

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CAPACIDADE DE
COMBINAÇÃO DE LINHAGENS DE MINITOMATE
(*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) DE
DIFERENTES PROCEDÊNCIAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LILIANE SCISLOWSKI

GUARAPUAVA-PR

2023

LILIANE SCISLOWSKI

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO DE LINHAGENS
DE MINITOMATE (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) DE DIFERENTES
PROCEDÊNCIAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Marcos Ventura Faria

Orientador

Prof. Dr. Paulo Roberto Da Silva

Coorientador

GUARAPUAVA-PR

2023

Catálogo na Publicação
Rede de Bibliotecas da Unicentro

S419d Scislowski, Liliane
Divergência genética e capacidade de combinação de linhagens de minitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) de diferentes procedências / Liliane Scislowski. -- Guarapuava, 2023.
ix, 104 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Área de Concentração: Produção Vegetal, 2023.

Orientador: Marcos Ventura Faria
Coorientador: Paulo Roberto Da Silva
Banca examinadora: Sebastião Márcio de Azevedo, Karla Siebert Sapelli

Bibliografia

1. Melhoramento genético. 2. Germoplasma. 3. Molecular. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD 630

Liliane Scislowski

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO DE LINHAGENS DE
MINITOMATE (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 10 de agosto de 2023.



Prof. Dr. Marcos Ventura Faria
(UNICENTRO)



Profa. Dra. Karla Siebert Sapelli
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Sebastião Márcio de Azevedo
(UFLA)

GUARAPUAVA-PR
2023

LILIANE SCISLOWSKI

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO DE LINHAGENS
DE MINITOMATE (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) DE DIFERENTES
PROCEDÊNCIAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 10 de agosto de 2023

Prof. Dr. Sebastião Márcio de Azevedo – UFLA

Prof. Dr. Karla Siebert Sapelli - UNICENTRO

Prof. Dr. Marcos Ventura Faria

Orientador

Prof. Dr. Paulo Roberto Da Silva

Coorientador

GUARAPUAVA-PR

2023

Dedico a todos que me ajudaram
de alguma forma realizar este sonho!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela vida, por ele estar do meu lado em todos os momentos, por sempre me dar forças para continuar.

Aos meus pais, Aglair e Luiz, pois sem o apoio deles, jamais seria possível realizar esse sonho, pela ajuda, tanto financeira, como na realização das atividades do experimento.

A todas as pessoas da minha família, que estiveram do meu lado nessa caminhada, principalmente a minha irmã Rafaelly, que teve grande participação na realização das atividades, estando junto comigo na Universidade em diversos momentos.

Ao meu namorado, agrônomo, Marcos Guilherme Ruthes, que me apoiou em todos os momentos, me ajudou na realização do projeto, nas trocas de conhecimento da nossa profissão. Por me escutar, me acalmar nos dias difíceis, por sempre me dizer que todo o esforço valeria a pena.

Ao meu orientador Marcos Ventura Faria, que me deu todo o apoio necessário para a realização desse projeto, que esteve sempre preocupado em ajudar e cumprir todas as demandas necessárias.

Ao meu coorientador Paulo Roberto da Silva, por me orientar na realização do projeto, pela disponibilização do laboratório e de pessoas capacitadas que me auxiliaram na realização de todo o processo das análises molecular. Assim estendo o meu agradecimento ao Felipe Liss, que esteve me ajudando na realização de toda a parte do capítulo II, sempre com muita paciência para auxiliar a realização de cada etapa do projeto.

Agradeço ao Grupo de Melhoramento de Plantas (GMP), todos que fizeram parte do grupo durante esses dois anos, sendo fundamentais na realização das análises e condução dos experimentos.

Quero agradecer a CAPES pela concessão da bolsa, que é fundamental para realização de nossas pesquisas.

A todos professores do programa de pós-graduação da UNICENTRO, sobretudo aos que eu tive contato durante o mestrado, sempre me ensinando e dispostos a ajudar no que precisava, em especial ao professor Marcelo Cruz Mendes.

E por fim, mas não menos importante os meus amigos, que tiveram do meu lado nessa trajetória, que não foi fácil. Por me apoiarem, me escutarem, incentivarem, ajudarem na realização das atividades, o meu muito obrigada.

SUMÁRIO

Resumo	10
Abstract	11
1. Introdução	12
2. Objetivos	14
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. Referencial Teórico	15
3.1. Cultura do tomateiro	15
3.2. Características morfoagronômicas	15
3.2.1. Formato e tamanho do fruto	17
3.2.2. Coloração do fruto	18
3.2.3. Teor de sólidos solúveis	18
3.3. Uso dos marcadores moleculares no estudo da divergência genética do tomateiro ...	19
4. Referências	21

CAPÍTULO I

Resumo	25
Abstract	26
1. Introdução	27
2. Material e Métodos	29
2.1. Material Vegetal e Extração do DNA	29
2.2. Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) e Eletroforese	29
2.3. Análises dos dados	30
2.3.1. Análises Estatísticas	30
3. Resultados e Discussão	32
3.1. Variabilidade genética	32
3.2. Relação e Estrutura Genética em <i>S. lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	33
4. Conclusão	39
5. Referências	40

CAPÍTULO II

Resumo	42
Abstract	43
1. Introdução	44

2. Material e Métodos	46
2.1. Local do experimento	46
2.2. Material Vegetal	46
2.3. Delineamento experimental	47
2.4. Montagem dos experimentos	47
2.5. Avaliações	48
2.5.1. Caracterização morfoagronômica	48
2.6. Análise dos dados	49
2.6.1. Estatística	49
3. Resultados e Discussão	50
3.1. Contribuição relativa dos caracteres para a divergência genética	50
3.2. Análise Multivariada – Componentes Principais (PCoA)	51
3.3. Distância Genética por Mahalanobis	53
3.4. Dendrograma	54
3.5. Análise de Variância e Agrupamento das Médias	54
3.6. Análise Dialélica Conjunta – Griffing	77
4. Conclusão	89
5. Referências	90
6. Considerações Finais	94
7. Anexos	95

RESUMO

Liliane Scislowski. Divergência genética e capacidade de combinação de linhagens de minitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) de diferentes procedências.

