

IGOR OLIVEIRA PONTELO

**PIRAMIDAÇÃO DE GENES PARA RESISTÊNCIA A DOENÇAS
EM TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL COM
FENÓTIPO BRAQUÍTICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Derly José Henriques da Silva

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2020

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

P814p
2020
Pontelo, Igor Oliveira, 1995-
Piramidação de genes para resistência a doenças em
tomateiro para processamento industrial com fenótipo braquítico
/ Igor Oliveira Pontelo. – Viçosa, MG, 2020.
73 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Derly José Henriques da Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 63-73.

1. Tomate - Resistência a doenças e pragas.
2. Melhoramento genético. 3. Híbridos. 4. Tomate -
Crescimento. 5. Produtividade. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Agronomia. Programa de
Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. II. Título.

CDD 22 ed. 635.64293

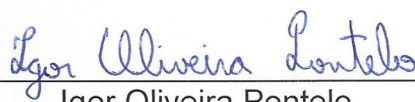
IGOR OLIVEIRA PONTELO

**PIRAMIDAÇÃO DE GENES PARA RESISTÊNCIA A DOENÇAS
EM TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL COM
FENÓTIPO BRAQUÍTICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 07 de agosto de 2020

Assentimento:



Igor Oliveira Pontelo
Autor



Derly José Henriques da Silva
Orientador

A todos que contribuíram de alguma forma para minha formação.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e possibilidade de tentar ser uma pessoa melhor a cada dia que passa.

A minha mãe Lúcia Beatriz que sempre se esforçou ao máximo para me possibilitar condições de estudo ótimas e assim eu poder alcançar meus objetivos.

Ao meu pai Valdemar Pontelo (*in memorian*), pelo constante incentivo aos meus estudos.

Ao meu irmão Gabriel Pontelo pela amizade e excelente convivência.

A minha namorada Daiane Melo por estar sempre ao meu lado e escutar minhas ideias sobre genética e melhoramento e tentar entender tudo mesmo não sendo da área.

Ao professor Derly Silva pela orientação, ensinamentos, confiança no meu trabalho e incentivo no meu aprimoramento.

A todos os professores que tive contato até hoje e compartilharam frações de seu conhecimento, os quais unidos fazem parte do meu conhecimento como um todo.

A Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realizar a graduação em Agronomia e o mestrado em Genética e Melhoramento com professores de altíssimo nível e ambiente estudantil excelente.

Ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento pela possibilidade de realizar o mestrado e aprimorar mais os meus conhecimentos.

A amiga e colega Andreia Caetano pela colaboração no experimento e ajuda nas avaliações.

Aos amigos e colegas de trabalho do Núcleo de Estudos em Olericultura (NEO), pelos ensinamentos e companheirismo tanto nas salas de aula e laboratórios quanto em campo.

Aos funcionários das Unidades de Pesquisa Ensino e Extensão Horta Nova e Horta Velha pela ótima convivência e auxílio nos tratos culturais dos experimentos conduzidos.

Aos órgãos de fomento: Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro de maneira direta e indireta.

E a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

OBRIGADO

BIOGRAFIA DO AUTOR

Igor Oliveira Pontelo, nasceu na cidade de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, em 12 de setembro de 1995. Filho de Valdemar Pontelo e Lúcia Beatriz Ferreira de Oliveira.

Iniciou o curso de Agronomia em 2013 pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Em julho de 2018 obteve o título de Engenheiro Agrônomo.

Em agosto de 2018, ingressou no programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, em nível Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa em agosto de 2020.

RESUMO

PONTELO, Igor Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2020. **Piramidação de genes para resistência a doenças em tomateiro para processamento industrial com fenótipo braquítico.** Orientador: Derly José Henriques da Silva.

Neste trabalho foi realizado um dialelo parcial (4x4) com oito linhagens F6 de tomateiro, oriundas de quatro populações de melhoramento. As linhagens foram selecionadas por serem as mais produtivas e terem os marcadores genéticos SNP's para os genes *sp*, *br*, que conferem fenótipo com crescimento determinado e braquítico além de marcas para os genes de resistência: *PTo*, *I2*, *Ve* e *Mi* os quais conferem resistência aos patógenos *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Fusarium oxysporium* f. sp. *Lycopersici*, *Verticillium dahliae* e nematóides do gênero *Meloidogyne*, respectivamente. Desta forma, esse trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de combinação das linhagens selecionadas, visando produzir híbridos com resistência às doenças mencionadas, elevada produtividade e arquitetura de planta compacta para terem uso comercial imediato ou serem utilizados como formadores de futuras populações de melhoramento. Os cruzamentos das linhagens F6, selecionadas, para a obtenção de sementes híbridas, foram realizados em casa de vegetação na Unidade Horta Velha. A avaliação do dialelo foi feita em campo na área experimental Horta Nova. Ambas as Unidades de Ensino Pesquisa e Extensão pertencem a Universidade Federal de Viçosa. Foram avaliados, os 16 híbridos provenientes dos cruzamentos, os oito genitores do dialelo e o híbrido comercial N901 como testemunha. Não foram avaliados os cruzamentos recíprocos. Os caracteres avaliados foram: Altura de planta; Diâmetro da copa; Comprimento + largura da folha; Comprimento de entrenó; Nota de posição da folha; Diâmetro de caule; Temperatura diferencial da folha; Conteúdo relativo de clorofila; Rendimento do fotossistema II; Fotoinibição/Fotoproteção; Acúmulo de elétrons no tilacóide; Espessura da folha; Produtividade baseada na área ocupada pela planta; Produção estimada de polpa por hectare; Número de frutos comercializáveis; Produção de frutos comercializáveis por planta; Massa média de frutos; Firmeza dos frutos; Teor de sólidos solúveis; Acidez dos

frutos; Coloração dos frutos batidos e Viscosidade dos frutos batidos. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com 4 repetições. A maioria dos caracteres avaliados apresentaram predominância dos efeitos aditivos em seu controle genético, apenas o teor de sólidos solúveis apresentou predominância de efeitos não aditivos. As estimativas mais favoráveis de CGC foram observadas na linhagem C4 para os componentes de qualidade da planta, sendo uma progenitora com grande potencial para otimizar a produção de cultivos de tomateiro com espaçamentos mais adensados. A combinação híbrida D7 x A141 destacou-se pela presença de grande quantidade de alelos favoráveis que se complementam para a característica produção de polpa estimada, e poder ser cultivada em espaçamentos mais densos. Em relação a todos os componentes de qualidade de frutos avaliados. A linhagem A169 se destacou entre as linhagens e combinações híbridas para a qualidade de frutos.

Palavras-chave: Análise dialélica. Crescimento determinado. Produtividade.

ABSTRACT

PONTELO, Igor Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2020. **Pyramidation of genes for resistance to diseases in tomato for industrial processing with brachytic phenotype.** Adviser: Derly José Henriques da Silva.

In this work, a partial diallel (4x4) was carried out with eight tomato F6 lines, from four breeding populations. The lines were selected because they are the most productive and have the genetic markers SNP's for the *sp*, *br* genes, which confer phenotype with determined growth and brachytic phenotype in addition to marks for the resistance genes: *PTo*, *I2*, *Ve* and *Mi* which confer resistance to the pathogens *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Fusarium oxysporium* f. sp. *Lycopersici*, *Verticillium dahliae* and *Meloidogyne* nematodes, respectively. Thus, this work aimed to evaluate the combining ability of the selected lines, aiming to produce hybrids with resistance to the diseases mentioned, high productivity and compact plant architecture, to have immediate commercial use or to be used as trainers of future breeding populations. The crossings of the F6 lines selected for obtaining hybrid seeds were carried out in a greenhouse at the Horta Velha Unit. The diallel was evaluated in the field in the Horta Nova experimental area. Both Research and Extension Teaching Units belong to the Universidade Federal de Viçosa. Were evaluated, the 16 hybrids from the crosses, the eight parents of the diallel and the commercial hybrid N901 as a control. Reciprocal crosses were not evaluated. The evaluated characters were: Height of plant; Cup diameter; Leaf length + width; Internode length; Leaf position note; Stem diameter; Differential Leaf temperature; Relative chlorophyll content; Yield of photosystem II; Photoinhibition / Photoprotection; Electron accumulation in the thylakoid; Leaf thickness; Productivity based on the area occupied by the plant; Estimated pulp production per hectare; Number of marketable fruits; Production of marketable fruits per plant; Average fruit mass; Fruit firmness; Soluble solids content; Fruit acidity; Coloring of beaten fruits and Viscosity of beaten fruits. The statistical design used was randomized blocks with 4 replications. Most of the evaluated characters showed a predominance of additive effects in their genetic control, only the content of soluble solids showed a predominance of

non-additive effects. The most favorable estimates of CGC were observed in the C4 line for the quality components of the plant, being a parent with great potential to optimize the production of tomato crops with denser spacing. The hybrid combination D7 x A141 stood out for the presence of a large number of favorable alleles that complement each other for the characteristic pulp production estimated, and can be grown in denser spacing. In relation to all the quality components of evaluated fruits. The line A169 stood out among the lines and hybrid combinations for fruit quality.

Keywords: Diallel analysis. Determined growth. Productivity.

SUMÁRIO

1.0 - Introdução.....	12
2.0 - Revisão de literatura.....	14
2.1 - A cultura do tomate.....	14
2.2 - Histórico da produção de tomate industrial no Brasil	16
2.3 - Qualidade de frutos de tomate para processamento industrial	16
2.5 – Parâmetros fisiológicos	20
2.6 - Germoplasma	21
2.7 - Introgessão de alelos de espécies silvestres	22
2.8 - Como obter híbridos de tomate	23
2.9 - Análise dialélica.....	24
2.9.1 - Metodologia Dialelo Completo, Griffing (1956)	25
2.9.2 - Metodologia Dialelo Completo, Gardner e Eberhart (1966).....	27
2.9.3 - Metodologia Dialelo Parcial, Geraldi e Miranda Filho (1988)	28
3.0 - Material e métodos	29
4.0 – Resultados e discussões	38
4.0 - Conclusões.....	62
5.0 - Referências	63

1.0 - Introdução

O tomate é uma hortaliça fruto do tipo baga carnosa classificada em diversos formatos. Essa classificação é feita de acordo com a relação entre o comprimento e o diâmetro equatorial, da seguinte forma: menor que 0.90 Caqui; entre 0.90 e 1.00 Saladete; entre 1.00 e 1.15 Santa Cruz; maior que 1.15 Italiano e tomates com diâmetro equatorial menor que 39 mm são denominados Cereja (Programa Brasileiro Para a Modernização da Horticultura, 2003).

O fruto do tomateiro é rico em vitaminas e minerais (NICK; SILVA, 2018). Além de ser uma das melhores fontes de licopeno para alimentação humana (BEECHER, 1998). O carotenoide licopeno destaca-se por ser um supressor biológico de radicais livres (PELIS et al., 2007). Os radicais livres são átomos/moléculas instáveis por terem número ímpar de elétrons em sua última camada (HIRATA et al., 2004). Eles geram lesões celulares que podem ser associadas ao envelhecimento e estresses oxidativos que acarretam em: peroxidação lipídica (alterações dos lipídeos) e danos oxidativos no DNA e proteínas (SILVA; FERRARI, 2011). Uma dieta complementada com alimentos ricos em licopeno possui associações com a redução do risco de doenças crônicas, especialmente doenças cardiovasculares e câncer, principalmente os de mama e próstata (PELIS et al., 2007).

O tomate é consumido amplamente no mundo na forma in natura ou participando como ingrediente de inúmeras receitas culinárias em sua forma processada. Visto seu grande uso atual, vastas áreas agrícolas são utilizadas e novas são adquiridas para o cultivo do tomateiro.

Plantas com o porte reduzido viabilizam plantios adensados, os quais são almejados para elevar a produção sem a necessidade de expandir os plantios para novas áreas. De 2017 para 2018 segundo a FAO a área plantada com tomate no Brasil reduziu de 61.403 hectares para 57.134 hectares, uma redução de 6,95%, no entanto a produção decaiu apenas 2,73%.

Majoritariamente os tomateiros escolhidos para a produção de frutos para o processamento industrial, possuem hábito de crescimento

determinado. Esse fenótipo é conferido pelo gene self pruning em homozigose recessiva (sp/sp), e proporciona plantas de tamanho reduzido (LUZ et al., 2016). Uma outra alternativa para confeccionar tomateiros mais compactos é o locus braquítico do tomateiro em recessividade (br/br) o qual reduz o comprimento do caule (LEE et al., 2018). Isso acarreta em um fenótipo braquítico, plantas com altura reduzida e mais eretas, reduzindo o acamamento. Consequentemente possibilita cultivos mais adensados e possível menor perda de frutos danificados devido ao excessivo contato com o solo.

O tomate é uma cultura sensível a inúmeras doenças oriundas de diferentes agentes etiológicos, sendo eles: fungos, bactérias, vírus e nematóides. Por isso a cultura acaba demandando o uso de grande quantidade de defensivos agrícolas.

As cultivares devem possuir resistência ao maior número de doenças possíveis, principalmente as de difícil controle, tais como: Murcha-de-fusarium; mancha-de-estenfílio; pinta bacteriana, mancha-bacteriana, murcha-de-verticílio, nematóides, tospovírus, geminivírus, etc (GIORDANO et al., 2000). Reduzindo o uso de defensivos agrícolas tóxicos para o meio ambiente e seres vivos. O que torna a produção mais sustentável.

Os híbridos permitem a piramidação de grande número de genes de resistência monogênicos dominantes e lavouras uniformes (BOITEUX et al., 2016). A piramidação dos genes de resistência consiste na escolha de cruzamentos específicos que permitem a transmissão de alelos que proporcionam resistência a diferentes patógenos, a fim de que uma cultivar apresente resistência a diversas doenças (ALZATE-MARIN et al., 2005).

A análise dialélica é uma grande ferramenta utilizada pelos melhoristas para avaliar a capacidade de combinação dos progenitores, visando a formação de híbridos promissores. O dialelo é um delineamento genético que tem como objetivo estimar parâmetros genéticos e nos possibilita entender efeitos genéticos, a fim de estabelecer o melhor método de melhoramento a ser utilizado e selecionar os materiais genéticos mais promissores (GARDNER; EBERHART, 1966).

O objetivo deste trabalho foi realizar a piramidação de genes de resistência a doenças e avaliar a capacidade combinatória de linhagens de tomateiro de hábito de crescimento determinado e fenótipo braquítico, selecionando os melhores progenitores com potencial de contribuir para elevar a produtividade de tomateiros destinados para o processamento industrial.

2.0 - Revisão de literatura

2.1 - A cultura do tomate

O tomateiro é uma planta espermatófita, angiosperma e dicotiledônea de mecanismo fotossintético C3. O tomate comercial *Solanum Lycopersicum* é uma espécie diplóide $2n = 2x = 24$ cromossomos que pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Solanales, família Solanaceae e o gênero *Solanum*. O gênero *Solanum* apresenta várias espécies de grande importância econômica, como a batata, sendo esta a quarta cultura alimentar de maior importância global (SAUSEN et al., 2020).

Já o tomate é a hortaliça fruto mais importante do mundo (ZSÖGÖN et al., 2018; COSTA; HEUVELINK, 2018). Os frutos apresentam cerca de 95% de água em sua constituição, o restante é composto por açúcares, ácidos orgânicos, minerais e outros (TOOR; SAVAGE, 2005). O tomateiro é uma planta perene e de ciclo anual com crescimento simpodial com desenvolvimento de ramos vegetativos e reprodutivos alternados (PNUELI et al., 1998).

O Brasil está entre os 10 maiores produtores mundiais de tomate (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007) e é o maior produtor dentre os países da América do Sul (KIST et al., 2019). Segundo a FAO em 2017 o Brasil teve área de 61.534 hectares (ha) cultivados com tomate e uma produção de 4.230.150 toneladas, tendo produtividade média de 68,74 kg/ha. A produção de tomate pode ser destinada tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento industrial na fabricação de molhos, Ketchups e outros produtos processados.

Geralmente os tomateiros escolhidos para a produção de frutos destinados à indústria possuem hábito de crescimento determinado, em que o seu porte é reduzido e a homogeneidade de maturação dos frutos é maior, tornando mais eficiente a colheita mecanizada (LUZ et al., 2016). Isso ocorre porque tomateiros desse tipo após a formação de uma inflorescência na ponta dos ramos, o crescimento do ramo é limitado, assim para a continuação do seu desenvolvimento vegetativo a planta emite novas brotações laterais. A partir dessas novas brotações irão surgir inflorescências que determinarão o tamanho dos novos ramos (PIOTTO; PERES, 2012).

O hábito de crescimento determinado surgiu a partir de uma mutação espontânea que foi identificada em 1914 na Flórida, ao observar plantas que possuíam porte reduzido (PIOTTO; PERES, 2012; RICK, 1958). O gene que confere essa característica a planta é o Self pruning em recessividade (sp/sp). Esse gene é de grande importância para o cultivo do tomateiro por facilitar a colheita mecânica dos frutos (PNUELI et al., 1998).

Tomateiros destinados para consumo in natura com hábito de crescimento indeterminado demandam maior mão de obra, por necessitar de processos de tutoramento e desbrota ao longo do desenvolvimento. No final do cultivo outro processo é realizado para limitar o crescimento e número de cachos, denominado capaço que é a poda do ápice da planta (TAKAHASHI; CARDOSO, 2015).

Ainda existe o hábito de crescimento semi-determinado, um mesclado entre as características do porte determinado e indeterminado. Esse fenótipo ocorre quando o gene sp presente no cromossomo 6 é combinado com outros genes da mesma família alélica sendo eles SP2I, SP3D, SP5G, SP6A, SP9D que estão localizados nos cromossomos 2, 3, 5, 6 e 9 respectivamente. Esses alelos foram introgrididos de espécies silvestres (PIOTTO et al., 2012). Fridman et al., 2002 exemplifica em seu trabalho o alelo SP9D que foi introgridido da espécie *Solanum pennellii* combinado com o sp em recessividade ocasiona o porte semi-determinado. Esse hábito de crescimento possui características semelhantes ao porte determinado, entretanto o desenvolvimento vegetativo é maior, com mais folhas, maior

comprimento de entrenó, raízes mais longas e diâmetro de caule maior (VICENTE et al., 2015).

