-245

ALVARENGA MAR. 2004. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Edit. UFLA, 400p.2011.

CRUZ, CD; REGAZZI, AJ; CARNEIRO, PCS. 2012. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético* . Viçosa: UFV. 514p.  
**Agricultural Science**, v. 17, n. 2, p. 150-157, 2011.