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma hortaliça de grande importância na economia mundial, por ser considerado um fruto bem aceito no mercado e com alto valor agregado. Além da alta produtividade, os produtores visam cultivares com características diferenciadas, tais como alto teor de sólidos solúveis (°Brix), tamanho, formato e coloração do fruto, que se destaquem em relação ao padrão tradicional. Os estudos aprofundados da diversidade genética são imprescindíveis na definição de estratégias mais eficientes na exploração do germoplasma disponível. O objetivo geral destes experimentos foi avaliar a divergência genética entre as linhagens de minitomate e associá-las com a capacidade de combinação das características agronômicas dos híbridos do tomateiro. Os objetivos específicos foram avaliar a divergência genética entre as linhagens com uso de marcadores moleculares e morfológicos, posteriormente correlacionar com o respectivo país de procedência; avaliar a capacidade de combinação de linhagens e híbridos experimentais de minitomate do programa de melhoramento da UNICENTRO e correlacionar os resultados com a procedência das linhagens. Diante do exposto, a realização destes experimentos permitiu o desenvolvimento de novos híbridos a partir dos cruzamentos de diferentes parentais nas condições da região centro sul do Paraná. A obtenção das linhagens com características desejáveis é uma etapa importante para o desenvolvimento de novos híbridos, que são produtos tecnológicos de elevado valor agregado, sendo de fundamental importância saber a procedência das linhagens, para correlacionar as informações. As características morfológicas avaliadas nos híbridos, identificam a capacidade de combinação das linhagens e a divergência genética dos híbridos. Com a utilização dos marcadores moleculares, foi possível identificar as diferenças que são herdadas geneticamente entre indivíduos analisando diretamente o seu DNA, sendo técnicas que apresentam neutralidade fenotípica. A junção das avaliações morfológicas e moleculares se complementam, trazendo resultados de maior confiabilidade. Os bancos de germoplasmas de minitomate ainda estão em desenvolvimento, por isso são necessários mais estudos nessa área, para ampliar a divergência genética desta variedade e para o desenvolvimento de cultivares que englobem maior quantidade possível de características desejáveis.

Palavras-Chave: Melhoramento genético, germoplasma, molecular.

ABSTRACT

Liliane Scislowski. Genetic divergence and ability to combine mini tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) strains from different origins.

Tomato (*Solanum lycopersicum*) is a vegetable of great importance in the world economy, as it is considered a fruit that is well accepted on the market and has high added value. In addition to high productivity, producers aim for cultivars with different characteristics, such as high levels of soluble solids (°Brix), size, shape and color of the fruit, which stand out in relation to the traditional standard. In-depth studies of genetic diversity are essential in defining more efficient strategies for exploiting available germplasm. The general objective of these experiments was to evaluate the genetic divergence between mini tomato lines and associate it with the ability to combine the agronomic characteristics of tomato hybrids. The specific objectives were to evaluate the genetic divergence between lineages using molecular and morphological markers, subsequently correlating with the respective country of origin; evaluate the ability to combine experimental mini tomato lines and hybrids from the UNICENTRO breeding program and correlate the results with the origin of the lines. In view of the above, carrying out these experiments allowed the development of new hybrids from crossings of different parents under the conditions of the central south region of Paraná. Obtaining strains with desirable characteristics is an important step in the development of new hybrids, which are technological products with high added value, and it is of fundamental importance to know the origin of the strains in order to correlate the information. The morphological characteristics evaluated in the hybrids identify the combining capacity of the strains and the genetic divergence of the hybrids. With the use of molecular markers, it was possible to identify the differences that are genetically inherited between individuals by directly analyzing their DNA, using techniques that present phenotypic neutrality. The combination of morphological and molecular assessments complements each other, bringing more reliable results. Mini tomato germplasm banks are still under development, which is why more studies are needed in this area, to expand the genetic divergence of this variety and to develop cultivars that encompass as many desirable characteristics as possible.

Keywords: Genetic improvement, germplasm, molecular.

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é originário da América do sul, na região onde se localiza o Chile, Peru e Equador. Espalhou-se para os outros continentes, principalmente por apresentar sementes pequenas, facilitando o transporte das mesmas, tanto pelo homem, quanto por animais (BRESOLIN *et al.*, 2010). Por consequência ocorreu a sua domesticação e melhoramento, gerando uma enorme diversidade de cultivares morfológicamente diferentes. Pesquisas foram implementadas, criando cultivares modernas de tomate, principalmente híbridos, desenvolvidos com formatos, cores e tamanhos variados (BAI e LINDHOUT, 2007).

O tomate é uma hortaliça de grande importância na economia mundial, cujo fruto é bem aceito no mercado e com alto valor agregado (LIN *et al.*, 2014). A grande diversidade de tomates permite a sua classificação em grupos comerciais, conforme o tipo de fruto: Santa Cruz, Caqui, Salada, Saladete e os Minitomates que englobam outros tipos de frutos como Cereja e Grape (ALVARENGA, 2013).

Além da alta produtividade, os produtores buscam cultivares com características diferenciadas, tais como alto teor de sólidos solúveis, tamanho, formato e coloração do fruto que se destaquem em relação ao padrão tradicional. Estas características buscam atender um mercado consumidor que se torna cada dia mais exigente, aliando aos interesses dos produtores e das empresas de melhoramento (LUZ *et al.*, 2016).

O tomate cereja ou minitomate (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*) foi introduzido no mercado brasileiro na década de 1990 e apresenta ampla aceitação pelos consumidores. Os agricultores optam por produzir minitomates, pois além de obter maior produtividade no mesmo espaço, tem alto valor agregado, assim o seu cultivo continua em constante expansão (SILVA *et al.*, 2011). Os minitomates são muito consumidos *in natura*, na ornamentação de pratos e são atrativos ao consumidor devido aos frutos pequenos e doces, de coloração, geralmente vermelha, devido ao teor de licopeno (GUILHERME *et al.*, 2014). Além disso, apresenta propriedades fitoquímicas, com elevados teores de antioxidantes (LENUCCI *et al.*, 2006).