2.2 - Histórico da produção de tomate industrial no Brasil

O tomate chegou ao Brasil por meio de imigrantes europeus no final do século XIX (ALVARENGA, 2004). A sua produção destinada para o processamento industrial começou no início do século XX no estado de Pernambuco e depois da década de 50 teve elevado desenvolvimento no estado de São Paulo (DA SILVA; GIORDANO, 2000).

De 1990 a 2015 o tomate industrial teve aumento de produtividade de 114,4%. Um dos motivos deste aumento foi o Plano Real datado de 1994 a 2010 que incentivou o mercado de hortaliças in natura e principalmente as processadas (DE CAMARGO FILHO; DE CAMARGO, 2017). O crescimento da produtividade no Brasil neste período ocorreu principalmente pela intensificação da produção no Cerrado do Planalto Central, administração de escala empresarial das lavouras na região do Cerrado, adoção de inovações tecnológicas no manejo e aumento do uso de híbridos com elevado potencial produtivo (BOITEUX et al., 2016).

Inicialmente as plantações utilizavam cultivares de polinização aberta (linhagens) que logo foram substituídas por híbridos. Em 1998 foi informado pelas indústrias que 45% das áreas eram plantadas com cultivares híbridas e após quatro anos a ocupação chegou a quase 100% (DA SILVA et al., 2003).

2.3 - Qualidade de frutos de tomate para processamento industrial

Para o processamento industrial existem várias características que os cultivares devem apresentar para que eles tenham boa aceitação pelas indústrias e campos de plantio. As principais são acidez dos frutos, teor de sólidos solúveis, coloração dos frutos internamente e externamente, firmeza, viscosidade, formato dos frutos e uniformidade de maturação.

A acidez dos frutos é altamente relevante para as indústrias por influenciar o tempo com que o produto deve ser aquecido para sua esterilização. É desejável que o pH seja inferior a 4.5 (MONTEIRO et al., 2008), para que o período de esterilização seja menor, gastando menos energia, conseqüentemente menor custo para empresa além do produto final ter menor chance de estar contaminado com microrganismos.

A quantidade de sólidos solúveis é outra propriedade de grande relevância para a indústria. Essa característica inerente da matéria prima é mensurada a partir dos graus brix ($^{\circ}$ Brix) quanto maior for o valor, maior será o rendimento industrial para a concentração da polpa e menor gasto com energia nesse processo (GIORDANO et al., 2000). Segundo GIORDANO et al., (2000) é dito que para cada aumento de uma unidade de graus Brix da matéria prima ocorre um incremento de 20% do rendimento industrial e que uma das principais características para o sucesso da industrial de atomatados é a utilização de híbridos com alto rendimento de polpa. É utilizada uma fórmula descrita abaixo para estimar o rendimento de polpa, relacionando a produção e o $^{\circ}$ Brix do suco.

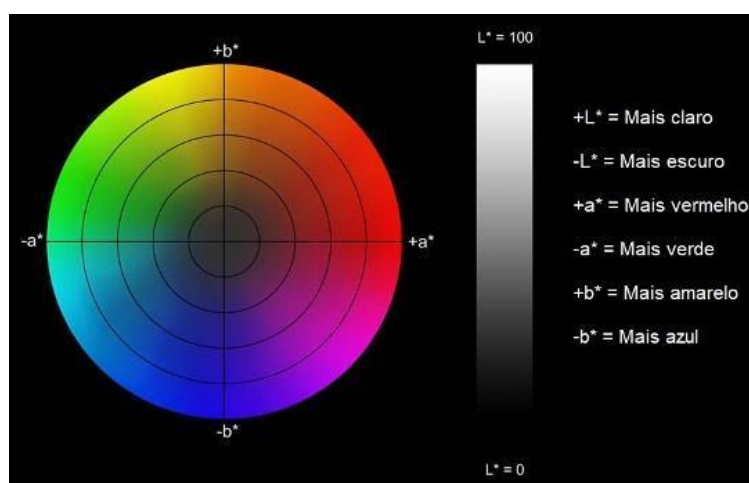
$$P\left(\frac{t}{ha} \text{ de polpa}\right) = \frac{\left[\left(\text{produção}\left(\frac{t}{ha}\right) \times 0.95\right) \times ^{\circ}\text{Brix do suco}\right]}{28}$$

Outro fator muito visado pelas indústrias é a viscosidade da matéria prima que irá originar o produto final. Para o tomate é medida a viscosidade aparente ou consistência por meio do Consistômetro de Bostwick. Algumas indústrias para obterem produtos finais de maior qualidade preferem priorizar matérias primas com maior viscosidade e sólidos solúveis relativamente menores em relação a matérias primas com baixa viscosidade e elevados teores de sólidos solúveis (GIORDANO et al., 2000).

É desejável para o processamento industrial que o fruto tenha cor vermelho intenso uniforme internamente e externamente (GIORDANO et al., 2000).. O aparelho digital colorímetro nos fornece os parâmetros “L”, “a” e “b”. “L” representa luminosidade, “a” a transição da cor verde (-“a”) para a cor

vermelha (+ “a”) e “b” a transição da cor azul (-“b”) para a cor amarela (+ “b”) como é demonstrado no diagrama do espaço de cor CIELAB (figura 1). Nesse diagrama de cor, sendo “a” e “b” positivos quanto maior o valor de “a” e menor o valor “b” mais intensa é a cor vermelha como pode ser visto na figura 1, assim a razão entre “a” e “b” é uma ótima escolha para avaliar a vermelhidão de frutos de tomate. A aferição da coloração de frutos de tomate foi feita assim nos trabalhos de (WEATHERAL; LEE, 1991; BATU, 2004).

Figura 1: Diagrama do espaço de cor CIELAB



Fonte: ctborracha.com/colorimetria

Para as outras fases do processo outros caracteres são essenciais. A firmeza dos frutos é importante para o transporte deles para a indústria. Frutos moles acabam sendo danificados no processo aumentando a deterioração dos mesmos. Já na fase da colheita dos frutos, cultivares que tenham uma maior concentração de maturação dos frutos são desejáveis já que a maioria das colheitas são realizadas de forma mecanizada e quanto menor o número de colheitas menores são os gastos com os implementos. Com intuito de ter uma produção de tomate mais sustentável com menor utilização de defensivos agrícolas e passagem de maquinário na área pulverizando a precocidade dos materiais no amadurecimento dos frutos também é requisitado.

É desejável que o formato dos frutos seja oval. Existe a mutação ovate (LIU et al., 2002) que confere essa característica para o genótipo que a possuir. Essa mutação proporciona formato oval aos frutos que melhora a disposição e distribuição dos frutos e cachos na planta. O formato oval

também favorece o recolhimento e processamento na colhedora (PIOTTO; PERES, 2012). De acordo com o tipo de processamento que será realizado os frutos oblongos também são mais propícios, como na produção de frutos pelados inteiros e produção de tomates em cubos (GIORDANO et al., 2000).

2.4 - Doenças e genes de resistência

Devido a forma de cultivo intensiva dos tomateiros destinados ao processamento industrial, a cultura fica vulnerável à estresses bióticos. O que pode acarretar em perdas significativas em produtividade e qualidade dos frutos (VILLAS BÔAS et al., 2007).

Estresses bióticos ocorrem devido às doenças que acometem a cultura, elas podem ser causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus. As doenças mais comuns que ocorrem na cultura do tomateiro causadas por fungos são pinta-preta (*Alternaria solani*), murcha-de-fusário (*Fusarium oxysporium*), mancha-de-estenfílio (*Stemphylium* spp.), murcha-de-veriticílio (*Verticillium*) e Septoriose (*Septoria lycopersici*). A requeima (*Phytophthora infestans*) é uma doença que também merece destaque, mas é causada por um oomyceto.

Enquanto que as doenças mais comuns causadas por bactérias são Mancha-bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*), Pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*), Murcha-bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) e cancro-bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*).

Tem-se ainda as viroses que acometem a cultura sendo elas a virose do mosaico-do-fumo, causada pelo TMV (*Tobacco mosaic virus*), a virose mosaico-do-tomateiro, causada pelo ToMV (*Tomato mosaic virus*) e o vira-cabeça-do-tomateiro causado por várias espécies do gênero tospovírus: TSWV (*Tomato spotted wilt virus*), TCSV (*Tomato colorotic spot virus*), GRSV (*Groundnut ring spot virus*), CSNV (*Cbrysanthemum stem necrosis virus*). Por fim temos prejuízos causados à cultura pelo ataque de nematóides sendo o nematoide-das-galhas (gênero *Meloidogyne*) o mais comum.

Para a maioria das doenças citadas a forma de controle mais eficaz e sustentável é por meio da utilização de cultivares resistentes. No Brasil grande parte das cultivares plantadas possuem resistência pelo menos as doenças causadas por *Fusarium oxysporium* f. sp. *Lycopersici*, *Verticillium dahliae* e nematóides do gênero *Meloidogyne* (DA SILVA et al., 2003).

Os genótipos deste trabalho possuem resistência aos patógenos *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Fusarium oxysporium* f. sp. *Lycopersici*, *Verticillium dahliae* e nematóides do gênero *Meloidogyne*. Esses patógenos acometem muitas lavouras do país, causando perdas econômicas por reduzirem a produção. O ataque de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* durante a floração pode provocar intensa queda de flores; *Fusarium oxysporium* f. sp. *lycopersici* faz com que os frutos não se desenvolvam e amadureçam ainda pequenos; Os frutos atacados por *Verticillium dahliae* ficam pequenos e malformados e a contaminação com nematóides do gênero *Meloidogyne* causa redução do vigor da planta afetando desenvolvimento dos frutos (LOPES et al., 2000).

Existem os estresses abióticos que causam danos econômicos assim como as doenças. Eles geram distúrbios fisiológicos nas plantas que acabam prejudicando a sua produção. Os distúrbios mais comuns na cultura do tomateiro são a podridão-apical, o abortamento de flores, as rachaduras dos frutos, o ombro-amarelo e os lóculos abertos. As manifestações desses problemas dependem da resiliência da planta em condições ambientais desfavoráveis de deficiência ou excesso de algum recurso como água, nutrientes e luminosidade, ou causado por fitotoxidez pelo uso exagerado ou incorreto de algum defensivo agrícola.

2.5 – Parâmetros fisiológicos

Parâmetros fisiológicos são úteis para o melhorista/pesquisador ter melhor compreensão do comportamento das plantas em relação aos ambientes em que elas se encontram. Podendo identificar genótipos mais tolerantes às condições de estresses abióticos como déficit hídrico, excesso de luz, temperaturas extremas e deficiência de nutrientes no solo, observando

parâmetros como Rendimento do Fotossistema II; Fotoinibição ou Fotoproteção; Temperatura Diferencial da Folha e Conteúdo Relativo de Clorofila. Para obter as estimativas desses parâmetros fisiológicos há equipamentos que os mensuram por meio da fluorescência e absorbância. Vários aparelhos no mercado fazem isso tendo destaque o infrared gas analyzer (IRGA).

Um aparelho que foi desenvolvido que está sendo amplamente utilizado é o MultispeQ v2.0. Ele mensura parâmetros ambientais, parâmetros atmosféricos, parâmetros da folha, parâmetros baseados na fluorescência e parâmetros baseados na absorbância. Os principais caracteres obtidos por ele são: Radiação Fotossinteticamente ativa (PAR); Conteúdo Relativo de Clorofila (SPAD); Rendimento do Fotossistema II (Φ_2); Fotoinibição ou Fotoproteção (Φ_{NPQ}); Acúmulo de elétrons no tilacóide (gH^+); Temperatura Diferencial da Folha; Ângulo de Inclinação da Folha e Espessura da folha.

As medições são feitas pelo aparelho multispeQ em associação com o software PhotosynQ. O PhotosynQ é uma plataforma online que pode ser acessada pelo computador e celular em que é possível interagir com outros pesquisadores que também utilizam esse aparelho para fenotipagem de parâmetros fisiológicos derivados da absorbância e fluorescência. As medições são armazenadas e gerenciadas pelo celular por meio do aplicativo do PhotosynQ.

2.6 - Germoplasma

Para obter genótipos superiores os programas de melhoramento precisam de genitores divergentes (com elevada variabilidade genética) com alelos favoráveis para as características desejadas para a cultivar final, em sua maioria englobam elevada produção, qualidade de frutos e resistência a estresses bióticos e abióticos (ROCHA et al., 2010).

Os bancos de germoplasmas são estruturas físicas criadas para conservar a variabilidade genética das espécies que possuem utilidade atual ou potencial para o homem. As principais utilidades do germoplasma para o

homem são: alimentação, vestuário, fármacos, abrigo, perfumes e outros usos.

Os germoplasmas registrados em bancos são referidos como acessos. De acordo com o método de propagação da cultura o armazenamento pode ser feito por meio de sementes ou estruturas vegetativa que são utilizadas para a propagação. O armazenamento pode ser *in situ* ou *ex situ*. *In situ* é quando o material é armazenado na região de origem, enquanto que *ex situ* é o armazenamento em um local diferente de onde o acesso provavelmente foi originado.

Os bancos de germoplasmas são importantes para proteger a diversidade de uma espécie e fonte de novos genótipos para os programas de melhoramento (HERATY; ELLSTRAND, 2016). As espécies cultivadas atualmente foram domesticadas há muito tempo. Elas sofreram vários anos de melhoramento, podendo ter sido deixado de lado genótipos com características que na época não eram de interesse, mas que atualmente podem ser úteis, devido às mudanças climáticas e novas técnicas de manejo. Assim os bancos de germoplasma armazenam esses genótipos impedindo que eles sejam perdidos (HANCOCK, 2012; MARIM et al., 2010).

Muitas plantas silvestres que possuem parentesco com plantas cultivadas são mantidas nos bancos de germoplasma e não tiveram estudo/caracterização aprofundado, assim é possível encontrar novos alelos de resistência à doenças ou alelos que forneçam atributos morfológicos e fisiológicos benéficos para a planta, tornando as mais tolerantes a estresses bióticos e abióticos ou mais produtivas.

2.7 - Introgessão de alelos de espécies silvestres

A introgessão de alelos exóticos consiste no cruzamento inter-específico a fim de transmitir apenas o alelo desejado da espécie exótica para a espécie comercial. É realizado um cruzamento inicial e depois são realizados sucessivos cruzamentos com a espécie comercial com o intuito do genótipo final possuir as características agrônômicas desejáveis oriundas de

seu progenitor que é utilizado como cultivar em conjunto com a resistência a doenças proveniente da espécie “landrace”.

Grande parte dos alelos de resistência a doenças que a espécie de tomateiro comercial (*Solanum lycopersicum*) possui, foram obtidos a partir de outras espécies de tomateiro landraces por meio da tática de introgressão. Exemplos de espécies que contribuíram com alelos de resistência para o *Solanum lycopersicum* são: *Solanum pimpinellifolium*, *Solanum peruvianum*, *Solanum pennellii*, *Solanum habrochaites* e *Solanum chilense*.

Como exemplo temos resistência a patógenos de difícil controle como *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 1, 2 e 3, obtida por meio da introgressão dos alelos I, I2 e I3, os dois primeiros introgrididos de *Solanum pimpinellifolium* e o último de *Solanum pennellii*. Resistência a alguns isolados de *P. infestans* obtidos através de introgressão de alelos como o ph2 e ph3 que vieram da espécie *Solanum pimpinellifolium*. Resistência a nematoide do gênero *Meloidogyne* (*M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*) e populações de afídeo *Macrosiphum euphorbiae*, por meio do alelo Mi introgridido da espécie *Solanum peruvianum* (BOITEUX et al., 2016).

2.8 - Como obter híbridos de tomate

As flores do tomateiro são monóicas, apresentando estruturas masculinas e femininas. A masculina é denominada estames que são compostos por filetes e anteras, o conjunto de estames é conhecido como androceu. A feminina é denominada pistilo, composto por ovário, estilete e estigma, o conjunto de pistilos é conhecido como gineceu. O estilete normalmente fica protegido por um cone de anteras do tipo porcidas (SILVA-NETO et al., 2017), as quais apresentam deiscência por meio de poros apicais (VIDAL; VIDAL, 2012). Nas cultivares atuais o estigma geralmente se localiza em uma posição inferior à das anteras, devido ao tamanho do estilete (GIORDANO; RIBEIRO, 2000). Esses aspectos morfológicos favorecem o processo de autogamia.

Para realização dos cruzamentos é necessário efetuar a emasculação da flor que é a retirada da parte masculina da planta. Para facilitar a remoção

das anteras geralmente retiram-se as pétalas da flor, por elas estarem soldadas com as anteras (Estames epipétalos).

O tomate é uma espécie autógama com taxas de autofecundação maiores que 95% (NICK; SILVA, 2016). A flor possui o mecanismo de protoginia, em que o órgão feminino amadurece antes do masculino. Os cruzamentos são realizados antes de ocorrer a abertura completa da flor (antese), estágio no qual apenas o órgão feminino está maduro, evitando que ocorra a auto fecundação.

Para obtermos tomateiros híbridos é necessário escolher qual genitor será o pai e qual será a mãe. Todos os genitores devem possuir grande número de genes de interesse, e a fim de facilitar os cruzamentos e torná-los mais efetivos o genitor escolhido para ser o masculino deve produzir muito pólen.

Com uma pinça retira-se a corola juntamente com as anteras das flores do genitor feminino e colocamos o pólen das flores do genitor masculino no estigma das flores femininas que foram emasculadas. Após é preciso proteger a flor recém-polinizada artificialmente, para evitar a polinização por pólen de outros tomateiros, normalmente a proteção é feita com uma estrutura de papel alumínio por ser maleável e não obstruir o desenvolvimento do fruto. É ideal colocar etiquetas identificando quais são os pais das flores polinizadas artificialmente (NICK e SILVA, 2016).

Os híbridos permitem a acumulação ('Piramidação') de grande número de fatores de resistência monogênicos dominantes e extrema uniformidade das lavouras (BOITEUX et al., 2016). Além do aumento da produtividade e melhoria da qualidade da matéria-prima. (Aragão et al. 2004).