De acordo com Lin *et al.* (2014) muitas pesquisas giram em torno do desenvolvimento de cultivares mais aceitas no mercado e que possuam, além de produtividade elevada, resistência às adversidades que prejudicam a qualidade dos frutos, como por exemplo, as doenças que ocorrem na cultura. Assim, busca-se desenvolver novos híbridos, com frutos de diversos tamanhos, formatos, cores atrativas e de sabor mais adocicado, como também

híbridos com diferentes hábitos de crescimento e que sejam resistentes às principais doenças (LUZ *et al.*, 2016).

O estudo da variabilidade genética em programas de melhoramento é de fundamental importância para o conhecimento da diversidade de caracteres dentro da espécie. De modo geral, os estudos aprofundados da diversidade são imprescindíveis para definir estratégias mais eficientes para a exploração do germoplasma disponível (ZHOU *et al.*, 2015). A diversidade genética pode ser avaliada por meio da utilização de traços morfoagronômicos ou marcadores de DNA (FIGUEIREDO *et al.*, 2016). Por sua vez, as características morfoagronômicas são a forma mais econômica e simples de investigar a diversidade (ZHOU *et al.*, 2015), permitindo mesmo assim, ser muito eficiente quando utilizados caracteres adequados para avaliar a divergência genética (MORALES *et al.*, 2011). A utilização de marcadores de DNA é o meio mais preciso para essas avaliações, mas em contrapartida é um método que possui custo mais alto (TAMARI *et al.*, 2013).

Os programas de melhoramento genético do tomate têm explorado a superioridade de desempenho do híbrido em relação a seus parentais, sendo que, quanto maior o contraste entre os genitores, maior o potencial heterótico proporcionado ao híbrido. Nesse sentido, no Brasil as cultivares de polinização aberta foram substituídas por híbridos, cujos atributos mais vantajosos são, principalmente, o alto potencial produtivo e maiores níveis de resistência às múltiplas doenças (ANDRADE *et al.*, 2014).

Diante do exposto, a realização destes experimentos permitiu o desenvolvimento de novos híbridos a partir do cruzamento entre linhagens nas condições da região centro sul do Paraná. A obtenção das linhagens com características desejáveis é uma etapa importante para o desenvolvimento de novos híbridos, que são produtos tecnológicos de elevado valor agregado, sendo de fundamental importância saber a procedência das linhagens, para correlacionar as informações.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a divergência genética entre linhagens de minitomate, associando com a capacidade de combinação das características agronômicas dos híbridos.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a divergência genética entre linhagens com uso de marcadores moleculares e morfológicos e correlacionar com o respectivo país de procedência.

Analisar a capacidade de combinação de linhagens e híbridos experimentais de minitomate do programa de melhoramento da UNICENTRO.

Correlacionar os resultados com a procedência das linhagens.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Cultura do tomateiro

O tomate é a segunda hortaliça mais produzida no mundo, apresentando grande importância socioeconômica (FAOSTAT, 2018) por ser uma cultura que exige mão de obra intensa, já que a maioria das lavouras do tomateiro tem a condução e colheita manuais, assim gerando empregos e renda (TREICHEL *et al.*, 2016).

Por ser uma das hortaliças mais produzidas, o tomate se torna uma cultura muito visada pelos programas de melhoramento, para suprir a necessidade de cultivares cada vez mais adequadas às necessidades e exigências dos consumidores e que apresentem elevada produtividade e lucratividade aos agricultores (RUBIN *et al.*, 2019).

O ciclo da maioria das cultivares disponíveis geralmente varia de 95 a 125 dias. Entretanto, o período de cultivo é dependente das condições climáticas do ambiente de cultivo, fertilidade do solo/substrato, adubação, intensidade de irrigação, ocorrência de doenças, ataque de pragas, estresses abióticos e da época de plantio (GIORDANO *et al.*, 2010).

Com as particularidades da cultura, por ser sensível às variações de temperatura, aos ataques de pragas e suscetível a diversas doenças, sua condução tem sido realizada também em ambientes protegidos, por proporcionar maior controle das adversidades que podem ocorrer, o que ajuda a garantir o alto desempenho agrônomico e a qualidade do produto (ALVARENGA, 2013).

3.2 Características morfoagronômicas

Na cultura do tomateiro, principalmente no segmento de minitomates, diversas características relacionadas aos frutos são levadas em consideração para a comercialização do produto, lembrando que possuem grande variabilidade, dentre elas é fundamental considerar o teor de sólidos solúveis (°Brix), firmeza, coloração, tamanho, peso e formato do fruto (PEIXOTO *et al.*, 2017).

Os estudos da herança de características agrônomicas são amplamente utilizados no processo de melhoramento genético do tomateiro, para que seja possível chegar a um produto final, que seja produtivo e lucrativo para os produtores (ZEIST *et al.*, 2017).

A passagem do estágio vegetativo para o reprodutivo é considerada uma etapa de

extrema importância para o ciclo de vida das plantas, sendo esta fase determinante no sucesso reprodutivo da cultura (POYATOS-PERTÍÑEZ *et al.*, 2016). A passagem de um estágio para outro é marcado por uma série de mudanças no meristema apical, que passa a se tornar apto para iniciar o desenvolvimento de estruturas florais no lugar do que seriam folhas (MOLINERO-ROSALES *et al.*, 2004).

As plantas são constantemente controladas por sinais endógenos e ambientais, ao que conferem as passagens das fases de desenvolvimento e quando as condições ambientais estão favoráveis, ocorre o início do desenvolvimento reprodutivo da cultura (LIFSCHITZ; ESHED, 2006).

A quantidade de frutos produzidos é diretamente relacionada à eficiência de polinização das flores. Da mesma maneira, o peso está diretamente ligado com o tamanho destes frutos. Os frutos do minitomate, por apresentarem tamanho reduzido, são considerados drenos menos potentes quando comparado aos frutos do tomate salada, o que leva a entender que a competição por assimilados entre os cachos não influencia ao ponto de comprometer o rendimento, ao contrário do que ocorre em frutos maiores (BORGES *et al.*, 2020).