2.9 - Análise dialélica

O tomateiro é uma planta de mecanismo fotossintético C3 com produtividade média no Brasil de 71.94 toneladas por hectare (ton/ha) no ano de 2018 (FAOSTAT, 2018). Os estresses bióticos e abióticos impedem que a planta opere em seu potencial máximo. Para controlar isso, é necessária a

busca de genótipos que possuam loci com alelos favoráveis para que a planta possa tolerar ou resistir a esses estresses, de forma que não ocorram perdas consideráveis na produção e qualidade dos frutos. Uma maneira de obter populações de melhoramento que gerem genótipos com grande quantidade de alelos favoráveis para a característica desejada é por meio da hibridação. A análise dialélica é uma ferramenta que nos auxilia na tomada de decisão para avaliar quais combinações de progenitores são mais promissoras para derivar híbridos e populações de melhoramento (CRUZ et al., 2012).

Dependendo dos objetivos do pesquisador/melhorista podem ser utilizadas diferentes metodologias nas análises dialélicas, para obter diferentes interpretações e parâmetros genéticos. As mais utilizadas são as propostas por Griffing e Gardner & Eberhart (GRIFFING, 1956; GARDNER; EBERHART, 1966). A primeira geralmente é mais utilizada para identificar dois genitores que terão uma maior complementação de alelos favoráveis dentre os genitores escolhidos para análise. Essa escolha é feita observando a capacidade geral de combinação (CGC) e a capacidade específica de combinação desses genitores (CEC). A CGC é a capacidade que o genitor tem de fornecer um acréscimo de valor genético à sua progênie independente de qual seja o outro genitor. Já a CEC é o desvio do híbrido em relação ao que seria esperado da CGC de seus pais (CRUZ et al., 2012). A metodologia proposta por Gardner e Eberhart (1966) também é muito utilizada por nos informar sobre depressão endogâmica, heterose, ação de genes envolvidos em caracteres quantitativos (efeito aditivo e devido ao desvio de dominância) e epistasia. Para obter informação sobre a última é preciso atender a um número específico de premissas do modelo (EBERHART; GARDNER, 1966).

2.9.1 - Metodologia Dialélico Completo, Griffing (1956)

A metodologia proposta por Griffing (1956) nos fornece a informação de CGC e CEC. Com esses dois parâmetros é possível escolher os melhores progenitores que ao serem cruzados gerarão uma população com indivíduos com valores mais favoráveis para a característica desejada que está sendo analisada. Isso é feito escolhendo o progenitor com o CGC mais favorável dentre aqueles que estão sendo analisados no dialélico, e o progenitor cuja combinação híbrida com o progenitor escolhido anteriormente tenha o valor

de CEC mais favorável. Caso deseje aumentar o valor da característica deve almejar valores de CEC e CGC positivos e elevados, caso deseje reduzir o valor da característica devem ser escolhidos materiais com os menores valores negativos.

Essa metodologia possui quatro métodos que podem considerar ou não todos os fatores, sendo eles progenitores $[p]$, híbridos $[p(p-1)/2]$ e recíprocos $[p(p-1)/2]$. No Método 1 são incluídos os progenitores, híbridos e recíprocos, totalizando p^2 indivíduos avaliados; Método 2 são incluídos os progenitores e híbridos $p(p+1)/2$; Método 3 são incluídos os híbridos e recíprocos $p(p-1)$ e no método 4 são analisados apenas os híbridos com $p(p-1)/2$ indivíduos compondo o dialelo.

Dependendo do método a ser utilizado o modelo é alterado. Temos assim um modelo geral a partir do qual podemos abranger todos os métodos desconsiderando os fatores que não são incluídos de acordo com o método utilizado.

Na metodologia proposta por Griffing em (1956) após escolher qual método melhor atende os objetivos do pesquisador/melhorista, devem ser analisadas premissas do modelo para interpretar de maneira correta o dialelo. As premissas são consideradas em relação ao efeito de genótipos e ao efeito de blocos no modelo (GRIFFING, 1956).

Se os genitores avaliados são os genótipos candidatos para gerar as futuras populações de melhoramento, o efeito de genótipos é considerado fixo. Caso os genitores avaliados sejam retirados aleatoriamente dentro de uma população, a fim de que eles representem a população o efeito é considerado aleatório, assim não é obtido a CGC e CEC de indivíduos e sim estima-se os componentes de variância genética das populações. As inferências genéticas obtidas serão em relação a população e não a linhagem em si (GRIFFING, 1956).

Na primeira premissa o efeito de genótipo é considerado fixo pelas inferências serem realizadas apenas para os indivíduos avaliados. Na segunda premissa o efeito de genótipos no modelo é considerado aleatório

pelos indivíduos avaliados serem uma amostra de uma população que a representa. Os blocos podem ser considerados efeito fixo ou aleatório. Assim chega-se a quatro possíveis premissas: O efeito de genótipos e de blocos serem fixo, apenas o erro será aleatório; O efeito de genótipo e de bloco serem aleatórios, apenas a média será fixa; e os dois modelos mistos com o efeito de genótipo aleatório com o efeito de bloco fixo e o efeito de genótipo fixo com o efeito de bloco aleatório.

2.9.2 - Metodologia Dialelo Completo, Gardner e Eberhart (1966)

A metodologia proposta por Gardner e Eberhart (1966) é mais utilizada quando se deseja estudar o efeito de heterose da característica. Para a utilização dos modelos dessa metodologia é necessário que os pais estejam inseridos no delineamento e sejam avaliados. O modelo pode ser utilizado em qualquer variedade podendo ser uma linhagem ou uma população de polinização aberta, desde que o material analisado esteja em equilíbrio de Hardy & Weinberg. Por definição o Equilíbrio de Hardy & Weinberg é quando “Uma população infinitamente grande sob acasalamento ao acaso em ausência de migração, mutação e seleção, as frequências gênicas e genotípicas se mantêm constantes ao longo das gerações e as frequências genotípicas são determinadas únicas e exclusivamente das frequências gênicas”.

Na metodologia proposta no trabalho Gardner; Eberhart, (1966) premissas devem ser consideradas para utilização, assumindo que o material analisado seja diplóide, com dois alelos por locus e desconsiderar a existência de epistasia. Depois no trabalho “A general model for genetic effects” (EBERHART; GARDNER, 1966) foi sugerido um modelo expandido que permite a interpretação de alelismo múltiplo e epistasia.

A metodologia proposta por Gardner & Eberhart consiste na utilização de modelos mais simples para estimar parâmetros, depois aplicá-los em modelos mais parametrizados para estimar novos parâmetros.

A metodologia de Gardner e Eberhart fornece os parâmetros “vi” pelo 1º modelo e “sij” informado pelo 4º modelo da metodologia que podem ser interpretados como a CGC e a CEC respectivamente, assim como os

parâmetros “gi” e “sij” do modelo proposto por Griffing (CRUZ; VENCOVSKY, 1989).

Os métodos 1 e 2 da metodologia de Griffing também podem nos informar sobre a heterose média por meio do parâmetro " Σs_{ii} " caso os pais estejam inseridos na avaliação do dialelo (CRUZ; VENCOVSKY, 1989). Assim ao avaliarmos os pais na análise dialélica tanto o modelo de Griffing quanto o de Gardner e Eberhart é possível obter informações sobre CGC, CEC e heterose. Além de conseguir interpretar qual a forma alternativa do gene faz com que o valor da característica aumente, observando o sinal dos valores de “s_{ii}”.

2.9.3 - Metodologia Dialelo Parcial, Geraldi e Miranda Filho (1988)

Os dialelos podem ser completos, parciais e circulantes. Os dialelos completos são quando todos os progenitores se inter cruzam, por causa disso, eles nos fornecem mais informações, mas geram um grande número de híbridos para serem avaliados. Para reduzir esse número pode-se quando já é sabido que a característica não sofre com o efeito recíproco, não incluir os híbridos recíprocos na avaliação. Também pode retirar os progenitores da avaliação deixando apenas os híbridos. Isso não é muito benéfico por ocorrer perdas de informações sobre os cruzamentos, como informação sobre a heterose.

O dialelo parcial surgiu a partir de modelos análogos aos do dialelo completo propostos por Griffing (1956) e Gardner e Eberhart (1966). Geraldi e Miranda Filho (1988) fizeram uma adaptação ao modelo proposto por Griffing (1956). Miranda Filho e Geraldi (1984) adaptaram o modelo de Gardner e Eberhart (1966).

Os dialelos parciais e circulantes são uma boa alternativa para explorar informação sobre um maior número de progenitores com um menor número de cruzamentos. Nos dialelos circulante os progenitores são representados por um mesmo número de cruzamentos, porém inferior a $p - 1$, isso acarreta em perda de informação em certas combinações híbridas que ficam ausentes nesse delineamento (CRUZ et al., 2004). Os dialelos parciais assim como os circulantes permitem a avaliação de mais genitores com um menor número de

cruzamentos, criando dois grupos distintos de genitores que cruzam entre si, tendo um total de entradas (N) igual a: $N = I + J + IJ$ (MIRANDA; GERALDI, 1984).

Os dialelos parciais perdem informação de cruzamentos dentro do grupo, mas obtemos informação sobre mais cruzamentos entre genitores diferentes. Além disso, os dialelos parciais podem ser utilizados para a acumulação de genes entre indivíduos de populações previamente conhecidas que sejam distintas e complementares seja para características morfológicas ou para resistência a várias doenças. Para materiais em que se deseja conhecer o potencial genético como linhagens formadoras de populações de melhoramento, mas que a obtenção de híbridos seja limitada por dificuldade nos cruzamentos artificiais devido a empecilhos da cultura ou limitação de mão de obra, o dialelo parcial também pode ser uma alternativa.

3.0 - Material e métodos

Os progenitores utilizados para a formação do delineamento genético, dialelo parcial foram obtidos a partir do cruzamento entre os híbridos comerciais (HMX7889, N901 e H9889) e os acessos do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV (BGH_UFV) que possuem o fenótipo braquítico (BGH-2006 e BGH-2886), da seguinte forma: HMX7889 x BGH2006; N901 x BGH2006; N901 x BGH2886 e H9889 x BGH2006, gerando populações agrupadas em A; B; C e D, respectivamente. As populações foram avançadas pelo método de melhoramento Single Seed Descend (SSD) até a geração F5 e obtendo as sementes F6. Destas 470 amostras de sementes das plantas F5 mais produtivas selecionadas foram enviadas aos USA para a empresa AgBiotech®, afim de obter os dados moleculares de resistência aos patógenos (Mi = Root Knot Nematode, Pto = Bacterial Speck (*Pseudomonas syringae*), I2 = Fusarium Wilt (*Fusarium oxysporum*), Ve = Verticillium wilt (*Verticillium dahliae* raça 1), hábito de crescimento (Sp = Self-Pruning) e fenótipo braquítico (Br = Brachytic trait) por meio de marcadores moleculares single nucleotide polymorphism (SNP's) que informam se o genótipo é homocigoto dominante, homocigoto recessivo ou heterocigoto para os genes avaliados.

Tabela 1: Descrição da distribuição das linhagens escolhidas para compor o dialelo parcial nos dois grupos distintos de cruzamento, de acordo com a marcação SNP's feita pela empresa AgBiotech® nos EUA, fazendo com que suas combinações híbridas sejam indivíduos heterozigotos resistentes as quatro doenças trabalhadas.

Grupos	Linhagem	Mi	Pto	Ve	I2	SP
Grupo 1	B124 (1)				I/I	sp/sp
	C4 (2)				I/I	sp/sp
	D7 (3)				I/I	sp/sp
	D14 (4)				I/I	sp/sp
Grupo 2	A141 (1)	M/M	P/P	V/V		sp/sp
	A169 (2)	M/M	P/P	V/V		sp/sp
	B4 (3)	M/M	P/P	V/V		sp/sp
	B21 (4)	M/M	P/P	V/V		sp/sp
Combinações Híbridas		M/_	P/_	V/_	I/_	sp/sp

“M” = alelo dominante do gene Mi; “P” = alelo dominante do gene Pto; “V” = alelo dominante do gene Ve; “I” = alelo dominante do gene I2; “sp” = alelo recessivo do gene SP; “M/_” = representação do indivíduo heterozigoto para o gene Mi; “P/_” = representação do indivíduo heterozigoto para o gene Pto; “V/_” = representação do indivíduo heterozigoto para o gene Ve; “I/_” = representação do indivíduo heterozigoto para o gene I2 e “sp/sp” = representação do indivíduo homozigoto recessivo para o gene SP. M/M; P/P; V/V; I/I representação do indivíduo homozigoto dominante para os respectivos genes Mi, Pto, Ve e I2.

O gene Self pruning em homozigose recessiva (sp/sp) confere plantas com porte determinado. Já o gene braquítico em homozigose recessiva (br/br) promove as plantas de tomateiro com comprimento de caule menor e entrenós mais curtos resultando em plantas mais compactas (GARDNER; PANTHEE, 2010; LEE et al., 2018).

Os genes Mi, Pto, Ve e I2 atuam da seguinte forma: O alelo Mi dominante (KLEIN-LANKHORST et al., 1991), confere resistência a nematóides das galhas (*Meloidogyne incognita*, *M. Javanica* e *M. arenaria*) e resistência a população de afídeo *Macrosiphum euphorbiae*, esse gene se encontra no cromossomo 6 (BOITEUX et al., 2016); O gene Pto fornece resistência monogênica dominante à doença Pinta-Bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) (KERR; COOK, 1983), sua localização é no cromossomo 5 (MARTIN, et al., 1993); O gene Ve dominante (DIWAN et al., 1999), confere

resistência a doença Murcha-de-Verticílio (*Verticillium dahliae* raça 1), e a sua localização é no cromossomo 9 (BOITEUX et al., 2016); O alelo I2 dominante (SIMONS et al., 1998), confere resistência a Murcha-de-Fusário de isolados da raça 2 (*Fusarium oxysporium* f. sp. *lycopersici*), e se localiza no cromossomo 11 (BOITEUX et al., 2016).

Para a realização deste trabalho foram selecionadas 8 linhagens F6 como progenitoras do dialelo parcial, sendo elas: A141, A169, B4, B21, B124, C4, D7, D14. Escolhidas a partir das populações de melhoramento A, B, C e D. Essas linhagens foram escolhidas por ter sido identificado com o auxílio de marcadores SNP's a possibilidade de piramidar as resistências das seguintes doenças: murcha-de-fusarium, murcha-de-verticillium, pinta bacteriana do tomateiro e nematóides da galha, proporcionadas respectivamente pelos genes I2, Ve, Pto e Mi em homozigose dominante ou heterozigose, visto que a herança dessas doenças é simples monogênica e dominante. Ao esquematizar os progenitores em dois grupos e realizar o cruzamento entre eles, as combinações híbridas geradas neste dialelo parcial apresentaram a forma alélica dominante dos genes I2, Ve, Pto e Mi, conseqüentemente serão resistentes às doenças mencionadas. O primeiro grupo constituído pelas linhagens B124, C4, D7 e D14 apresenta o gene I2 em homozigose dominante, enquanto o segundo grupo constituído por A141, A169, B4 e B21 apresenta os genes Ve, Pto e Mi em homozigose dominante (tabela 1).

Neste trabalho foi feita a piramidação de resistência as doenças mencionadas anteriormente em conjunto com a fixação dos genes braquítico e self pruning em homozigose recessiva na futura população segregante de plantas de tomate com porte determinado. A fixação do gene self pruning em homozigose recessiva por meio de cruzamentos estritos entre indivíduos homozigotos recessivos e o gene braquítico realizando a seleção em bandeja no estágio de mudas dos indivíduos homozigotos recessivos (tabela 1), os quais são contrastantes dos homozigotos dominantes e heterozigotos em relação ao tamanho das mudas, como é demonstrado no trabalho de Lee et al. (2018).

Os híbridos do dialelo foram avaliados em conjunto com os seus progenitores (Os progenitores com uma geração de autofecundação avançada para não ter o efeito do tempo de armazenamento das sementes) e o híbrido comercial N901, a fim de descobrir uma combinação híbrida com potencial uso comercial imediato. Não foram avaliados os cruzamentos recíprocos por ser relatado em trabalhos que a cultura do tomateiro não sofre com esse efeito (CURRENCE; LARSON; VIRTA, 1944; KHANNA; CHAUDHARY, 1974; MALUF; DE MIRANDA; DE CAMPOS, 1982).

Tabela 2: Tabela de dupla entrada com os genitores masculinos e femininos e suas respectivas combinações híbridas.

Fêmea\Macho	A141 (1)	A169 (2)	B4 (3)	B21 (4)
B124 (5)	H51	H52	H53	H54
C4 (6)	H61	H62	H63	H64
D7 (7)	H71	H72	H73	H74
D14 (8)	H81	H82	H83	H84

A141, A169, B4, B21, B124, C4, D7, D14 são as linhagens escolhidas como genitoras na análise dialélica parcial, as quais foram numeradas de 1 a 8 para facilitar a representação das combinações híbridas. A letra "H" seguida de dois números representa a combinação híbrida entre as linhagens referidas pelos números que as representam nesta tabela.

A obtenção das sementes híbridas foi realizada em casa de vegetação na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão (UEPE) Horta Velha da Universidade Federal de Viçosa (UFV) no período de dezembro de 2018 a abril de 2019.

A avaliação do dialelo parcial (progenitores e F1's) foi conduzida em campo na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão (UEPE) Horta Nova, da UFV no período de setembro de 2019 a janeiro de 2020. O cultivo foi iniciado no mês de setembro, a semeadura foi realizada em bandejas de 128 células com substrato da marca comercial Tropstrato®, sendo o transplante feito no dia 12/09/2019. O espaçamento utilizado foi de 1.0 metros entre fileiras e 0.5 metros entre plantas, a irrigação foi realizada por gotejamento. Nas extremidades da área experimental foram cultivadas linhas de bordadura. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, as parcelas constituídas de cinco plantas sendo avaliadas as três plantas centrais, as plantas das extremidades da parcela atuaram como

bordadura. Para as características mensuradas pelo aparelho MultispeQ v2.0 avaliou-se apenas a planta central das cinco plantas da parcela. Os tratamentos consistem nos oito genitores do dialelo, dezesseis híbridos formados do cruzamento entre os genitores dos dois grupos criados e um híbrido comercial N901, da empresa de sementes Nunhems, totalizando 25 genótipos distintos.

A coleta dos frutos foi realizada em três datas dentro do período de produção no intervalo dos 45 aos 120 dias após o transplântio (DAT), sendo elas 62; 74 e 83 DAT. Os caracteres avaliados relacionados à produtividade de frutos são: Produtividade baseada na área ocupada da planta (PRO) em kg/m². Para mensurar a produtividade dos tomateiros realizou-se o seguinte cálculo: produtividade = produção por planta (kg) / área ocupada por planta (m²), a área ocupada de cada planta foi obtida à partir do diâmetro da copa e a fórmula de área da circunferência [$Ao = 3.14 \times (D^2/4)$]; Produção estimada de polpa por hectare (PEP) (T/ha), sendo utilizada a fórmula: P(t/ha de polpa) = [produção (t/ha) x 0.95 x °Brix do suco] / 28, foi considerado o espaçamento do experimento (1,0 m x 0,5 m) e a produção de frutos comerciais por planta para extrapolar a produção para toneladas por hectare; Número de frutos comercializáveis (NFC) contabilizados todos os frutos comercializáveis por planta (uni/planta); Produção de frutos comercializáveis por planta (PFC) (g/planta) e Massa média dos frutos comercializáveis (MMF), obtido pela divisão: PFC/NFC avaliando o peso de cada fruto em média (g/uni). Os frutos foram considerados bons de acordo com as Normas de Classificação do Tomate propostas pelo Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura, (2003).

As análises laboratoriais de qualidade dos frutos (Viscosidade, Firmeza, Coloração da polpa, Sólidos solúveis e Acidez) foram feitas utilizando a amostra de seis frutos por parcela, sendo dois frutos por planta das três plantas centrais da parcela.

A viscosidade dos frutos batidos (VIS) foi medida com Consistômetro de Bostwick, canaleta graduada com uma inclinação de 2°. É colocado um volume fixo de tomate batido no início da canaleta em um recipiente e avalia-

se o escorrimento em centímetros do tomate batido por dez segundos. A firmeza dos frutos (FIR) mensurada com o aparelho penetrômetro digital, unidade utilizada Newtons (N). A coloração da polpa foi avaliada por meio do aparelho colorímetro portátil protegido com um filme plástico transparente em uma amostra de frutos batidos. A avaliação da coloração dos frutos batidos foi feita pela razão a/b, parâmetros obtidos pelo aparelho colorímetro, quanto maior for o valor de “a/b” mais vermelho será o fruto. Essa razão representa a intensidade da cor vermelho “redness” (RED). É interessante utilizar a razão a/b por ter consistente relação com a concentração de licopeno nos frutos (D'SOUZA, 1992). O teor de sólidos solúveis (SS) mensurado em graus brix (^oBrix) analisado a partir da amostra de frutos com o aparelho Refratômetro Digital. A acidez (ACI) aferida a partir de uma amostra do conjunto de frutos batidos utilizando o Medidor pH de bancada, a unidade (pH).

Foram feitas três medições dos caracteres fisiológicos com o aparelho MultispeQ v2.0, com auxílio do software PhotosynQ. Analisando a primeira folha totalmente expandida no sentido de cima para baixo da planta em seu folíolo terminal, no período da manhã das 07:40 às 11:40 horas. As avaliações foram feitas no período do início do florescimento ao final do amadurecimento dos frutos. Aos 36 DAT foi realizada a primeira, e as outras duas avaliações realizadas aos 50 e 78 DAT. Os caracteres mensurados foram: Rendimento do fotossistema II (Phi2); Fotoinibição / Fotoproteção (PhiNPQ); Temperatura diferencial da folha (TDF); Acúmulo de elétrons no tilacóide (vH+); espessura da folha (EF) e Conteúdo relativo de clorofila (CRC). Utilizando o protocolo PhotosynQ Rides.

Aos 70 DAT foram avaliados os caracteres morfológicos, sendo estes altura de planta (AP) - medição do colo da planta até o ápice do meristema apical utilizando uma trena metálica (cm); Diâmetro da copa (DCO) - medição realizada com uma trena metálica medindo de uma extremidade da planta até a outra extremidade de sentido oposto (cm), Comprimento somado com a largura foliar (CL) – medição feita com trena metálica, da inserção do primeiro folíolo até a extremidade do último folíolo (cm); Diâmetro do caule (DCA) – medido com a utilização de um paquímetro, medindo 2 centímetros acima do colo da planta (região de inserção do caule no solo) (cm) como feito no

trabalho de Morales et al. (2015); nota da posição da folha (NPF) - medido no terço médio da planta de acordo com as Instruções Para Execução Dos Ensaio de Distingibilidade, Homogeneidade e Estabilidade de Cultivares de Tomate (ABRASEM, 2005), atribuindo notas 3, 5 e 7 para semi-ereta, horizontal e semi-decumbente respectivamente; Comprimento de entrenós (CEN) medido entre o terceiro e quarto nó da planta, contabilizando a partir do colo da planta de baixo para cima (cm).

Os dados foram submetidos à análise de variância e suas médias à análise dialélica, agrupamento de médias Scott Knott, e teste de médias Dunnett. Mediante a análise dialélica serão obtidos a capacidade geral de combinação (CGC), a capacidade específica de combinação (CEC), a informação genética de qual é o alelo que aumenta o valor da característica se é recessivo ou dominante e a predominância de efeitos aditivos ou não aditivos para o controle da característica.

Foi utilizado o modelo proposto por Geraldi e Miranda (1988) dialelo parcial com os pais e F1's, modelo análogo ao proposto por Griffing (1956) para dialelo completo, onde:

$$Y_{ij} = \mu + \frac{(d_1 + d_2)}{2} + g_i + g'_j + s_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

Sendo:

Y_{ij} : média do cruzamento envolvendo o i -ésimo progenitor do grupo 1 e o j -ésimo progenitor do grupo 2;

Y_{i0} : média do i -ésimo progenitor do grupo 1 ($i = 1, 2, 3... p$ e $j = 0$);

Y_{0j} : média do j -ésimo progenitor do grupo 2 ($j = 1, 2, 3... q$ e $i = 0$);

μ = média geral do dialelo;

d_1, d_2 : contrastes envolvendo médias dos grupos 1 e 2 e a média geral; quando $I = J$, $\hat{d}(1) = -\hat{d}(2)$;

g_i : efeito da capacidade geral de combinação do i -ésimo progenitor do grupo 1;

$g'j$: efeito da capacidade geral de combinação do j-ésimo progenitor do grupo 2;

sij : efeito da capacidade específica de combinação; e

$\bar{\epsilon}_{ij}$ = erro experimental médio.

Considerando todos efeitos fixos e análogo ao método 2, modelo I da metodologia de Griffing (1956).

i: Número de genitores do grupo 1 (i = 1,2,3 e 4); efeito fixo;

j: Número de genitores do grupo 2 (j = 1,2,3 e 4); efeito fixo;

k: Número de blocos (k = 1,2,3 e 4); efeito fixo.

Os parâmetros do modelo foram estimados por meio do método dos mínimos quadrados e as seguintes equações normais (CRUZ et al., 2012):

$$Y = X\hat{\beta} + \epsilon$$

$$X'Y = X'X\hat{\beta}$$

$$(X'X)^{-1} X'Y = \hat{\beta}$$

As estimativas dos componentes quadráticos foram obtidas por meio da esperança dos quadrados médios das fontes variações, como descrito na tabela 3.

A predominância de efeitos aditivos ou não aditivos para o controle da característica foi analisada a partir de θ , feita com os valores estimados dos componentes quadráticos da capacidade geral de combinação do grupo 1 (CGC1), capacidade geral de combinação do grupo 2 (CGC2) e capacidade específica de combinação (CEC), da seguinte forma:

$$\theta = \frac{\phi_{cgc1} + \phi_{cgc2}}{\phi_{cgc1} + \phi_{cgc2} + \phi_{cec}}$$

Tabela 3: Estimativas dos componentes quadráticos de CGC e CEC.

FV	QM	E[QM's]	F	Estimadores CQ
CGC1 (gi)	QMCGC1	$\sigma^2 + JK\phi_{cgc1}$	$\frac{QMCGC1}{QMR}$	$\hat{\phi}_{cgc1} = \frac{QMCGC1 - QMR}{JK}$
CGC2 (gj)	QMCGC2	$\sigma^2 + IK\phi_{cgc2}$	$\frac{QMCGC2}{QMR}$	$\hat{\phi}_{cgc2} = \frac{QMCGC2 - QMR}{IK}$
CEC (sij)	QMCEC	$\sigma^2 + K\phi_{cec}$	$\frac{QMCEC}{QMR}$	$\hat{\phi}_{cec} = \frac{QMCEC - QMR}{K}$
Bloco (bk)	QMB	$\sigma^2 + IJ\phi_b$	$\frac{QMB}{QMR}$	$\hat{\phi}^2_b = \frac{QMB - QMR}{IJ}$
R (eijk)	QMR	σ^2	QMR	$\hat{\sigma}^2 = QMR$

FV = fonte de variação; GL = Graus de liberdade; QM = Quadrados médios; E[QM's] = esperança de quadrados médios; F = F calculado; CQ = Componentes quadráticos. CGC1 = Capacidade geral de combinação do grupo 1; CGC2 = Capacidade geral de combinação do grupo 2; CEC = capacidade específica de combinação; R = Resíduo.

A avaliação da importância relativa de cada efeito foi proposta por Baker, (1978) e utilizada em outros trabalhos como Torres e Geraldi (2007), trabalhando com a cultura do arroz e MOURA et al. (2018) com a cultura do feijoeiro. A interpretação é feita de acordo com o intervalo em que o valor de θ se encontra. Segundo Baker (1978) caso θ seja igual a 1.0 o valor de ϕ_{cec} é igual a 0, se θ for igual a 0.5 $\phi_{cec} = \phi_{cgc1} + \phi_{cgc2}$, e será menor que 0.5 quando $\phi_{cec} > \phi_{cgc1} + \phi_{cgc2}$.

A análise de variância (ANOVA), análise dialéctica parcial, agrupamento de médias Scott Knott e teste de médias Dunnett foram realizados com auxílio do Programa GENES (CRUZ, 2013).

4.0 – Resultados e discussões

Os caracteres Phi2, PhiNPQ e vH+ obtidos por meio do aparelho MultispeQ 2.0 não obtiveram diferenças significativas em relação aos tratamentos pela ANOVA (teste F, $P > 0.05$).

A fonte de variação tratamentos foi significativa para as características presentes nas tabelas 4 e 5, demonstrando a existência de variabilidade genética entre os materiais avaliados e a possibilidade de seleção dentre eles do melhor tomateiro destinado para o processamento industrial. A grande maioria dos caracteres foram altamente significantes ($P < 0.01$), apenas DCA e CEN foram significativos com P menor que 0.05 (tabela 4). A fonte de variação tratamentos sendo significativa foi decomposta em capacidade geral de combinação do grupo 1 (CGC1), capacidade geral de combinação do grupo 2 (CGC2), capacidade específica de combinação (CEC) e contraste entre as médias dos grupos 1 e 2 (Grup.).

Foi realizado o contraste entre os híbridos experimentais e o híbrido comercial (N901), sendo este significativo ($P < 0.01$) para todos os caracteres (tabelas 4 e 5), havendo distinção do híbrido comercial para pelo menos uma das combinações híbridas formadas, em relação a todos os caracteres.

Os coeficientes de variação presentes neste trabalho foram comparados com os de outros similares, os quais avaliaram os mesmos caracteres em condições semelhantes. Foi observado nos outros trabalhos valores bem próximos como os de MMF (18.09%), SS (11.42%) e ACI (3.85%) obtidos no trabalho de Rodrigues et al. (2019) estudando o tamanho de amostras para avaliar características físico-químicas do tomate, além de coeficientes de variação maiores como os de PROD (38.05%), NFC (39.03%) e MMF (37.99%) apresentados no trabalho de Peres et al. (2020) avaliando produtividade de tomate industrial com adubação organomineral. Evidenciando precisão experimental aceitável.

O efeito de contraste entre os grupos sendo o contraste entre as médias dos progenitores do grupo 1 com as médias dos progenitores do grupo 2. Esse efeito foi significativo a 1% para SS, ACI, RED e VIS (tabela 5), e significativos a 5% para AP, DCO, TDF, CRC (tabela 4), PRO, NFC, MMF (tabela 5),

demonstrando a diferença entre as médias dos grupos esquematizados no dialelo para os fatores mencionados. Para CL, CEN, DCA, EF (tabela 4), PRO, PEP, PFC e FIR (tabela 5) não foram significativos. Acreditamos que devido a pressão de seleção visando genótipos mais produtivos praticada nas linhagens de ambos os grupos ocasionou a não significância do contraste entre os grupos para caracteres relacionados à produção (PRO, PEP e PFC). As linhagens do dialelo possuem a finalidade de gerar populações de melhoramento produtivas com o porte reduzido de plantas, assim é favorável a existência de variabilidade entre os grupos de cruzamento para características como AP e DCO afim das progênies serem plantas com menor porte.

Os quadrados médios da CGC do grupo 1 apresentados nas tabelas 4 e 5 foram significativos, com RED ($P < 0.05$) e todos os outros significativos a 1% de probabilidade. Evidenciando variabilidade genética das linhagens presentes no grupo 1 em termo de capacidade geral de combinação.

Dentre os componentes de qualidade da planta avaliados (tabela 4), obtiveram quadrados médios de CGC do grupo 2 significativos: AP, DCO, CL, NPF, EF ($P < 0.01$) e CEN com uma significância menor ($P < 0.05$), no entanto para DCA, TDF, CRC e EF não houve diferença significativa. Assim as linhagens do grupo 2 não foram divergentes entre si para os caracteres mencionados anteriormente não significativos. Os componentes de produção e qualidade de frutos (tabela 5) obtiveram todas as CGC do grupo 2 significativas ($P < 0.01$).

Os Quadrados médios da CEC foram significativos ($P < 0.01$) para AP, DCO, NPF, EF (tabela 4), PEP, NFC, PFC, MMF, FIR, SS, ACI, RED (tabela 5). Significativos a 5% para TDF, CRC (tabela 4) e VIS (tabela 5). Foram não significativos para CL, CEN, DCA (tabela 4) e PRO (tabela 5). Demonstrando que os efeitos não aditivos não foram importantes nas combinações híbridas presentes para CL, CEN, DCA e PRO.

Tabela 4: Resumo da Anova do experimento e do dialelo, com os valores de quadrados médios para as características avaliadas que compõem a qualidade de planta, avaliadas em genótipos de tomateiro determinado.

ANOVA do Experimento											
FV	GL	AP	DCO	CL	CEN	NPF	DCA	TDF	CRC	EF	
Trat.	24	785.91 **	2849.60 **	75.46 **	2.21 *	4.54 **	0.04 *	1.46 **	81.86 **	0.338 **	
Blocos	3	209.14	633.58	89.86	5.56	2	0.15	0.67	23.34	0.24	
Res.	72	48.87	145.24	23.88	1.08	0.41	0.02	0.57	21.8	0.032	
Total	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Média	-	56.61	75.65	29.16	2.95	4.31	1.37	-4.48	52.54	1.4	
CV (%)	-	12.35	15.93	16.76	35.13	14.84	11.05	-16.82	8.89	12.86	
E vs C	1	13275.36 **	24813.28 **	3443.57 **	35.44 **	73.53 **	7.2 **	72.7 **	10101.03 **	6.98 **	
ANOVA do Dialelo											
Trat.	23	650.07 **	2040.30 **	69.39 **	2.11 *	4.73 **	0.0396 *	1.5 **	82.7 **	0.3518 **	
Grup.	1	231.13 *	626.58 *	14.69 ns	0.25 ns	1.14 ns	0.0012 ns	2.58 *	123.25 *	0.0004 ns	
CGC1	3	2515.03 **	6983.3 **	256.25 **	5.17 **	24.69 **	0.1604 **	4.7 **	330.47 **	0.9411 **	
CGC2	3	1346.39 **	4716.5 **	129.36 **	4.46 *	3.45 **	0.0514 ns	1.01 ns	27.23 ns	0.863 **	
CEC	16	196.01 **	700.09 **	26.53 ns	1.21 ns	1.45 **	0.0172 ns	0.93 *	44.11 *	0.1675 **	
Res.	69	43.36	118.63	24.7	1.11	0.41	0.021	0.47	22.57	0.033	

ns não significativo pelo teste F ($P < 0.05$); * Significativo pelo teste F ($P < 0.05$); ** Significativo pelo teste F ($P < 0.01$). AP = altura de planta (cm); DCO = diâmetro de copa (cm); CL = soma de comprimento e largura da folha (cm); CEN = comprimento de entrenó (cm); NPF nota de inclinação da folha (nota); DCA = diâmetro de caule (cm); TDF = temperatura diferencial da folha ($^{\circ}\text{C}$); CRC = teor relativo de clorofila; EF = espessura da folha (mm). Trat. = tratamentos; Res. = resíduo; CV (%) = coeficiente de variação em porcentagem; E vs C = contraste entre os híbridos experimentais e o híbrido comercial; Grup. = contraste entre os dois grupos do dialelo; CGC1 = capacidade geral de combinação do grupo I; CGC2 = capacidade geral de combinação do grupo II; CEC = capacidade específica de combinação.

Tabela 5: Resumo da Anova do experimento e do dialelo, com os valores de quadrados médios para as características avaliadas inerentes a produção e qualidade dos frutos, avaliadas em genótipos de tomateiro determinado.