Outro aspecto importante da cultura é a inflorescência em forma de cacho, neste caso o tamanho e a quantidade de frutos são influenciados pelo arranjo do cacho floral e pela sua posição no caule. Frutos localizados na base do cacho normalmente apresentam efeito dominante sobre os demais, pois tendem a absorver primeiro os assimilados disponíveis. Os frutos mais distantes possuem menor potencial de dreno, pois além de receberem menor quantidade de assimilados, ainda apresentam maior competição entre frutos (BERTIN, 1995).

As espécies de tomateiro apresentam desenvolvimento simpodial e floração autônoma. Além disso, nessa cultura o caule principal é finalizado pela presença de uma inflorescência, depois de um número variável de folhas formadas antes da transformação do segmento a uma estrutura reprodutiva (inflorescência), podendo ser de 6 a 12 folhas (BUSCH, 2009).

No tomateiro a dominância apical proporciona crescimento vigoroso. Após essa dominância ocorre deslocamento da inflorescência para baixo e para os lados e são formados diversos segmentos simpodiais ao longo de cada nova inflorescência, que consistem em três folhas nodais e de uma inflorescência terminal. Desse modo, a arquitetura do tomateiro é formada pela alternância dos estádios vegetativos e reprodutivo ao longo das brotações, sendo tais alternâncias, determinadas pela ação de genes específicos (FERREIRA, 2008; POYATOS-PERTÍÑEZ *et al.*, 2016).

Durante a transição floral, o meristema apical se incha, origina um meristema floral e junto é formado um meristema de inflorescência que se bifurca repetidamente para a

formação de cada flor até formação completa da inflorescência. Além disso, é gerado o segundo meristema floral e a partir deste, um novo meristema de inflorescência. As bifurcações de cada meristema são perpendiculares, desse modo o arranjo das flores fica organizado de forma alternada (QUINET; KINET, 2007).

O tomateiro possui flor hermafrodita, ou seja, possui estruturas femininas e masculinas na mesma flor. A sua fecundação é de forma autógena, ou seja, se reproduz predominantemente por autofecundação, a porcentagem que pode ocorrer a fecundação cruzada é muito baixa, sendo no máximo de 5%. Cruzamentos entre parentais divergentes geralmente resultam em genótipos com maiores potenciais, tanto na produtividade, quanto nas capacidades adaptativas e na qualidade organolépticas dos frutos (TEODORO *et al.*, 2015).

3.2.1 Formato e tamanho do fruto

A herança do formato de frutos em minitomates foi estudada por Maciel e Silva (2008), que confirmaram herança monogênica com segregação mendeliana 3:1 na geração F2, sendo que o alelo que condiciona a forma redonda do fruto (tipo cereja) tem dominância completa sobre o alelo que confere a forma alongada (tipo grape). Isso significa que ambas as linhagens genitoras devem obrigatoriamente possuir frutos do formato alongado para a obtenção de híbridos de minitomate com esse fenótipo.

No tomateiro, a ação dos locus gênicos responsável pela definição do formato do fruto, podem atuar de formas isoladas, ou com efeitos pleiotrópicos, pela interação entre si ou com outros genes, como os responsáveis pelo peso do fruto. Partindo disto, a pesquisa da herança destas características no melhoramento da espécie se torna mais complexa e de difícil execução (MACIEL; SILVA, 2008).

A interpretação da variação do tamanho de frutos em tomates pode apresentar diversas explicações. Os programas de melhoramento que realizam a seleção visando frutos maiores podem resultar em fenômenos de pleiotropia que explicam que um gene pode determinar mais de uma característica, como por exemplo o tamanho do fruto e também podem influenciar em outras características como o formato (TANKSLEY, 2004).

Segundo Lippman & Tanksley (2001), alterações naturais ou induzidas, como é o caso das mutações, também apresentam forte influência sobre o aumento do número de carpelos ou lóculos de um fruto. Os autores ainda relatam que estas mutações podem ter efeito fenotípico de frutos grandes e pequenos. As correlações mais significativas são maiores entre tamanho e forma do fruto, de modo que os frutos maiores normalmente apresentam formas mais variadas

que frutos pequenos.

De acordo com Giordano *et al.* (2010) e Santiago *et al.* (2018), o formato do fruto do tomateiro tem grande diversidade, as formas mais contrastantes são a arredondada e a alongada, mas entre essas tem uma diversidade maior, sendo: achatado, forma de coração, cilíndrico, elipsoide, oblongo, entre outros.

3.2.2 Coloração do fruto

Existem alguns aspectos fundamentais que interferem na aceitação dos frutos, como defeitos e deformações causadas por doenças, insetos e manuseio, A coloração dos frutos é o segundo fator que mais interfere (CHATTOPADHYAY *et al.*, 2021), relacionada com a biossíntese de carotenoides e a degradação da clorofila no amadurecimento. Diversos parâmetros são utilizados para determinar a coloração do fruto pelo sistema CIELab (LOLI e TOMIO, 2018). A intensidade da coloração (parâmetro “Croma”) é essencial para classificar os frutos maduros, quanto maior o valor desse parâmetro a cor é mais intensa (LORO *et al.*, 2018).

O fruto do tomateiro, quando maduro, deve apresentar cor intensa e uniforme, externa e internamente. Tomates com boa coloração vermelha apresentam maiores teores de licopeno (ALVARENGA, 2013). Um dos parâmetros de coloração é o ângulo “HUE”, que indica a tonalidade dos frutos, assim auxiliando na determinação do estágio de maturação. Quanto maior o ângulo “HUE”, os frutos apresentam coloração mais próxima do verde e quanto menor, mais próximo da cor vermelha e da maturação (SOUZA *et al.*, 2022).

O parâmetro “L” indica a luminosidade da cor, o parâmetro “a” que é a posição na faixa entre vermelho (valores positivos) e verde (valores negativos). O parâmetro “b” indica posição entre amarelo (valores positivos) e azul (valores negativos) (LOLI e TOMIO, 2018).

Além da coloração, outros atributos como o teor de sólidos solúveis, sabor, textura e suculência do fruto devem ser levados em consideração na determinação da qualidade do produto (FERREIRA *et al.*, 2010; GOVERNICI *et al.*, 2017).