ANOVA do Experimento																
FV	GL	PRO	PEP	NFC	PFC	MMF	FIR	SS	ACI	RED	VIS					
Trat.	24	7.15 **	23.44 **	775.66 **	1068154 **	383.83 **	83.75 **	11.28 **	0.016 **	0.08 **	1851.04 **					
Blocos	3	6.7	10.76	227.97	950209	172.87	31.97	0.18	0.0021	0.016	392.17					
Res.	72	1.5	2.02	85.37	173310	23.88	19.74	0.41	0.0031	0.02	179.07					
Total	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Média	-	3.42	4.41	30.68	1309	44.64	15.93	4.98	4.18	1.12	64.67					
CV (%)	-	35.89	32.18	30.11	32	10.95	27.89	12.93	1.33	12.01	20.69					
E vs C	1	43.34 **	82.23 **	4134.67 **	8400957 **	8097.3 **	979.06 **	75.21 **	65.51 **	4.43 **	15296.51 **					
ANOVA do Dialelo																
Trat.	23	6.69 **	16.57 **	744.09 **	912986 **	399.11 **	75.49 **	11.12 **	0.0148 **	0.0741 **	1782.61 **					
Grup.	1	7.57 *	0.27 ns	533.34 *	4680.28 ns	110.11 *	6.02 ns	4.06 **	0.08 **	0.3362 **	2415.13 **					
CGC1	3	29.88 **	49.26 **	627.32 **	1807963 **	349.31 **	203.4 **	9.04 **	0.0176 **	0.0661 *	5753.22 **					
CGC2	3	7.06 **	21.88 **	3839.46 **	1628156 **	1926.7 **	75.66 **	10.39 **	0.0179 **	0.1119 **	5256.84 **					
CEC	16	2.22 ns	10.46 **	198.78 **	667852.4 **	140.09 **	55.82 **	12.09 **	0.0096 **	0.0522 **	347.17 *					
Res.	69	1.5	1.72	81.47	164487.3	24.12	16.08	0.43	0.0031	0.018	185.89					

ns não significativo pelo teste F 5% ($P < 0.05$); * Significativo pelo teste F ($P < 0.05$); ** Significativo pelo teste F ($P < 0.01$). PRO = produtividade por hectare (T/ha); PEP = Produção estimada de polpa por hectare (T/ha); NFC = número de frutos comerciais (unidade/planta); PFC = peso de frutos comerciais por planta (g/planta); MMF = massa média de frutos comerciais (g/fruto); FIR = firmeza de fruto (N); SS = teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix); ACI = acidez do fruto (pH); RED = (vermelhidão/redness da polpa do fruto); VIS = viscosidade da polpa (cm). Trat. = tratamentos; Res. = resíduo; CV (%) = coeficiente de variação em porcentagem; E vs C = contraste entre os híbridos experimentais e o híbrido comercial; Grup. = contraste entre os dois grupos do dialelo; CGC1 = capacidade geral de combinação do grupo I; CGC2 = capacidade geral de combinação do grupo II; CEC = capacidade específica de combinação.

Tabela 6: Componentes quadráticos para as características avaliadas, em genótipos de tomateiro determinado.

Caracteres	Componentes quadráticos				θ
	CGC1	CGC2	CEC	Resíduo	
AP	154.48	81.44	38.16	43.36	0.86
DCO	429.04	287.37	145.37	118.63	0.83
CL	14.47	6.54	0.46	24.7	0.98
CEN	0.25	0.21	0.03	1.11	0.94
NPF	1.52	0.19	0.26	0.41	0.87
DCA	0.0087	0.0018	0	0.021	1.00
TDF	0.26	0.034	0.12	0.47	0.72
CRC	19.24	0.29	5.39	22.57	0.78
EF	0.06	0.05	0.03	0.03	0.79
PRO	1.77	0.35	0.18	1.5	0.92
PEP	2.97	1.26	2.19	1.72	0.82
NFC	34.12	234.87	29.33	81.47	0.90
PFC	102717	91479	125841	164487	0.61
MMF	20.32	118.91	28.99	24.12	0.83
FIR	11.71	3.72	9.94	16.08	0.61
SS	0.54	0.62	2.92	0.43	0.28
ACI	0.0009	0.0009	0.0016	0.0031	0.53
RED	0.0033	0.0058	0.0085	0.018	0.52
VIS	347.96	316.93	40.32	185.89	0.94

AP = altura de planta (cm); DCO = diâmetro de copa (cm); CL = soma de comprimento e largura da folha (cm); CEN = comprimento de entrenó (cm); NPF nota de inclinação da folha (nota); DCA = diâmetro de caule (cm); TDF = temperatura diferencial da folha (°C); CRC = teor relativo de clorofila; EF = espessura da folha (mm); PRO = produtividade por hectare (T/ha); PEP = Produção estimada de polpa por hectare (T/ha); NFC = número de frutos comerciais (unidade/planta); PFC = peso de frutos comerciais por planta (g/planta); MMF = massa média de frutos comerciais (g/fruto); FIR = firmeza de fruto (N); SS = teor de sólidos solúveis (°Brix); ACI = acidez do fruto (pH); RED = (vermelhidão / redness da polpa do fruto); VIS = viscosidade da polpa (cm).

A seleção recorrente é um processo cíclico que visa a melhoria de uma população de melhoramento, aumentando a frequência de alelos favoráveis sem reduzir significativamente a variabilidade genética da mesma (BERNADO, 2010; BORÉM et al., 2017). A seleção recorrente recíproca (SRR) a qual seleciona tanto para capacidade geral de combinação quanto para capacidade específica de combinação (MOTA, 1972), pode ser o método de melhoramento para as características AP, DCO, PEP, NFC, PFC, MMF, FIR, SS, ACI, RED e VIS. Visto as significâncias dos quadrados médios de CGC1, CGC2 e CEC que também demonstram a importância dos efeitos

aditivos e não aditivos para o controle genético das características mensuradas nos genótipos presentes no dialelo. Como os quadrados médios da CEC referentes aos caracteres CL, CEN e PRO foram não significativos, mas os quadrados médios da CGC1 e CGC2 foram significativos (tabelas 4 e 5), pode-se utilizar a seleção recorrente para a capacidade geral de combinação para esses caracteres. A seleção recorrente para a capacidade geral de combinação é um tipo de seleção recorrente, em que as plantas são cruzadas com um testador heterozigoto de ampla base genética. A seleção é determinada pela capacidade geral de combinação, não sendo apenas uma seleção simples baseada no fenótipo (MOTA, 1972).

Para avaliar a predominância de efeitos aditivos ou não aditivos no controle genético das características, compara-se o componente quadrático da CGC (ligados aos efeitos aditivos) com o componente quadrático de CEC (ligados aos efeitos não aditivos). O que apresentar maior magnitude demonstra predominância do efeito que está relacionado com este componente. No entanto em dialelos parciais são obtidas duas capacidades gerais de combinação, referentes ao grupo 1 e ao grupo 2. Para possibilitar a comparação em conjunto dos componentes quadráticos das CGC1 e CGC2 com o componente quadrático da CEC, utilizou-se a equação θ , valor de θ mais próximo de 0 demonstra maior importância relativa dos efeitos não aditivos, θ mais próximo de 1 retrata a predominância de efeitos aditivos no controle da característica analisada.

O único caractere com θ menor que 0.50 foi SS com o valor de 0.28 retratando a predominância de efeitos não aditivos em seu controle genético. Em todos os outros caracteres os valores de θ foram superiores a 0.50 (tabelas 6), evidenciando a predominância de efeitos aditivos no controle genético das características com exclusão do teor de sólidos solúveis.

Os trabalhos de De Souza et al. (2012) com cruzamentos dialélicos entre genótipos de tomate de mesa e Figueiredo et al. (2016) avaliando a capacidade combinatória de linhagens de tomateiro de crescimento determinado, também obtiveram como resultado o componente quadrático de CEC maior do que o componente quadrático de CGC para o caractere SS.

SHENDE et al. (2012) retrataram que é pertinente os programas de melhoramento buscarem fabricar híbridos superiores com o intuito de ter ganhos para essa característica.

Para AP, DCO, CL, CEN, NPF, PRO, PEP, NFC e VIS (tabela 6) o valor de θ foi superior a 0.80, evidenciando que os componentes quadráticos de CGC (CGC1 + CGC2) foram superiores em magnitude ao componente quadrático de CEC. A predominância de efeito aditivo em relação ao não aditivo para a característica NFC é concordante em relação aos trabalhos de De Souza et al. (2012) e Saleem et al. (2013). Mas referente a PEP foi contrastante ao encontrado por Figueiredo et al. (2016).

O valor de θ foi acima de 0.70 para TDF, CRC, EF e MMF (tabela 6). O resultado obtido de MMF, para a predominância de efeitos aditivos foi semelhante à encontrada por De Pádua et al. (2010) trabalhando com capacidade combinatória de híbridos de tomateiro resistentes a *Begomovirus* e *Tospovirus*.

PFC, FIR, ACI e RED foram superiores a 0.50, no entanto ACI e RED tiveram valores muito próximos a 0.50, evidenciando uma sutil predominância dos efeitos aditivos em relação aos efeitos não aditivos. O mesmo resultado para FIR foi evidenciado no trabalho de Pádua et al. (2010), no entanto foi encontrado resultado contrastante ao de Gautam et al. (2018) analisando a habilidade de combinação e ação de genes para importantes caracteres referentes a qualidade de fruto de tomate, ocorrendo predominância de efeitos não aditivos.

Os componentes quadráticos dos efeitos de CGC e CEC referentes ao DCA retratados na tabela 5 foram muito baixos, sendo menores do que o componente de variância do resíduo, assim podemos inferir que para essa característica os efeitos aditivos e não aditivos tiveram ínfima influência na variabilidade dos materiais analisados, podendo ser o efeito ambiental o principal fator para a variabilidade dessa característica. O valor de θ foi igual a 1 devido o valor nulo do componente quadrático de CEC, não tendo influência de desvio de dominância e epistasia para a característica em questão.

No controle genético do componente de produção: PFC, a diferença entre os componentes quadráticos de CEC e CGC (CGC1 + CGC2) foram mais brandos, com valor de θ igual a 0.61 (tabela 6), evidenciando que os dois efeitos possuem relevância no controle genético. Isso pode ser confirmado visto que caracteres de produção sofrem influência de várias outras características da planta. Além disso são diversos genes com vários tipos de interações alélicas e interações gênicas não alélicas distintas atuando em seu controle. Figueiredo et al. (2016) também apresentou valores de CEC significativos para produtividade total e predominância de efeitos não aditivos no controle genético dessa característica. Mas não existe um consenso visto que outros trabalhos como o de Paduá et al. (2010) obtiveram quadrado médio de CEC não significativo para produção total e verificou que os efeitos aditivos foram mais importantes na expressão.

O parâmetro “sii” segundo Cruz e Vencovsky (1989) é um importante indicador da direcionalidade da dominância. Se os valores de sii forem majoritariamente negativos é devido a predominância de desvios de dominância positivos, ou seja, alelos dominantes elevam o valor da característica, caso seja o inverso, os valores de sii serão majoritariamente positivos. Quando os valores de sii não tiverem prevalência de um sinal pode significar dominância bidirecional.

Os valores de “sii” para AP, DCO, CL, CEN, NPF, DCA, TDF, NFC, PFC e MMF (tabela 7) foram majoritariamente negativos, demonstrando que para a maioria dos loci é a forma alélica dominante que aumenta o valor da característica. Deseja-se obter fenótipos com valores menores para as características AP, DCO, NPF, DCA, assim busca-se genótipos com loci em recessividade no controle dessas características. Os valores de “sii” para a característica NFC foram predominantemente negativos como no trabalho de De Souza et al. (2012).

Tabela 7: Estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) em linhagens de tomate determinado com elas mesmas, para os caracteres avaliados que compõem a morfologia da planta, produção e qualidade de frutos.

Caracteres	Genótipos								DP(Sii)
	B124	C4	D7	D14	A141	A169	B4	B21	
AP	-7.05	-0.051	-4.68	-5.76	-10.97	-4.26	1.47	-3.78	2.23
DCO	-11.88	2.00	-13.48	-10.56	-14.76	0.64	-5.35	-14.45	3.69
CL	-0.84	-0.033	-3.97	-2.72	-3.56	-3.19	0.48	-1.3	1.68
CEN	0.1	-0.48	0.08	-0.48	-0.45	-0.02	-0.09	-0.63	0.36
NPF	0.14	0.39	-0.56	-0.78	-0.34	0.33	-0.38	-0.42	0.22
DCA	-0.035	-0.018	0.015	-0.053	-0.099	-0.016	-0.0063	0.031	0.05
TDF	-0.23	-0.08	-0.46	-0.52	-0.16	-0.006	-0.36	-0.31	0.23
CRC	-1.09	-0.9	3.66	4.77	-0.59	2.87	4.03	0.14	1.61
EF	0.048	-0.065	0.26	0.058	-0.18	0.14	0.12	0.21	0.062
PRO	0.88	-1.01	-0.46	0.51	0.17	-0.29	-0.04	0.09	0.41
PEP	-0.47	0.77	-2.33	0.99	-0.81	1.72	-1.68	-0.28	0.45
NFC	-6.2	-4.58	-7.2	0.74	-8.06	0.49	-2.33	-7.35	3.06
PFC	-216.77	-246.66	-837.66	-72.86	-436.43	-358.63	-194.05	-384.84	137.29
MMF	2.15	-0.5	-13.89	-1.35	-0.49	-4.18	-3.78	-5.15	1.66
FIR	-5.04	1.07	4.18	-0.28	1.52	0.25	1.55	-3.39	1.36
SS	0.05	2.62	0.66	1.37	1.79	2.72	-0.82	1.01	0.22
ACI	0.034	0.069	0.029	0.042	0.032	0.054	0.032	0.057	0.19
RED	0.16	0.097	-0.045	0.12	0.099	0.072	0.007	0.152	0.454
VIS	-1.41	6.71	-4.79	3.52	3.96	-6.16	1.03	5.21	4.62

AP = altura de planta (cm); DCO = diâmetro de copa (cm); CL = soma de comprimento e largura da folha (cm); CEN = comprimento de entrenó (cm); NPF nota de inclinação da folha (nota); DCA = diâmetro de caule (cm); TDF = temperatura diferencial da folha (°C); CRC = teor relativo de clorofila; EF = espessura da folha (mm); PRO = produtividade por área da planta (kg/m²); PEP = Produção estimada de polpa por hectare (T/ha); NFC = número de frutos comerciais (unidade/planta); PFC = peso de frutos comerciais por planta (g/planta); MMF = massa média de frutos comerciais (g/fruto); FIR = firmeza de fruto (N); SS = teor de sólidos solúveis (°Brix); ACI = acidez do fruto (pH); RED = (vermelhidão/ redness da polpa do fruto); VIS = viscosidade da polpa (cm).

Os valores de “sii” para EF, SS, ACI e RED (tabela 7), foram majoritariamente positivos, demonstrando que a forma alélica recessiva aumenta o valor da característica. A ACI é uma propriedade do fruto que se deseja valores menores, buscando alelos dominantes para os loci que controlam a característica. Para RED deseja-se aumentar o valor da característica, assim loci com alelos recessivos.

Considerando que no SS predomina efeitos não aditivos (desvio de dominância e epistasia) e o alelo recessivo favorece o aumento dessa característica, uma opção é que ela sofra efeito de sobredominância, corroborando ao retratado no trabalho de Amaral Júnior et al. (1999). No entanto as linhagens apresentaram tendência em maiores valores de média para SS, visto que a maioria foi agrupada no grupo com maiores médias pelo teste Scott Knott ($P < 0.05$) e não diferiram do híbrido comercial N901 (testemunha) pelo teste de média Dunnet ($P < 0.05$), o qual apresentou elevado SS. Figueiredo et al. (2016) avaliando o teor de sólidos solúveis também obtiveram médias das linhagens superiores às dos outros genótipos presentes em sua análise dialélica. O teor de sólidos solúveis pode ser regido por interações genéticas mais complexas por exemplo epistasia, assim precisa-se de estudos de herança detalhados para compreender melhor essa característica, tão importante para o segmento industrial do processamento de tomate.

Vale salientar que os valores de “sii” para FIR, VIS, CRC e EF (tabela 7) foram positivos e negativos para os diferentes genitores, demonstrando a existência de dominância bidirecional para essas características. As características PROD e PEP possuem valores de “sii” positivos e negativos para os diferentes genitores, pode ser resultante deles serem obtidos a partir de outros caracteres.

Tabela 8: Estimativas de capacidade geral de combinação (CGC) em linhagens de tomate determinado, para os caracteres avaliados que compõem a morfologia da planta, produção e qualidade de frutos.

Caracteres	Genótipos								Erro padrão
	B124	C4	D7	D14	A141	A169	B4	B21	
AP	-2.49	-11.26	4.68	9.01	-6.41	9.03	-1.62	-1	1.01
DCO	-3.55	-18.91	7.21	15.25	-10.41	17.56	-3.45	-3.69	1.67
CL	-1.26	-3.38	2.67	1.97	-1.1	2.84	-0.04	-1.69	0.76
CEN	-0.14	-0.47	0.13	0.48	-0.36	0.52	-0.14	-0.01	0.16
NPF	-0.48	-0.86	0.2	1.14	-0.3	0.44	0.46	-0.18	0.098
DCA	-0.029	0.073	0.041	-0.085	0.012	0.021	-0.059	0.27	0.222
TDF	-0.36	-0.3	-0.15	0.53	-0.16	0.2	0.1	-0.14	0.11
CRC	4.4	-1.88	0.3	-2.83	-1.01	-0.29	1.19	0.11	0.73
EF	0.11	0.15	-0.04	-0.23	0.15	-0.21	-0.05	0.11	0.03
PRO	0.34	1.09	-0.21	-1.21	0.61	-0.52	0.06	-0.15	0.19
PEP	-0.14	-1.57	1.44	0.27	-0.22	0.88	0.38	-1.04	0.2
NFC	3.11	-5.99	3.57	-0.69	-7.29	16.02	-6.82	-1.9	1.38
PFC	-17.38	-295.01	285.36	27.04	-122.43	335.46	-71.67	-141.36	62.09
MMF	-4.43	-0.55	2.96	2.01	6.34	-7.34	7.06	-6.06	0.75
FIR	2.52	-0.02	0.93	-3.44	-2.02	-0.34	0.95	1.41	0.61
SS	-0.11	-0.65	0.63	0.12	0.27	-0.12	0.59	-0.74	0.1
ACI	0.028	-0.029	0.0009	-0.0003	-0.0353	0.0134	0.0097	0.0122	0.0085
RED	-0.0572	0.0541	0.0003	0.0028	0.0353	0.0241	-0.0884	0.0291	0.0205
VIS	-18.70	3.12	2.37	13.21	14.43	-11.38	7.15	-10.20	2.09

AP = altura de planta (cm); DCO = diâmetro de copa (cm); CL = soma de comprimento e largura da folha (cm); CEN = comprimento de entrenó (cm); NPF = nota de inclinação da folha (nota); DCA = diâmetro de caule (cm); TDF = temperatura diferencial da folha (°C); CRC = teor relativo de clorofila; EF = espessura da folha (mm); PRO = produtividade por área da planta (kg/m²); PEP = Produção estimada de polpa por hectare (T/ha); NFC = número de frutos comerciais (unidade/planta); PFC = peso de frutos comerciais por planta (g/planta); MMF = massa média de frutos comerciais (g/fruto); FIR = firmeza de fruto (N); SS = teor de sólidos solúveis (°Brix); ACI = acidez do fruto (pH); RED = (vermelhidão/ redness da polpa do fruto); VIS = viscosidade da polpa (cm).