3.2.3 Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis (SS) representa o teor de açúcares e ácidos presentes no fruto e influencia diretamente no sabor. O elevado teor de sólidos solúveis dos frutos, medido em graus Brix (°Brix), é uma das características fundamentais no sucesso de uma cultivar. O

maior teor de sólidos solúveis é imprescindível para as indústrias, mas a maior parte das cultivares de minitomates apresentam valores de SS abaixo do desejado (BOITEUX *et al.*, 2012).

Nos programas de melhoramento genético de minitomates, os genótipos com altos teores de sólidos solúveis apresentam relevância, pois essa característica melhora o sabor do fruto, refletindo diretamente na aceitação no mercado. Dessa forma, novas cultivares com sabor mais adocicado, ou seja, com um SS mais elevado tem sido o principal foco nas pesquisas com a cultura (BOITEUX *et al.*, 2012).

Os melhoristas trabalham constantemente na seleção de genótipos que possuam maiores teores de sólidos solúveis. A principal cultivar de minitomate disponível no mercado é o híbrido Sweet Grape, que possui sólidos solúveis de até 10°Brix (HEATH, 2012), quando comparado a algumas cultivares do grupo Saladete: Granadero 5,42 °Brix, Tinto 4,33 °Brix, Fascínio 4,25 °Brix (SCHWARZ *et al.*, 2013); grupo Santa Cruz: Débora Max 5,0 °Brix, Avalon 5,0 °Brix (SHIRAHIGE *et al.*, 2010), fica nítida a diferença dos tomates maiores para o minitomate, que são as cultivares mais doces do mercado.

3.3 Uso de marcadores moleculares no estudo da divergência genética do tomateiro

A caracterização morfológica é de grande importância para conhecimento da especificidade de cada característica, mas essas avaliações podem acabar tendo interferências principalmente pelas condições do ambiente. Já os marcadores moleculares são mais precisos, pois não apresentam interferência do ambiente e são utilizados para a caracterização da variabilidade e divergência genética em nível de DNA. A junção das duas formas de avaliação se completam, assim tendo uma maior associação sobre a variabilidade (EVGENIDIS; TRAKA-MAVRONA; KOUTSIKA-SOTIRIOU, 2011).

Com os marcadores moleculares é possível identificar as diferenças que são herdadas geneticamente entre indivíduos analisando diretamente o DNA, pois apresentam neutralidade fenotípica e dificilmente exibem interações epistáticas e mostram boa parte do genoma (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998; MILLACH, 1998)

O uso de técnicas moleculares traz grande vantagem, pois a cultura não precisa completar o seu ciclo para realizar as análises, assim não tendo interferência do ambiente e diminuindo o tempo de pesquisa, conseguindo resultados mais rápidos e precisos da variabilidade e para a seleção dos genes (VOGT *et al.*, 2012).

Com o DNA extraído, muitos estudos estão sendo possíveis de se realizar, uma das técnicas mais utilizada para obter resultados mais precisos é a duplicação do DNA *in vitro*, que é pela utilização no PCR sendo a duplicação do DNA em uma reação de cadeia (PRATTA *et al.*, 2011).

São marcadores consistentes e baseados na técnica em PCR, que envolve a amplificação do DNA com um único *primer*, entre duas regiões de repetição idênticas orientada na direção oposta (PRADEEP REDDY; SARLA; SIDDIQ, 2002). Os marcadores ISSR são simples de utilizar e ao mesmo tempo apresentam robustez, assim sendo recomendados para os trabalhos que requerem confiabilidade, mas sem alto custo para as análises (ALZATE-MARIN *et al.*, 2005; BORÉM; FRITSHE NETO, 2013).

Marcadores moleculares ISSR foram desenvolvidos a partir da necessidade de explorar as repetições sem a utilização de sequenciamento do DNA (CAIXETA *et al.*, 2006; ZIETKIEWICZ; RAFALSKI; LABUDA, 1994) e são produtos de amplificação que têm aproximadamente 200 - 2000 pb de comprimento facilitando a análise em gel (REDDY *et al.*, 2013), tem também alta reprodutibilidade, quando comparados com outros marcadores não específico, como por exemplo o RAPD (WOLFE; LISTON, 1998).

Os marcadores ISSR são usados para estimar a diversidade genética inter e intraespecífica em diversas espécies. Por sua facilidade, abundância e a ampla dispersão no genoma, tem sido empregado para estudar populações relacionadas geneticamente (DESHPANDE *et al.*, 2001).

Nos bancos de germoplasma, se tem os genitores de potencial do tomateiro, que são utilizados para se obter as linhagens elites. Com a formação as linhagens geneticamente superiores, pode ser feito a obtenção de híbridos comerciais, contendo características agrônomicas desejáveis, assim como a resistência as doenças (DUARTE *et al.*, 2014).

Os acessos de minitomate ainda estão em desenvolvimento nos bancos de germoplasma, por isso é necessário mais estudos para ampliar o conhecimento sobre a divergência genética destes materiais e que cada vez mais se tenha uma cultivar que seja dentro da maior quantidade de padrões desejáveis (MATTEDI *et al.*, 2011).

4. REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. n. 2 ed., p. 455, 2013.
- ALZATE-MARIN, A. L. *et al.* 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.
- ANDRADE, M. C. *et al.* **Capacidade combinatória de linhagens de tomateiro em híbridos do tipo italiano**. v. 73, n. 3, p. 237–245, 2014.
- BAI, Y.; LINDHOUT, P. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? **Annals of Botany**, Bethesda, v. 100, n. 5, p. 1085–1094, 2007.
- BERTIN, N. Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate greenhouse tomato. **Annals of Botany**, v. 75, p. 55–65, 1995.
- BOITEUX, L. S. *et al.* Melhoramento genético. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (eds). Produção de tomate para processamento industrial. **Brasília: Embrapa.**, p. 31–50, 2012.
- BORÉM, A.; FRITSHE NETO, R. Biotecnologia aplicada ao melhoramento de plantas. Viçosa: **Suprema**, p. 336, 2013.
- BORGES, R. T. DE O. *et al.* Productivity and quality of bagging fruit of hybrid tomatoes. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 2, 2020.
- BRESOLIN, M. *et al.* O cultivo do tomate indústria na região da serra do nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: **Fepagro**, 2010.
- BUSCH, B. L. **Genetic and molecular analysis of aerial plant architecture in tomato**. Doutorado em Matemática-Colônia, Áustria: Universidade de Ciências Naturais, 2009.
- CAIXETA, E. T. *et al.* Tipos de marcadores moleculares. **Marcadores moleculares**, v. Viçosa: UFV, p. 9–78, 2006.
- CHATTOPADHYAY, T. *et al.* Skin colour, carotenogenesis and chlorophyll degradation mutant alleles: genetic orchestration behind the fruit colour variation in tomato. **Plant Cell Reports**, v. 40, p. 767–782, 2021.
- DESHPANDE, K. U. *et al.* Genetic diversity across natural populations of montane plant species from the Western Ghats, India revealed by inter-simple sequence repeats. **Molecular Ecology**, v. 10, n. 1, p. 2397–2408, 2001.
- DUARTE, A. B. *et al.* Avaliação de diversidade genética estimada por meio de marcadores RAPD em acessos de *Solanum lycopersicum* L. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, 2014.
- EVGENIDIS, G.; TRAKA-MAVRONA, E.; KOUTSIKA-SOTIRIOU, M. Analysis as a tool

in the assessment of tomato hybrids and cultivars. **International Journal of Agronomy**, p. 7, 2011.

FAOSTAT. **Roma: FAO, 2018.**, 2018. Disponível em: <Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 1 jul. 2021.

FERREIRA, D. C. C. **Prospecção de genes associados ao processo de floração em tomateiro**. Dissertação (Mestrado)—Rio Grande do Norte, Natal: Centro de Biociências: Departamento de Biologia Celular e Genética, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. Embrapa Cenargen, v. 3, 1998.

FERREIRA, S. M. R. *et al.* Qualidade pós-colheita do tomate de mesa convencional e orgânico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 858–864, 2010.

FIGUEIREDO, A. S. T. *et al.* Prediction of industrial tomato hybrids from agronomic traits and ISSR molecular markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 2, p. 01-13, 2016.

GIORDANO, L. DE B. *et al.* “BRS Tospodoro”: a high lycopene processing tomato cultivar adapted to organic cropping systems and with multiple resistance to pathogens. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 241–245, 2010.

GOVERNICI, J. L. *et al.* Tomatoes maturation analysis with reflectance spectral images. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 7, p. 426–431, 2017.

GUILHERME, D. D. O. *et al.* Análise sensorial e físico-química de frutos tomate cereja orgânicos. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 7, 2014.

HEATH, D. W. 2012. Sweet grape tomato line chd 15-2114. Seminis Vegetable Seeds, Inc., **United States Patent**, n. 12, 2012.

LENUCCI, M. S. *et al.* **Antioxidant Composition in Cherry and High-Pigment Tomato Cultivars**. v. 54, n. 7, p. 2606–2613, 2006.

LIFSCHITZ, E.; ESHED, Y. Universal florigenic signals triggered by FT homologues regulate growth and flowering cycles in perennial day-neutral tomato. **Journal of Experimental Botany**, v. 27, n. 13, p. 3405–3414, 2006.

LIN, T. *et al.* Genomic analyses provide insights into the history of tomato breeding. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 11, p. 1220–1228, 2014.

LIPPMAN, Z.; TANKSLEY, S. D. Dissecting the genetic pathway to extreme fruit size in tomato using a cross between the small-fruited wild species *L. pimpinellifolium* and *L. esculentum*, var. Giant Heirloom. **Genetics**, v. 158, p. 413–422, 2001.

LOLI, A. C.; TOMIO, G. V. O vermelho do tomate em diferentes níveis de maturação calculado por índices de refletância. **TECH & CAMPO**, v. 1, n. 1, p. 17-31, 2018.

LORO, A. C.; BOTTEON, V. W.; SPOTO, M. H. F. Quality parameters of tomatoes

- submitted to different doses of gamma radiation. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, p. 1-12, 2018.
- LUZ, J. M. *et al.* Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 483–490, 2016.
- MACIEL, G. M.; SILVA, E. C. D. A. Herança do formato do fruto em tomateiro do grupo cereja. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 4, p. 495–498, 2008.
- MATTEDI, A. P. *et al.* Qualidade dos frutos de genótipos de tomateiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa. **Revista Ceres**, v. 58, p. 525–530, 2011.
- MILLACH, S. C. K. Marcadores moleculares nos recursos genéticos e no melhoramento de plantas. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**, v. Porto Alegre, RS, p. 141, 1998.
- MOLINERO-ROSALES, N. *et al.* Single flower truss regulates the transition and maintenance of flowering in tomato. **The Plant Journal**, v. 218, n. 3, p. 427–434, 2004.
- MORALES, R. G. F. *et al.* Divergência genética em cultivares de morangueiro, baseada em caracteres morfoagronômicos. **Revista Ceres**, v. 58, n. 3, p. 323-329, 2011.
- PEIXOTO, J. V. M. *et al.* Characterization of processing tomato lines as the physiological and production characteristics. **Bioscience Journal**, p. 850–860, 2017.
- POYATOS-PERTÍÑEZ, S. *et al.* Genetic interactions of the unfinished flower development (ufd) mutant support a significant role of the tomato UFD gene in regulating floral organogenesis. **Plant Reprod**, v. 29, n. 3, p. 227–238, 2016.
- PRADEEP REDDY, M.; SARLA, N.; SIDDIQ, E. A. Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. **Euphytica**, v. 128, n. 1, p. 9–17, 2002.
- PRATTA, G. R. *et al.* Genética molecular de caracteres quantitativos em cruzamentos dialélicos de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 5, p. 509–516, 2011.
- QUINET, M.; KINET, J. M. Transition to Flowering and Morphogenesis of Reproductive Structures in Tomato. **International Journal of Plant Developmental Biology**, v. 1, n. 1, p. 64–74, 2007.
- REDDY, B. R. *et al.* Genetic diversity studies in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science**. v. 4, p. 53-55, 2013.
- RUBIN, C. A. *et al.* Tomate: Análise dos Indicadores da Produção e Comercialização no Mercado Mundial, Brasileiro e Catarinense. **Companhia Nacional de Abastecimento – Conab**, v. 21, n. 1, p. 22, 2019.
- SANTIAGO, E. J. P. *et al.* Yield characteristics of cherry tomato cultivated with and without shading screen at different irrigation levels. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 4, p. 374–381, 2018.

- SCHWARZ, K. *et al.* Desempenho agrônômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 410-418, 2013.
- SILVA, A. C. D. *et al.* Avaliação de linhagens de tomate cereja tolerantes ao calor sob sistema orgânico de produção. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 8, 2011.
- SOUZA, I. P.; FERNANDES JÚNIOR, F.; BOTELHO, F. M.; SILVA, B. R.; BOTELHO, S. C. C. Produção e qualidade de híbridos de tomates para processamento em Mato Grosso. **Revista Ciência Agroambientalis**. v. 20, n. 2, 2022.
- SHIRAHIGE, F. H. *et al.* Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 292-298, 2010.
- TAMARI, F.; HINKLEY, C. S.; RAMPRASHAD, N. A comparison of DNA extraction methods using *Petunia hybrida* tissues. **Journal of Biomolecular Techniques**, v. 24, p. 113-118, 2013.
- TANKSLEY, S. D. The genetic, developmental, and molecular basis of fruit size and shape variation in tomato. **The plant cell**, v. 16, p. 181–189, 2004.
- TEODORO, P. E. *et al.* Genetic divergence among maize hybrids in Cerrado pantanal Ecotone. **Bioscience Journal**, v. 31, p. 1319–1324, 2015.
- TREICHEL, M. *et al.* Anuário brasileiro do tomate 2016. **Gazeta Santa Cruz**, p. 84, 2016.
- VOGT, G. A. *et al.* Estimativa da divergência genética em híbridos de milho destinados à formação de novas populações. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 25, p. 80–83, 2012.
- WOLFE, A. D.; LISTON, A. Contributions of PCR-based methods to plant systematics and evolutionary biology. **Plant Molecular Systematics II**, p. 43–86, 1998.
- ZEIST, A. R. *et al.* Agronomic characteristics of tomato plant cultivar Santa Cruz Kada grafted on species of the genus *Solanum*. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 419–424, 2017.
- ZHOU, R. *et al.* Genetic diversity of cultivated and wild tomatoes revealed by morphological traits and SSR markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 4, p. 13868- 13879, 2015.
- ZIETKIEWICZ, E.; RAFALSKI, A.; LABUDA, D. Genome fingerprinting by Simple Sequence Repeat (SSR) anchored polymerase chain reaction amplification. **Genomics**, v. 20, p. 173–183, 1994.

CAPÍTULO I

RESUMO

Liliane Scislowski. Divergência genética entre linhagens de minitomate de diferentes procedências.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a divergência genética de uma coleção de linhagens de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* de diferentes origens. Foram avaliadas 59 linhagens mantidas no banco de germoplasma da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). O DNA foi extraído e amplificado utilizando nove *primers* ISSR (*Inter-simple sequence repeat*). Foram estimadas a diversidade genética de *Nei* (*h*), *Shannon* (*I*) e a diferenciação genética (G_{ST}) das linhagens. Foi realizada a análise de variância molecular (AMOVA) e o dendrograma foi obtido pelo método UPGMA. A relação espacial entre as linhagens foi obtida pela Análise de Coordenadas Principais (PCoA) e o número de grupos genéticos, que melhor explica a variação genética das linhagens, pela análise Bayesiana. A similaridade genética entre as linhagens foi calculada pelo coeficiente de similaridade Jaccard. O *I* (0,47) e o *h* (0,30) calculados evidenciaram alta diversidade genética nas linhagens. O G_{ST} de 0,035 apresentou baixa diferenciação genética entre as populações e AMOVA evidenciou que a alta variabilidade não é exclusiva de um país, ou seja, está distribuída nas linhagens de várias origens. O dendrograma e análise Bayesiana evidenciaram que não existe relação entre a origem das linhagens e relação genética entre estas. A análise conjunta dos dados permite concluir que não existe diferença entre níveis de diversidade genética entre as linhagens brasileiras com as linhagens do exterior e também não existe relação entre o país de origem das linhagens de tomate e a sua relação genética. A alta variabilidade genética observada evidencia que as linhagens em estudo apresentam alto potencial para uso em cruzamentos e para obtenção de material genético superior.

Palavras-Chave: ISSR, PCR, germoplasma, similaridade genética.

ABSTRACT

Liliane Scislowski. Genetic divergence between mini tomato lines of different origins.

The objective of the present work was to evaluate the genetic divergence of a collection of strains of *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* of different origins. 59 lines maintained in the germplasm bank of the Central-West State University (UNICENTRO) were evaluated. DNA was extracted and amplified using nine ISSR (*Inter-simple sequence repeat*) primers. The genetic diversity of *Nei* (h), *Shannon* (I) and genetic differentiation (GST) of the lineages were estimated. Analysis of molecular variance (AMOVA) was performed and the dendrogram was obtained using the UPGMA method. The spatial relationship between the lineages was obtained by Principal Coordinate Analysis (PCoA) and the number of genetic groups, which best explains the genetic variation of the lineages, by Bayesian analysis. The genetic similarity between the strains was calculated using the Jaccard similarity coefficient. The calculated I (0.47) and h (0.30) showed high genetic diversity in the lines. The GST of 0.035 showed low genetic differentiation between populations and AMOVA showed that the high variability is not exclusive to one country, that is, it is distributed among lineages of various origins. The dendrogram and Bayesian analysis showed that there is no relationship between the origin of the lineages and the genetic relationship between them. The joint analysis of the data allows us to conclude that there is no difference between levels of genetic diversity between Brazilian strains and strains from abroad and there is also no relationship between the country of origin of the tomato strains and their genetic relationship. The high genetic variability observed shows that the strains under study have high potential for use in crosses and for obtaining superior genetic material.

Keywords: ISSR, PCR, germplasm, genetic similarity.