Para escolher a melhor combinação híbrida em delineamentos dialélicos que seguem o modelo proposto por Griffing ou utiliza modelos análogos, observa-se duas estimativas: as de CGC e CEC. As estimativas de CGC estão ligadas com a presença de alelos favoráveis para a característica, quanto maior sua magnitude maior a presença de alelos favoráveis (CRUZ et al., 2012). As estimativas de CEC estão ligadas a complementaridade dos alelos, efeitos gênicos não aditivos, assim quanto maior a magnitude maior a complementação dos alelos (CRUZ et al., 2012). A escolha é baseada primeiramente na CGC dos genitores, selecionando aqueles que apresentam valores de alta magnitude e sinais favoráveis ao direcionamento desejado da característica. Em seguida escolhe-se a combinação híbrida que apresente magnitude da CEC alta, e seja progênie do genitor selecionado previamente. A influência dos sinais positivos ou negativos que essas estimativas podem apresentar, dependem dos objetivos do melhorista/pesquisador, ao desejar aumentar o valor da característica busca-se estimativas positivas caso contrário estimativas com sinal negativo.

É notável que as melhores estimativas de CGC das linhagens do grupo I e II para os componentes de qualidade da planta (AP, DCO, CEN, NPF, EF) presentes na tabela 8, foram observadas na linhagem C4 que favoreceu AP, DCO, CEN, NPF negativamente e EF positivamente nos híbridos em que essa linhagem participou como genitora. Evidenciando grande quantidade de alelos favoráveis para gerar tomateiros mais compactos, ou seja, plantas menores e mais eretas. A CGC dessa linhagem foi a mais favorável para a produção de frutos por área ocupada pela planta (1.09) (tabela 8), sendo uma genitora com grande potencial para otimizar a produção de cultivos de tomateiro com espaçamentos mais adensados.

Referente a AP, a combinação híbrida C4 x B4 é a de menor valor de CEC (-5.88) como é evidenciado na tabela 9, e pelo menos um dos genitores com valor de CGC mais favorável. A combinação híbrida C4 x B4 também foi a mais vantajosa para CEN e NPF. A CEC de alta magnitude demonstra que seus progenitores possuem diferentes genes em formas alélicas que se complementam. Para selecionar uma combinação híbrida com o objetivo de

gerar progênies de tomateiro menores e mais eretas, o genótipo mais adequado seria o C4 x B4.

Em relação ao caractere DCO os genitores C4 e A141 têm as menores CGC, -18.91 e -10.41 respectivamente (tabela 8), evidenciando grande quantidade de alelos favoráveis que reduzem o efeito da característica. A combinação híbrida C4 x B21 é a de menor valor de CEC (-2.48) (tabela 9) com pelo menos um dos genitores com valor de CGC mais favorável (- 18.91) (tabela 8).

As médias de todas as combinações híbridas da linhagem C4 diferiram significativamente do híbrido comercial pelo teste de médias Dunnett, a 5 % de probabilidade e foram alocadas no grupo superior pelo agrupamento de médias Scott Knott ($P < 0.05$) para PRO (tabela 12). Merecendo destaque a combinação C4 x A169 que além de pertencer ao grupo com maiores médias para produção por área (kg/m^2), foi alocada no grupo com maior produção por planta e não diferiu estatisticamente do híbrido comercial N901, o qual nota-se uma tendência de ser o mais favorável para essa característica (PFC) ao observar sua média de 2363.80 gramas de fruto por planta (tabela 12).

O híbrido experimental C4 x A169 aparenta ter se beneficiado da complementação genética de seus genitores para o NFC, visto que ele apresenta o terceiro maior valor de CEC (441.77) (tabela 10). O genitor C4 apresenta baixos valores de CGC (-5.99) enquanto o genitor A169 apresenta o maior valor de CGC (16.02) para essa característica (tabela 8). O número de frutos por planta está altamente ligado a produtividade, podendo ser um dos motivos desse híbrido ser alocado como um dos mais produtivos.

A linhagem C4 destacou-se para as características ACI e RED com as estimativas de CGC mais favoráveis do grupo 1, enquanto a linhagem A141 foi destaque do grupo 2 para as mesmas características (tabela 8). A combinação híbrida C4 x B4 apresentou o maior valor estimado de CEC (0.052) para RED (tabela 10), sendo a combinação híbrida mais favorável. As indústrias desejam maiores valores de RED visto a alta relação entre essa medida (a/b) e o teor de licopeno nos frutos (D'SOUZA, 1992). A maioria das combinações híbridas apresentaram CEC negativa para a característica ACI

(tabela 10), demonstrando que genes em heterozigose favorecem a redução da mesma, sendo algo benéfico as indústrias por demandar menor tempo de aquecimento para a esterilização dos produtos.

Como pode ser notado na tabela 8 as melhores estimativas de CGC referentes ao grupo 1 e 2 dos componentes de produção: PEP, NFC e PFC, foram observadas nas linhagens D7 e A169 respectivamente. Vale ressaltar que a linhagem D7 teve a melhor estimativa de CGC para SS (0.63) (tabela 8), o que também propiciou a melhor estimativa de PEP, este sendo um dos caracteres mais visados pelas indústrias de atomatados em uma cultivar (GIORDANO et al., 2000). A linhagem A169 teve a melhor estimativa de CGC para NFC (16.02), mas em contrapartida apresentou a menor estimativa para MMF (-7.34) (tabela 8). O genitor A169 contribui para elevar a produtividade por meio do aumento do número de frutos produzidos pela planta, mas reduziu a massa média de cada fruto.

Os genitores A169, D7 e D14 apresentam valores positivos de CGC para a característica PFC (tabela 8), sendo os genótipos A169 e D7 com valores expressivamente maiores 335.46 e 285.36 respectivamente. Visualizando a tabela 10 a combinação híbrida desses dois genitores apresentou alta CEC (226.48), sendo um genótipo com grande quantidade de alelos favoráveis para a característica e que se complementam, podendo essa combinação híbrida ser utilizada em programas de melhoramento que visam essa característica, para ser autofecundada e derivar populações.

Avaliando a CGC dos genitores para a característica NFC na tabela 8, os genitores A169 e D7 têm os maiores valores de CGC: 16.02 e 3.57, demonstrando a presença de genes que favorecem a característica. O genótipo A169 pode ser utilizado em programas de melhoramento com intuito de aumentar o número de frutos. O seu valor de CGC foi cerca de 4 vezes maior em comparação ao genitor com o valor mais próximo. A combinação híbrida com o maior valor de CEC tendo um de seus genitores a linhagem A169 foi a B124 x A169 com 8.06 (tabela 10).

As combinações B124 x A169 e D7 x A169 são interessantes visto que o NFC e a PFC são os principais componentes de produção segundo De Souza et al. (2012).

A linhagem D7 destacou-se pela presença de alelos favoráveis para PEP (tabela 8), tendo a maior CGC (1.44). E a sua combinação híbrida D7 x A141 foi a de melhor CEC tendo maior desvio ao que seria esperado apenas pelo efeito da CGC de seus genitores. O híbrido experimental D7 x A141 apresenta grande potencial de uso comercial, visto que sua produção estimada de polpa não diferiu estatisticamente pelo teste de Dunnett ($P < 0.05$) da testemunha (híbrido comercial N901), a qual obteve maior valor de média, produzindo 11.02 t/ha (tabela 12). Ainda diferiu estatisticamente da testemunha, em relação a AP, DCO pelo teste de médias Dunnett ($P < 0.05$), assim como os outros híbridos experimentais deste trabalho. Nota-se uma tendência quanto a possibilidade de cultivá-la em espaçamentos menores e ter a sua produção de polpa de tomate por área ainda maior.

Os genótipos A169, D7 e D14 apresentam valores positivos de CGC para o Comprimento + largura da folha (tabela 8), sendo 2.84, 2.67 e 1.97 respectivamente. A combinação escolhida para esse carácter é a D7 x A169 (tabela 9), a qual possui a maior CEC (3.46) e tem como genitores as duas linhagens com maiores CGC's citadas acima. Podendo essa combinação híbrida ser utilizada em programas de melhoramento para gerar materiais com maior comprimento e largura de folha.

Diferentes combinações híbridas foram selecionadas para os diferentes caracteres analisados, sendo improvável uma combinação específica ser superior para todos os caracteres avaliados. No entanto é notória a superioridade de alguns genitores para colaborar favoravelmente para um conjunto de características.

Os dados presentes na tabela 8, referentes aos componentes ligados a qualidade de frutos, demonstram que a linhagem B124 apresentou as estimativas mais favoráveis de CGC para FIR (2.52) e VIS (-18.70), visto que se almeja frutos mais firmes com polpas mais viscosas. Vale salientar que foi mensurado a viscosidade aparente, ou seja, o deslocamento do fluido ao

longo de uma superfície em um determinado tempo, assim polpas mais viscosas são aquelas que tiveram um menor deslocamento.

Para a característica SS os genitores D7, D14, A141 e B4 tiveram estimativas positivas de CGC (tabela 8). Dentre eles o D7 obteve destaque por apresentar o maior valor (0.63), seguido do B4 (0.59). Com relação a CEC (tabela 10) a combinação híbrida B124 x B4 (1.67) teve o maior valor, sendo assim a melhor para a característica, por um de seus genitores ser a linhagem B4, a qual teve o segundo maior valor de CGC.

Ao observar a análise em relação a firmeza de frutos presente na tabela 8, os genitores B124 e B21 tiveram a maior CGC, 2.52 e 1,41 respectivamente. A combinação híbrida que teve maior CEC foi a B124 x B21 significando que tanto o genitor B124 quanto o genitor B21 colaboraram para aumentar favoravelmente a característica FIR (tabela 10), além de se complementarem, isto é, os alelos presentes no genitor B124 que favorecem a característica são diferentes dos presentes no genitor B21. Evidenciando que essa combinação híbrida pode ser utilizada para gerar populações de melhoramento para essa característica.

Para VIS os genitores B124, A169 e B21 apresentam os menores valores de CGC -18.70, -11.38 e -10.20 respectivamente (tabela 8). A combinação D14 x A169 teve a menor CEC (tabela 10), assim materiais provenientes dessa combinação têm potencial para serem utilizados no melhoramento visando a melhoria da viscosidade da polpa de frutos de tomate.

Tabela 9: Estimativas de capacidades específicas de combinação (CEC) para características morfológicas, referente aos híbridos experimentais de tomate industrial, obtidos no dialelo parcial.

Comb. Híbridas		Caracteres								
I	II	AP	DCO	CL	CEN	NPF	DCA	TDF	CRC	EF
B124	A141	1.32	2.23	2.25	-0.503	-0.348	0.078	0.03	1.59	0.10
B124	A169	12.64	22.92	-0.35	-0.06	0.067	0.009	0.16	-2.35	-0.25
B124	B4	-2.79	-7.98	-2.06	0.311	-0.037	-0.061	-0.34	-0.68	0.04
B124	B21	2.92	6.59	1.85	0.051	0.032	0.043	-0.30	3.61	0.01
C4	A141	1.99	0.49	1.20	-0.047	0.028	-0.003	-0.71	4.94	0.35
C4	A169	4.56	-0.98	1.76	-0.005	-0.389	0.581	0.40	-0.19	-0.24
C4	B4	-5.88	-1.05	-2.27	-0.414	-0.492	0.088	0.29	-3.82	-0.05
C4	B21	-0.58	-2.48	-0.62	1.426	0.067	-0.108	0.17	0.87	0.07
D7	A141	12.14	18.8	3.07	0.738	0.968	0.781	0.53	-4.11	-0.14
D7	A169	-7.55	-8.42	3.46	-0.399	-0.119	-0.071	-0.42	-0.53	0
D7	B4	4.03	9.26	0.33	-0.259	0.778	-0.051	0.81	-2.31	-0.14
D7	B21	0.73	7.33	1.08	-0.239	-0.494	0.013	0.01	-0.38	-0.23
D14	A141	6.47	8.00	0.6	-0.097	0.028	0.044	0.46	-1.23	0.04
D14	A169	-1.13	-14.79	1.51	0.505	-0.219	0.036	-0.13	-2.68	0.21
D14	B4	1.69	10.46	3.04	0.536	0.508	0.036	-0.03	-1.25	-0.09
D14	B21	4.48	17.45	0.29	0.016	1.237	-0.011	0.75	-4.38	-0.27
DP(Sij)		2.89	4.78	2.18	0.463	0.281	0.064	0.30	2.09	0.08

AP = altura de planta (cm); DCO = diâmetro de copa (cm); CL = soma de comprimento e largura da folha (cm); CEN = comprimento de entrenó (cm); NPF nota de inclinação da folha (nota); DCA = diâmetro de caule (cm); TDF = temperatura diferencial da folha (°C); CRC = teor relativo de clorofila; EF = espessura da folha (mm).

Tabela 10: Estimativas de capacidades específicas de combinação (CEC) para características relacionadas à produção, referente aos híbridos experimentais de tomate industrial, obtidos no dialelo parcial.

Comb. Híbridas		Caracteres									
I	II	PRO	PEP	NFC	PFC	MMF	FIR	SS	ACI	RED	VIS
B124	A141	0.03	-0.09	5.21	163.53	-4.27	0.9	-0.87	0.038	-0.11	-7.35
B124	A169	-1.35	-0.087	8.06	295.3	-0.58	-0.87	-0.93	-0.051	-0.139	15.21
B124	B4	0.25	0.913	-2.76	-79.41	-1.91	2.85	1.67	-0.027	-0.077	-0.32
B124	B21	-0.71	0.213	1.9	54.11	2.46	7.19	0.02	-0.029	0.006	-4.72
C4	A141	0.61	-0.598	3.06	35.42	-4.6	-1.22	-1.67	-0.004	-0.032	5.59
C4	A169	0.45	0.045	6.41	441.77	0.89	-3.18	-1.2	-0.023	-0.02	2.15
C4	B4	0.5	-1.115	2.34	94.98	2.22	-3.16	-2.06	-0.029	0.052	-13.63
C4	B21	0.47	0.125	-2.67	-78.84	2.49	5.42	-0.31	-0.082	-0.195	-7.54
D7	A141	-0.43	3.245	6.75	511.87	5.58	-4.06	0.73	-0.034	0.012	2.34
D7	A169	1.04	-0.07	-3.31	226.48	5.25	2.08	-1.3	-0.023	0.004	9.65
D7	B4	-0.43	1.879	-0.81	199.6	9.67	-2.84	0.78	0.021	0.016	6.12
D7	B21	0.74	0.239	11.77	737.37	7.28	-3.54	-1.52	-0.022	0.059	-8.54
D14	A141	-0.56	-0.941	1.09	162.03	4.27	1.34	-1.77	-0.063	-0.007	-8.51
D14	A169	0.45	-2.697	-12.14	-246.28	2.79	1.47	-2.01	-0.012	0.011	-14.69
D14	B4	-0.24	1.683	5.87	172.92	-2.42	0.04	1.24	-0.028	-0.007	5.78
D14	B21	-0.67	-0.017	3.7	57.03	-1.94	-2.29	-0.21	0.02	-0.174	10.37
DP(Sij)		0.54	0.58	3.96	178.04	2.16	1.76	0.29	0.244	0.059	5.99

PRO = produtividade por área da planta (kg/m²); PEP = Produção estimada de polpa por hectare (t/ha); NFC = número de frutos comerciais (unidade/planta); PFC = peso de frutos comerciais por planta (g/planta); MMF = massa média de frutos comerciais (g/fruto); FIR = firmeza de fruto (N); SS = teor de sólidos solúveis (^oBrix); ACI = acidez do fruto (pH); RED = (vermelhidão/ redness da polpa do fruto); VIS = viscosidade da polpa (cm).

B124 x B21 foi a combinação híbrida mais favorável para o CRC, visto que apresentou elevada CEC (3.61) (tabela 9) e o seu genitor B124 apresentou a maior CGC (4.40) (tabela 8). O teor relativo de clorofila está ligado a absorção dos nutrientes N e Mg pela planta, constituintes da clorofila (MÓGOR et al., 2013). O genótipo B124 x B21 foi a única combinação híbrida que diferiu estatisticamente da testemunha N901 em relação ao CRC pelo teste de Dunnett ($P < 0.05$) (tabela 11.2), apresentando média superior, assim pode-se evidenciar que essa combinação híbrida apresenta elevados teores relativos de clorofila.

Valores de CGC e CEC de DCA evidenciados nas tabelas 8 e 9 respectivamente foram muito baixos e próximos do desvio padrão. Demonstrando baixa variação entre os genitores e valores das combinações híbridas próximos ao que seria esperado baseado apenas na CGC de seus genitores, não imprimindo grande heterose.

Os valores de CEC referentes a característica TDF foram muito próximos ou até mesmo menores do que zero (tabela 9), não tendo um desvio considerável dos valores das combinações híbridas ao que seria esperado apenas da CGC de seus genitores. Além de que nenhum material diferiu estatisticamente da testemunha, o híbrido comercial N901, o qual apresentou média de -4.81 °C (tabela 11.2), sendo a manutenção da temperatura semelhante em todos os genótipos.

As linhagens A141, B124, C4 e os híbridos experimentais C4 x A141, C4 x B4, C4 x B21 foram agrupados no conjunto que apresenta os menores valores de média para AP e DCO (tabela 11.1). No entanto o híbrido comercial foi alocado separadamente, tendo os maiores valores para as duas características citadas. Todos os materiais se diferiram significativamente do híbrido comercial pelo teste de médias Dunnett a 5% de probabilidade para DCO, e quase todos para AP com exceção da combinação híbrida B124 x A169 (tabela 11.1). Assim todos os genótipos experimentais foram mais compactos em relação ao híbrido comercial.

Tabela 11.1: Valores médios de 25 genótipos (8 linhagens, 16 híbridos experimentais e 1 híbrido comercial) para características morfológicas.

Genótipos		Caracteres			
I	II	AP	DCO	CL	CEN
B124	-	40.75 e	49.25 e	26.17 bA	2.65 bA
C4	-	30.08 e	32.42 e	22.75 b	1.40 b
D7	-	57.33 c	69.17 d	30.92 aA	3.15 aA
D14	-	64.92 c	88.17 c	30.75 aA	3.30 aA
-	A141	34.25 e	41.50 e	22.42 b	2.23 bA
-	A169	71.83 b	112.83 b	30.67 aA	4.01 aA
-	B4	56.25 c	64.83 d	28.58 aA	2.62 bA
-	B21	52.25 d	55.25 d	23.50 b	2.34 bA
B124	A141	47.83 d	60.92 d	28.75 aA	1.91 bA
B124	A169	74.58 bA	109.58 b	30.08 aA	3.23 aA
B124	B4	48.50 d	57.67 d	25.50 b	2.94 bA
B124	B21	54.83 c	72.00 d	27.75 bA	2.81 bA
C4	A141	39.67 e	43.83 e	25.58 b	2.03 bA
C4	A169	57.67 c	70.33 d	30.08 aA	2.95 bA
C4	B4	36.58 e	49.25 e	23.17 b	1.88 bA
C4	B21	42.50 e	47.58 e	23.17 b	3.85 aA
D7	A141	65.75 c	88.25 c	33.50 aA	3.41 aA
D7	A169	61.50 c	89.00 c	37.83 aA	3.15 aA
D7	B4	62.42 c	85.67 c	31.83 aA	2.63 bA
D7	B21	59.75 c	83.50 c	30.92 aA	2.78 bA
D14	A141	64.42 c	85.50 c	30.33 aA	2.93 bA
D14	A169	72.25 b	90.67 c	35.17 aA	4.41 aA
D14	B4	64.42 c	94.92 c	33.83 aA	3.78 aA
D14	B21	67.83 c	101.67 b	29.42 aA	3.39 aA
N901		87.25 aA	147.42 aA	36.33 aA	4.02 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o teste de agrupamento Scott Knott ($P < 0.05$). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não apresentam diferença estatística significativa em relação a testemunha pelo teste Dunett ($P < 0.05$). AP = altura de planta (cm); DCO = diâmetro de copa (cm); CL = soma de comprimento e largura da folha (cm); CEN = comprimento de entrenó (cm).

Pelo agrupamento de médias Scott Knott à 5% de probabilidade referente ao somatório de comprimento e largura da folha foram gerados 2 grupos (tabela 11.1). O grupo com maiores médias o qual apresenta maior parte dos materiais avaliados juntamente com o híbrido comercial. O outro grupo é composto pelos genótipos A141, B21, B124, C4, B124 x B4, B124 x B21, C4 x A141, C4 x B4 e C4 x B21.

Tabela 11.2: Valores médios de 25 genótipos (8 linhagens, 16 híbridos experimentais e 1 híbrido comercial) para características morfológicas.

Genótipos		Caracteres					
I	II	NPF	DCA	CRC	EF	TDF	
B124	-	3.67 cA	1.26 bA	58.46 aA	1.68 cA	-4.67 bA	
C4	-	3.17 dA	1.48 aA	46.09 bA	1.64 cA	-4.32 aA	
D7	-	4.33 cA	1.45 aA	55.01 aA	1.58 cA	-4.95 bA	
D14	-	6.00 a	1.13 b	49.86 bA	1.01 eA	-3.63 aA	
-	A141	3.17 dA	1.29 bA	52.05 bA	1.52 cA	-5.22 bA	
-	A169	5.33 bA	1.39 aA	56.95 aA	1.12 eA	-4.36 aA	
-	B4	3.83 cA	1.24 b	61.09 a	1.42 cA	-4.91 bA	
-	B21	3.33 dA	1.45 aA	55.03 aA	1.82 b	-5.35 bA	
B124	A141	3.17 dA	1.42 aA	57.68 aA	1.77 b	-4.95 bA	
B124	A169	4.33 cA	1.36 bA	54.47 aA	1.05 eA	-4.46 bA	
B124	B4	3.83 cA	1.21 b	57.62 aA	1.51 cA	-5.06 bA	
B124	B21	3.67 cA	1.40 aA	60.83 a	1.63 cA	-5.27 bA	
C4	A141	3.17 dA	1.44 aA	54.75 aA	2.05 a	-5.36 bA	
C4	A169	3.50 dA	1.51 aA	50.35 bA	1.10 eA	-3.90 aA	
C4	B4	3.00 d	1.46 aA	48.2 bA	1.45 cA	-4.10 aA	
C4	B21	3.33 dA	1.35 bA	51.81 bA	1.73 b	-4.47 bA	
D7	A141	5.17 bA	1.49 aA	47.88 bA	1.37 dA	-4.24 aA	
D7	A169	4.83 bA	1.35 bA	52.19 bA	1.15 eA	-4.84 bA	
D7	B4	5.33 bA	1.29 bA	51.89 bA	1.17 eA	-3.71 aA	
D7	B21	3.83 cA	1.44 aA	52.74 bA	1.24 dA	-4.75 bA	
D14	A141	5.17 bA	1.33 bA	47.63 bA	1.37 dA	-3.62 aA	
D14	A169	5.67 aA	1.33 bA	46.91 bA	1.17 eA	-3.86 aA	
D14	B4	6.00 a	1.25 b	49.82 bA	1.03 eA	-3.86 aA	
D14	B21	6.50 a	1.29 bA	45.61 bA	1.01 eA	-3.32 aA	
N901		4.50 cA	1.55 aA	48.70 bA	1.33 dA	-4.81 bA	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o teste de agrupamento Scott Knott ($P < 0.05$). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não apresentam diferença estatística significativa em relação a testemunha pelo teste Dunnett ($P < 0.05$). NPF = nota de inclinação da folha (nota); DCA = diâmetro de caule (cm); TD = temperatura diferencial da folha ($^{\circ}\text{C}$); CRC = teor relativo de clorofila; EF = espessura da folha (mm).

De acordo com o agrupamento os materiais com menores valores de CEN apresentam os seguintes genótipos: A141, B4, B21, B124 x A141, B124 x B4, B124 x B21, C4 x A141, C4 x A169, C4 x B4, D7 x B4, D7 x B21 e D14 x A141 (tabela 11.1). Apenas um genótipo diferiu estatisticamente pelo teste de Dunnett ($P < 0.05$) dos demais para a característica CEN, sendo ele o genitor C4 que apresentou a menor média de 1.40 cm (tabela 11.1).

As linhagens A141 e C4 em conjunto com as combinações híbridas oriundas do genitor C4, formaram o grupo com os melhores valores para a característica NPF (tabela 11.1). No entanto a maioria dos materiais não diferiram estatisticamente em relação a testemunha (o híbrido comercial) apenas os genitores D14 e as combinações híbridas C4 x B4, D14 x B4 e D14 x B21 tiveram médias significativamente maiores.

Referente a espessura da folha, o híbrido C4 x A141 apresentou o maior valor (2.05 mm), sendo alocado em um grupo separado dos demais (tabela 11.2). Mas pelo teste de médias contrastado com a testemunha a maior parte dos genótipos não diferiram estatisticamente, excluindo B21, B124 x A141 C4 x A141, C4 x B21 que apresentaram maiores valores de média. As plantas em resposta a disponibilidade de luz alteram suas características morfológicas, sendo uma delas a espessura da folha (JÚNIOR et al., 2003), que geralmente é maior em plantas expostas a maior incidência solar (MATHUR et al., 2018).

Para a característica PEP o híbrido comercial N901 apresenta os maiores valores de média (11.02 t/ha), seguido das combinações híbridas D7 x A141 (8,60 t/ha) e D7 x B4 (7.84 t/ha), como pode ser visto na tabela 12. Pelo teste de médias Dunnett a 5% de probabilidade o híbrido D7 x A141 não teve diferença significativa com o híbrido comercial (tabela 12), sendo tão superior quanto ele. Os dados obtidos neste trabalho estão em um intervalo aceitável visto que a produção estimada de polpa dos tomateiros de porte determinado destinado para a indústria avaliados por Figueiredo et al. (2016) variaram de 6.03 t/ha à 11.77 t/ha.

Tabela 12: Valores médios de 25 genótipos (8 linhagens, 16 híbridos experimentais e 1 híbrido comercial) para características relacionadas à produção.

Genótipos		Caracteres				
I	II	PRO	PEP	NFC	PFC	MMF
B124	-	4.40 a	3.47 d	25.83 c	1001.30 b	39.68 dA
C4	-	1.69 bA	1.87 e	9.25 d	416.17 c	44.79 cA
D7	-	3.10 bA	4.78 d	25.75 c	985.92 b	38.42 dA
D14	-	2.80 bA	5.75 c	25.17 c	1234.10 b	49.06 cA
-	A141	5.55 a	2.79 e	11.33 d	595.75 c	54.86 bA
-	A169	5.15 a	7.53 b	66.50 aA	1589.30 aA	23.82 f
-	B4	3.10 bA	3.13 d	18.00 d	939.67 b	53.02 bA
-	B21	2.08 bA	1.69 e	22.83 c	609.50 c	25.41 f
B124	A141	4.48 a	3.68 d	30.92 cA	1288.70 b	42.17 dA
B124	A169	1.97 bA	4.79 d	57.08 aA	1878.30 aA	32.18 e
B124	B4	4.15 a	5.29 c	23.42 c	1096.50 b	45.25 cA
B124	B21	2.98 bA	3.17 d	33.00 cA	1160.30 b	36.50 d
C4	A141	5.81 a	1.75 e	19.67 d	882.92 c	45.72 cA
C4	A169	4.52 a	3.50 d	46.33 bA	1747.20 aA	37.54 dA
C4	B4	5.15 a	1.84 e	19.42 d	993.25 b	53.27 bA
C4	B21	4.91 a	1.66 e	19.33 d	749.75 c	40.42 dA
D7	A141	3.47 bA	8.60 bA	32.92 cA	1939.80 aA	59.41 a
D7	A169	3.81 aA	5.76 c	46.17 bA	2112.30 aA	45.40 cA
D7	B4	2.93 bA	7.84 b	25.83 c	1678.30 aA	64.23 a
D7	B21	3.88 aA	4.78 d	43.33 bA	2146.30 aA	48.71 cA
D14	A141	2.34 bA	3.24 d	23.00 c	1331.60 b	57.15 bA
D14	A169	2.23 bA	2.59 e	33.08 cA	1381.20 b	42.00 dA
D14	B4	2.12 bA	6.47 c	28.25 c	1393.30 b	51.19 cA
D14	B21	1.47 bA	3.35 d	31.00 cA	1207.70 b	38.55 dA
N901		1.39 bA	11.02 aA	49.67 bA	2363.80 aA	47.36 cA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o teste de agrupamento Scott Knott ($P < 0.05$). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não apresentam diferença estatística significativa em relação a testemunha pelo teste Dunnett ($P < 0.05$). PROD = produtividade por hectare (T/ha); PEP = Produção estimada de polpa por hectare (T/ha); NFC = número de frutos comerciais (unidade/planta); PFC = peso de frutos comerciais por planta (g/planta); MMF = massa média de frutos comerciais (g/fruto).

As combinações D7 x A141 e D7 x B4 foram alocadas no grupo com maiores médias para a característica MMF com valores de 59.41 g/fruto e 64.23 g/fruto respectivamente. Resultados dentro do esperado visto que Schwarz et al. (2013) encontraram valores de massa média de fruto variando de 50.3 g/fruto a 99.9 g/fruto em híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro.

Tabela 13: Valores médios de 25 genótipos (8 linhagens, 16 híbridos experimentais e 1 híbrido comercial) para características avaliadas que compõem a qualidade de frutos.

Genótipos		Caracteres					
I	II	FIR	SS	ACI	RED	VIS	
B124	-	16.04 bA	5.10 b	4.22 bA	1.26 aA	35.75 cA	
C4	-	17.06 bA	6.58 aA	4.14 c	1.42 aA	87.50 a	
D7	-	22.08 aA	7.18 aA	4.16 b	1.17 bA	74.50 a	
D14	-	8.87 b	6.88 aA	4.17 b	1.34 aA	104.50 a	
-	A141	12.64 b	6.88 aA	4.19 bA	1.18 bA	90.00 a	
-	A169	14.73 bA	7.03 aA	4.31 aA	1.13 bA	28.25 cA	
-	B4	18.61 aA	4.90 b	4.28 aA	0.84 c	72.50 a	
-	B21	14.60 b	4.08 c	4.31 aA	1.22 bA	42.00 cA	
B124	A141	17.00 bA	4.20 c	4.21 bA	0.98 c	54.25 bA	
B124	A169	16.91 bA	3.75 c	4.17 b	0.94 c	51.00 bA	
B124	B4	21.92 aA	7.05 aA	4.19 bA	0.89 c	54.00 bA	
B124	B21	26.72 aA	4.08 c	4.19 bA	1.09 cA	32.25 cA	
C4	A141	12.34 b	2.85 d	4.11 c	1.17 bA	89.00 a	
C4	A169	12.05 b	2.93 d	4.14 c	1.17 bA	59.75 bA	
C4	B4	13.37 b	2.78 d	4.13 c	1.13 bA	62.50 bA	
C4	B21	22.41 aA	3.20 d	4.08 c	1.00 c	51.25 bA	
D7	A141	10.45 b	6.53 aA	4.11 c	1.16 bA	85.00 a	
D7	A169	18.27 aA	4.10 c	4.17 b	1.14 bA	66.50 a	
D7	B4	14.64 b	6.90 aA	4.21 bA	1.04 cA	81.50 a	
D7	B21	14.40 b	3.28 d	4.17 b	1.20 bA	49.50 bA	
D14	A141	11.48 b	3.53 d	4.08 c	1.08 cA	85.00 a	
D14	A169	13.28 b	2.90 d	4.18 bA	1.15 bA	53.00 bA	
D14	B4	13.15 b	6.85 aA	4.16 b	1.02 c	92.00 a	
D14	B21	11.28 b	4.08 c	4.21 bA	0.97 c	79.25 a	
N901		24.04 aA	6.88 aA	4.29 aA	1.31 aA	36.00 cA	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o teste de agrupamento Scott Knott ($P < 0.05$). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não apresentam diferença estatística significativa em relação a testemunha pelo teste Dunnett ($P < 0.05$). FIR = firmeza de fruto (N); SS = teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix); ACI = acidez do fruto (pH); RED = (vermelhidão/redness da polpa do fruto); VIS = viscosidade da polpa (mm).

O híbrido comercial N901 foi agrupado em quase todos os grupos com médias mais favoráveis para as características avaliadas inerentes a qualidade de fruto, com exceção apenas da ACI (tabela 13), mas todos os materiais avaliados estão com valores de pH entre 3.7 e 4.5. Esse intervalo está dentro do almejado para tomates destinados para o processamento industrial (GIORDANO et al., 2000).

Nenhuma das combinações híbridas foi similar ao híbrido comercial para todos os caracteres relacionados com a qualidade de frutos avaliados neste trabalho. No entanto a linhagem A169 não apresentou diferença significativa pelo teste de Dunnett ($P < 0.05$) ao híbrido N901 para esses caracteres, tendo destaque entre as linhagens para a qualidade de frutos.

4.0 - Conclusões

A maioria dos caracteres avaliados apresentaram predominância dos efeitos aditivos em seu controle genético, apenas o teor de sólidos solúveis apresentou predominância de efeitos não aditivos.

As estimativas mais favoráveis de CGC das linhagens do grupo I e II foram observadas na linhagem C4 para os componentes de qualidade da planta (AP, DCO, CL, CEN, NPF, EF), sendo uma progenitora com grande potencial para otimizar a produção de cultivos de tomateiro com espaçamentos mais adensados.

A combinação híbrida D7 x A141 destacou-se pela presença de grande quantidade de alelos favoráveis que se complementam para a característica produção de polpa estimada, e demonstra tendência em poder ser cultivada em espaçamentos menores e ter a sua produção de polpa de tomate por área ainda maior.

Em relação a todos os componentes de qualidade de frutos avaliados: firmeza, teor de sólidos solúveis, acidez, coloração do fruto e viscosidade. A linhagem A169 se destacou entre as linhagens e combinações híbridas para a qualidade de frutos.

5.0 - Referências

ALVARENGA, M. A. R. Origem, botânica e descrição da planta. **Tomate: produção em campo e casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA**, p. 13-23, 2004.

ALZATE-MARIN, A. L.; CERVIGNI, G. D.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. Seleção assistida por marcadores moleculares visando ao desenvolvimento de plantas resistentes a doenças, com ênfase em feijoeiro e soja. **Fitopatologia brasileira**, v. 30, n. 4, p. 333-342, 2005.

AMARAL JÚNIOR, A. T. D.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D.; FINGER, F. L. Inferências genéticas na produção e qualidade de tomateiro sob cruzamento dialélico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 8, p. 1407-1416, 1999.

ARAGÃO, F. A.; GIORDANO, L. D. B.; MELO, P. C.; BOITEUX, L. S. Desempenho de híbridos experimentais de tomateiro para processamento industrial nas condições edafo-climáticas do cerrado brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 529-533, 2004.

BAKER, R. J. Issues in diallel analysis. **Crop science**, v. 18, n. 4, p. 533-536, 1978.

BATU, A. Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. **Journal of food engineering**, v. 61, n.3, p. 471-475, 2004.

BEECHER, G. R. Nutrient content of tomatoes and tomato products. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v. 218, n. 2, p. 98-100, 1998.

BERNARDO, R. Breeding for quantitative traits in plants. Second Edition **Stemma Press. Woodbury**, 390p, 2010.

BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; GONZÁLES-ARCOS, M. Melhoramento de Tomate para Processamento Industrial. In: NICK, C.; BORÉM, A. **Melhoramento de Hortaliças**. Editora UFV, 2016.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO R. Sistemas Reprodutivos das Espécies Cultivadas. In: **Melhoramento de Plantas**. Ed 7º, p. 52, 2017.

CARVALHO, J. D.; PAGLIUCA, L. G. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**, v. 58, p. 6-14, 2007.

CARVALHO, J. O.; LUZ, J. M., JULIATTI, F. C.; MELO, L. C.; TEODORO, R. E.; LIMA, L. M. Desempenho de famílias e híbridos comerciais de tomateiro para processamento industrial com irrigação por gotejamento. **Horticultura Brasileira**, v.21 p.525-533, 2003.

CRUZ, C. D. GENES- software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy (Online)**, v.35, p.271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. **Editora UFV**, p.514, 2012.

CRUZ, C. D.; VENCOSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética= Brazilian Journal of Genetics**, v. 12, n. 2, p. 425-38, 1989.

CURRENCE, T. M.; LARSON, R. E.; VIRTÁ, A. A. A comparison of six tomato varieties as parents of F1 lines resulting from the fifteen possible crosses. In: **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.** p. 349-352, 1944.

DA ROSA DORNELES, K.; REBHÄHN, I.; RICARDO ZEIST, A.; DEUNER, S.; JOSÉ DALLAGNOL, L. Aspectos morfofisiológicos e produção do tomateiro com incremento da concentração do CO₂ atmosférico. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 1, 2019.

DA SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L. S.; FRANÇA, F. H.; BÔAS, G. L. V.; BRANCO, M. C.; MEDEIROS, M. A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W. L. C.; LOPES, C. A. ÁVILA, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; PEREIRAI, W. Cultivo do Tomate para Industrialização. **Embrapa**, 2003.

DA SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Produção Mundial e Nacional. In: Da SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Tomate Para Processamento Industrial. **Embrapa**, ed 1^o, p. 8-11 2000.

DE CAMARGO FILHO, W. P.; DE CAMARGO, F. P. Evolução da Produção e Da Comercialização Das Principais Hortaliças No Mundo e No Brasil, 1970 A 2015. **Informações Econômicas**, SP, v. 47, n. 3, jul./set. 2017.

DE PÁDUA, T. R. P.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; CARVALHO, F.; GONÇALVES, N.; ANDRADE, M. C. Combining ability of determinate-growth-habit tomato hybrids resistant to Begomovirus and Tospovirus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 8, p. 818-825, 2010.

DE SOUZA, L. M. PATERNIANI, M. E. A.; DE MELO, P. C. T.; DE MELO, A. M. Diallel cross among fresh market tomato inbreeding lines. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 246-251, 2012.

DIWAN, N.; FLUHR, R.; ESHED, Y.; ZAMIR, D.; TANKSLEY, S. D. Mapping of Ve in tomato: a gene conferring resistance to the broad-spectrum pathogen, *Verticillium dahliae* race 1. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 98, n. 2, p. 315-319, 1999.

DOS ANJOS SOARES, L. A.; DE LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; DE ARAÚJO, T. T.; DA SILVA SÁ, F. V. Taxas de crescimento do tomateiro sob lâminas de irrigação em ambiente protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 41, 2011.

D'SOUZA, M. C.; SINGHA, S.; INGLE, M. Lycopene concentration of tomato fruit can be estimated from chromaticity values. **HortScience**, v. 27, n. 5, p. 465-466, 1992.

EBERHART, S. A.; GARDNER, C. O. A general model for genetic effects. **Biometrics**, p. 864-881, 1966.

FIGUEIREDO, A. S.; RESENDE, J. T.; FARIA, M. V.; PAULA, J. T.; RIZZARDI, D. A.; MEERT, L. Agronomic evaluation and combining ability of tomato inbred lines selected for the industrial segment. **Horticultura brasileira**, v. 34, n. 1, p. 86-92, 2016.

Food and Agriculture Organization. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

FRIDMAN, E.; LIU, Y.; CARMEL-GOREN, L.; GUR, A.; SHORESH, M.; PLEBAN, T.; ZAMIR, D. Two tightly linked QTLs modify tomato sugar content via different physiological pathways. **Molecular Genetics and Genomics**, v. 266, n. 5, p. 821-826, 2002.

GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, p. 439-452, 1966.

GARDNER, R. G.; PANTHEE, D. R. Grape tomato breeding lines: NC 1 Grape, NC 2 Grape, and NC 3 Grape. **HortScience**, v. 45, n. 12, p. 1887-1888, 2010.

GARG, N.; CHEEMA, D. S.; DHATT, A. S. Genetics of yield, quality and shelf life characteristics in tomato under normal and late planting conditions. **Euphytica**, v. 159, n. 1-2, p. 275-288, 2008.

GAUTAM, N.; KUMAR, M.; KUMAR, D.; KUMAR, S.; VIKRAM, A.; DOGRA, R. K.; SHARMA, S. Combining ability and gene action studies for important quality traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **IJCS**, v. 6, n. 2, p. 1992-1996, 2018.

GERALDI, I. O.; MIRANDA FILHO, J. D. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética= Brazilian Journal of Genetics**, v. 11, n. 2, p. 419-30, 1988.

GIORDANO, L. B.; DA SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Escolha de Cultivares e Plantio. In: DA SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Tomate Para Processamento Industrial. **Embrapa**, ed 1^o, p. 38-41, 2000.

GIORDANO, L. B.; RIBEIRO, C. S. C. Origem Botânica e Composição Química do Fruto. In: Da SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Tomate Para Processamento Industrial. **Embrapa**, ed 1^o, p. 12-17, 2000.

GRIFFING, BRUCE. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian journal of biological sciences**, v. 9, n. 4, p. 463-493, 1956.

HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. Quantitative genetics in maize breeding. **Heidelberg: Springer Press**, 2 ed. P. 663, 2010.

HANCOCK, J. F. **Plant evolution and the origin of crop species**. CABI, 2012.

HERATY, J. M.; ELLSTRAND, N. C. Maize germplasm conservation in Southern California's urban gardens: Introduced diversity beyond ex situ and in situ management. **Economic botany**, v. 70, n. 1, p. 37-48, 2016.

HEUVELINK, Ep (Ed.). **Tomatoes**. CABI, 2018. Autor do capítulo: J. Miguel Costa e Ep Heuvelink.

HIRATA, L. L.; SATO, M. E. O.; SANTOS, C. A. D. M. Radicais livres e o envelhecimento cutâneo. **Acta Farm. Bonaerense**, v. 23, n. 3, p. 418-24, 2004.

JÚNIOR, C. R.; BERGAMASCHI, H.; RADIN, B.; BERGONCI, J. I. Alterações morfológicas do tomateiro em resposta à redução de radiação solar em ambientes de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 7-14, 2003.

KERR, E. A.; COOK, F. I. ONTARIO 7710—A TOMATO BREEDING LINE WITH RESISTANCE TO BACTERIAL SPECK, *Pseudomonas syringae* pv tomato (OKABE). **Canadian journal of plant science**, v. 63, n. 4, p. 1107-1109, 1983.

KHANNA, K. R.; CHAUDHARY, R. C. The nature of gene action and combining ability for some vegetative characters in tomato. **Euphytica**, v. 23, n. 1, p. 159-165, 1974.

KIST, D.; DA SILVA, E. K.; Klein, C. Qualidade química de tomate em condições de armazenamento sob diferentes cortes. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste**, v. 4, p. e21092-e21092, 2019.

KLEIN-LANKHORST, R.; RIETVELD, P.; MACHIELS, B.; VERKERK, R.; WEIDE, R.; GEBHARDT, C.; ZABEL, P. RFLP markers linked to the root knot nematode resistance gene Mi in tomato. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 81, n. 5, p. 661-667, 1991.

LEDO, F. J. D. S.; DE CAMPOS, J. P.; FONTES, P. C. R.; GOMES, J. A.; REIS, F. P. Comportamento de seis cultivares de tomate de crescimento determinado, sob três sistemas de condução da planta, na produção de frutos para consumo in natura. **Ceres**, v. 42, n. 240, 2015.

LEE, T. G.; HUTTON, S. F.; SHEKASTEBAND, R. Fine mapping of the brachytic locus on the tomato genome. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 143, n. 4, p. 239-247, 2018.

LIU, J.; VAN ECK, J.; CONG, B.; TANKSLEY, S. D. A new class of regulatory genes underlying the cause of pear-shaped tomato fruit. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 20, p. 13302-13306, 2002.

LOPES, C. A.; DOS SANTOS, J. R. M.; DE ÁVILA, A. C.; BEZERRA, I. C.; CHARCHAR, J. M.; QUEZADO-DUVAL, A. M. Doenças: Identificação e Controle. In: DA SILVA, J. B.; GIORDANO, L. B. **Tomate Para Processamento Industrial**. Embrapa, ed 1^o, p. 38-41, 2000.

LUZ, J. M.; BITTAR, C. A.; OLIVEIRA, R. C.; NASCIMENTO, A. R.; NOGUEIRA, A. P. Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 483-490, 2016.

MALUF, W. R.; DE MIRANDA, J. E. C.; DE CAMPOS, J. P. Análise genética de um cruzamento dialélico de cultivares de tomate. I. Características referentes à produção de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 4, p. 633-641, 1982.

MARIM, B. G.; DA SILVA, D. J. H.; CARNEIRO, P. C. S.; MIRANDA, G. V.; MATTEDI, A. P.; CALIMAN, F. R. B. Variabilidade genética e importância relativa de caracteres em acessos de germoplasma de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1283-1290, 2010.

MARTIN, G. B.; BROMMONSCHENKEL, S. H.; CHUNWONGSE, J.; FRARY, A.; GANAL, M. W.; SPIVEY, R.; TANKSLEY, S. D. Map-based cloning of a protein kinase gene conferring disease resistance in tomato. **Science**, v. 262, n. 5138, p. 1432-1436, 1993.

MATHUR, S.; JAIN, L.; JAJOO, A. Photosynthetic efficiency in sun and shade plants. **Photosynthetica**, v. 56, n. 1, p. 354-365, 2018.

MELO, P. C. T. D.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v.23, p. 154 – 157, 2005.

MIRANDA FILHO, J.; GERALDI, I. O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.7, p.677-688, 1984.

MÓGOR, Á. F.; BARBIZAN, T.; PAULETTI, V.; OLIVEIRA, J. D.; BETTONI, M. M. Teores de clorofila em cultivares de tomateiro submetidas a aplicações foliares de magnésio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 363-369, 2013.

MONTEIRO, C. S.; BALBI, M. E.; MIGUEL, O. G.; PENTEADO, P. D. S.; HARACEMIV, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008.

MORALES, R. G. F.; RESENDE, L. V.; BORDINI, I. C.; GALVÃO, A. G.; REZENDE, F. C. Caracterização do tomateiro submetido ao déficit hídrico. **Scientia Agraria**, v. 16, n. 1, p. 9-17, 2015.

MOTA, M. D. C. Seleção recorrente. **Embrapa Amazônia Oriental- Outras publicações científicas (ALICE)**, 1972.

MOURA, L. M.; DOS ANJOS, R. S. R.; BATISTA, R. O.; DO VALE, N. M.; CRUZ, C. D.; DE SOUZA CARNEIRO, J. E.; CARNEIRO, P. C. S. Combining ability of common bean parents in different seasons, locations and generations. **Euphytica**, v. 214, n. 10, p. 181, 2018.

NICK, C.; SILVA D. J. H. A Cultura. In: NICK, C.; SILVA D. J. H.; BORÉM, A. **Tomate do plantio à colheita**. Editora UFV, p 9 – 20, 2018.

NICK, C.; SILVA D. J. H. Melhoramento de Tomate. In: NICK, C.; BORÉM, A. **Melhoramento de Hortaliças**. Editora UFV, p. 396 - 431, 2016.

PELIS, F. M.; RONA, M. S. S.; MATIOLI, G. O licopeno e suas contribuições na prevenção de doenças. **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, v. 11, n. 3, p. 5-11, 2007.

PERES, L. A. C.; TERRA, N. F.; REZENDE, C. F. A. Produtividade do tomate industrial submetido a adubação organomineral em cobertura/Productivity of industrial tomato submitted to organo-mineral fertilization in cover. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 10586-10599, 2020.

PIOTTO, F. A.; PERES, L. E. P. Base genética do hábito de crescimento e florescimento em tomateiro e sua importância na agricultura. **Ciêncial Rural**, v. 42, n. 11, p. 1941-1946, 2012.

PNUELI, L.; CARMEL-GOREN, L.; HAREVEN, D.; GUTFINGER, T.; ALVAREZ, J.; GANAL, M.; LIFSCHITZ, E. The SELF-PRUNING gene of tomato regulates vegetative to reproductive switching of sympodial meristems and is the ortholog of CEN and TFL1. **Development**, v. 125, n. 11, p. 1979-1989, 1998.

Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura. Normas de Classificação do Tomate. **Centro de Qualidade em Horticultura CQH/CEAGESP**. 2003. São Paulo (CQH. Documentos, 26).

RICK, C. M. The role of natural hybridization in the derivation of cultivated tomatoes of western South America. *Economic Botany* 12: 346-67.. 1978. The tomato. **Scientific American**, v. 239, n. 2, p. 76-87, 1958.

RODRIGUES, F.; CALIMAN, F. R. B.; CARDOSO, W.; PAVAN, J.; DA SILVA, S. S.; GUARÇONI, R.; CAETANO, L. Tamanho de amostra para avaliar características físico-químicas de tomate. 2019.

ROCHA, M. C.; GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; SILVA, P. R. A. D.; CARMO, M. G. F. D.; ABOUD, A. C. D. S. Uso do algoritmo de Gower na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 3, p. 423-431, 2010.

SALEEM, M. Y.; ASGHAR, M.; IQBAL, Q.; RAHMAN, A. U.; AKRAM, M. Diallel analysis of yield and some yield components in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Pak. J. Bot.**, v. 45, n. 4, p. 1247-1250, 2013.

SAUSEN, D.; CASSANEGO, D. B.; MAMBRIN, R. B.; SASSO, V. M.; POSSEBOM, G.; DEL FRARI, B. K.; MARQUES, A. C. R. Biomassa de clones de batata submetidos a doses contrastantes de fósforo no solo/Biomass of potato clones subjected to contrasting doses of phosphorus in the soil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 7479-7487, 2020.

SCHWARZ, K.; DE RESENDE, J. T. V.; PRECZENHAK, A. P.; DE PAULA, J. T.; FARIA, M. V.; DIAS, D. M. Desempenho agrônômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 410-418, 2013.

Secretaria de desenvolvimento agropecuário e cooperativismo serviço nacional de proteção de cultivares. Instruções para execução dos ensaios de distingüibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **ABRASEM**, 2005.

Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2012/10/At-n%C2%BA-3-de-28-de-Novembro-de-2005-Instru%C3%A7%C3%B5es-para-Prote%C3%A7%C3%A3o-de-Cultivares-de-Tomate.pdf> >. Acesso em: 25 out. 2019.

SHENDE, V. D.; TANIA, S.; SUBHRA, M.; ARUP, C. Breeding tomato (*Solanum lycopersicum* L.) for higher productivity and better processing qualities. **SABRAO Journal of Breeding and Genetics**, v. 44, n. 2, p. 302-321, 2012.

SILVA-NETO, C. M.; BERGAMINI, L. L.; ELIAS, M. A. S.; MOREIRA, G. L.; MORAIS, J. M.; BERGAMINI, B. A. R.; FRANCESCHINELLI, E. V. High species richness of native pollinators in Brazilian tomato crops. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 3, p. 506-513, 2017.

SILVA, W. J. M. D.; FERRARI, C. K. B. Metabolismo mitocondrial, radicais livres e envelhecimento. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 14, n. 3, p. 441-451, 2011.

SIMONS, G.; GROENENDIJK, J.; WIJBRANDI, J.; REIJANS, M., GROENEN, J.; DIERGAARDE, P.; HARING, M. Dissection of the Fusarium I2 gene cluster in tomato reveals six homologs and one active gene copy. **The Plant Cell**, v. 10, n. 6, p. 1055-1068, 1998.

TAKAHASHI, K.; CARDOSO, A. I. Produção e qualidade de mini tomate em sistema orgânico com dois tipos de condução de hastes e poda apical. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 515-520, 2015.

TIGCHELAAR, E.C. Tomato breeding In: Basset, M.J. **Breeding vegetable crops**. University of Florida, Florida, 1986. 584p.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. **Food Research International**, v. 38, n. 5, p. 487 – 494, 2005.

TORRES, E. A.; GERALDI, I. O. Partial diallel analysis of agronomic characters in rice (*Oryza sativa* L.). **Genetics and Molecular Biology**, v. 30, n. 3, p. 605-613, 2007.

VICENTE, M. H.; ZSÖGÖN, A.; DE SÁ, A. F. L.; RIBEIRO, R. V.; PERES, L. E. Semi-determinate growth habit adjusts the vegetative-to-reproductive balance and increases productivity and water-use efficiency in tomato (*Solanum lycopersicum*). **Journal of plant physiology**, v. 177, p. 11-19, 2015.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. Botânica organografia quadros sinóticos ilustrados de fanerógamas. **Editora UFV**, p. 124, 2012.

VILELA, N. J.; MELO, P. C. T.; BOITEUX, L. S.; CLEMENTE, F. M. V. T. Melhoramento genético. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. Produção de tomate para processamento industrial. Brasília: **Embrapa**. 1: 17-27, 2012.

VILLAS BÔAS, G. L. et al. Desenvolvimento de um modelo de produção integrada de tomate indústria. In: ZAMBOLIM, L; LOPES CA; PICANÇO, M. C; COSTA H. **Manejo Integrado de Doenças e Pragas – Hortaliças**. UFV/Embrapa Hortaliças. P. 349-362, 2007.

WEATHERAL, I. L.; & LEE, W. Instrumental evaluation of some new salad fruit colour using CIELAB values. **New Ekond Journal of Botany**, 29, 197-205, 1991.

ZSÖGÖN, A.; ČERMÁK, T.; NAVES, E. R.; NOTINI, M. M.; EDEL, K. H.; WEINL, S.; PERES, L. E. P. De novo domestication of wild tomato using genome editing. **Nature biotechnology**, 2018.