1. INTRODUÇÃO

A eficácia de um programa de melhoramento genético está diretamente relacionada com a escolha de genitores e posterior seleção de genótipos superiores em populações geradas por cruzamentos (GUIMARÃES *et al.*, 2009). Inicialmente, as pesquisas genéticas se baseavam na utilização de marcas morfológicas identificadas facilmente e consideradas de grande importância para fortalecimento dos princípios teóricos das análises genéticas e do mapeamento (LANZA; GUIMARÃES; SCHUSTER, 2000). A baixa disponibilidade de marcadores fenotípicos, alguns efeitos deletérios e a ausência de ligação destes com caracteres de relevância econômica tornaram a utilização de características fenotípicas limitada nos programas de melhoramento genético (GUIMARÃES; MOREIRA, 1999).

O desenvolvimento de técnicas de manipulação do DNA trouxe consigo a introdução de técnicas de genética molecular no melhoramento no início da década de 1980 (GUIMARÃES *et al.*, 2009). Dentre as técnicas, a PCR (reação em cadeia da polimerase) se tornou muito popular, cuja metodologia consiste na síntese *in vitro* de milhões de cópias de uma região de DNA utilizando iniciadores sintéticos e a enzima DNA polimerase recombinante termoestável. A PCR permitiu o desenvolvimento de técnicas, como os marcadores moleculares, que possibilita a observação da variação intrapopulacional e interpopulacional sem a interferência ambiental e de forma rápida e econômica (CAVERS *et al.*, 2005).

A utilização das técnicas moleculares é de grande relevância nos programas de melhoramento, pois permite o acompanhamento de genes em cruzamentos, a recuperação do genoma recorrente em retrocruzamentos, a avaliação da relação genética entre genitores para escolha de cruzamentos, entre outras aplicações (NASSAU *et al.*, 2022). Diversos tipos de marcadores moleculares baseados em polimorfismo do tamanho de sequência estão disponíveis, porém os mais comumente utilizados são o ISSR (*inter-simple sequence repeat*) e os microssatélites. As diferenças entre estes estão relacionadas com abundância do genoma, níveis de polimorfismo detectados, reprodutibilidade, especificidade de locus, capacidade de detectar os heterozigotos, requerimentos técnicos e custos (MONDINI *et al.*, 2009).

Atualmente a utilização dos marcadores moleculares para o entendimento e quantificação da variabilidade genética de uma coleção de genótipos e determinação da relação genética entre estes é uma importante aplicação no melhoramento (NASSAU *et al.*, 2022).

O tomate tem o centro de origem na região do Equador, Chile e nas Cordilheiras dos Andes (FILGUEIRA, 2008). Essa cultura foi domesticada por indígenas mexicanos e na sequência difundidas para outras regiões, como pela Europa (ALVARENGA, 2004). Até o século XVIII era cultivada como planta ornamental, quando passou a ser utilizada na culinária, pelos italianos, que trouxeram a cultura para o Brasil no final do século XIX. A facilidade e a rapidez na difusão desta hortaliça pelo mundo foram facilitadas pela sua semente pequena, de fácil transporte (FILGUEIRA, 2008).

Com o passar do tempo o tomate se tornou uma das hortaliças mais produzidas no mundo, conseqüentemente gerando mais interesses em pesquisas sobre adaptabilidade a diferentes climas, resistência a doenças e pragas, melhoramento das características morfológicas da planta, como formato, coloração e SS do fruto (LUZ *et al.*, 2016). Devido à sua grande importância econômica inúmeros programas de melhoramento genético foram implantados para a cultura ao redor do mundo, os quais disponibilizaram no mercado inúmeras cultivares com características diferenciadas. A possibilidade de exploração de linhagens para o desenvolvimento de híbridos com maior adaptabilidade e com melhores características comerciais depende do conhecimento da variabilidade e relação genética do grupo de genótipos a ser utilizado (TANSKELEY E FULTON, 2007).

A coleção de germoplasma de tomate da UNICENTRO possui mais de 100 linhagens obtidas a partir de genótipos oriundos de várias regiões do mundo que ainda não foram caracterizadas quanto à sua relação genética. Este material representa um germoplasma de elevada importância para o desenvolvimento de novos genótipos para a região sul do Brasil. O uso de marcadores moleculares na caracterização deste material genético pode auxiliar na escolha de linhagens para realização de cruzamentos mais promissores na obtenção de híbridos superiores.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade e relação genética de linhagens de minitomate da coleção da UNICENTRO com uso de marcadores moleculares.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material Vegetal e Extração do DNA

Foram selecionadas 59 linhagens de minitomate da coleção de germoplasma da UNICENTRO para estudar a variabilidade e relação genética entre elas. As linhagens foram obtidas de genótipos oriundos do Brasil (24), França (07), Itália (17), Estados Unidos (06), Espanha (02), Inglaterra (01), África do Sul (01) e Ucrânia (01).

Para as análises moleculares, os genótipos foram semeados em bandejas de isopor contendo substrato comercial. Após a planta atingir o estágio de três folhas, os folíolos foram coletados e esmagados com o auxílio de nitrogênio líquido até a obtenção de um pó fino. O DNA foi extraído segundo a metodologia proposta por Sharma *et al.* (2008). Em microtubos contendo 100 mg de tecido triturado foi adicionado 1 mL de tampão de extração composto por: 20 mM de EDTA (Ácido etilenodiamino tetra-acético); 0,1 M de Tris-HCl pH 8,0 (Tris, hidroximetil, aminometano); 2 M de NaCl (Cloreto de sódio); 2% de CTAB (Brometo de cetil trimetilamônio); 2% de PVP (Polivinolpirrolidona); 2% de β -mercaptoetanol. As amostras foram incubadas por 30 minutos a 37°C e por 45 minutos a 65°C em banho-maria. A seguir as amostras passaram por centrifugação e o sobrenadante transferido para um novo tubo e adicionado uma solução de fenol-clorofórmio-álcool isoamílico (25:24:1) e centrifugadas por 10 minutos a 10000 rpm. O sobrenadante foi transferido para um novo tubo e adicionado 200 μ L de NaCl a 2,0 M contendo 4% de PEG. Em seguida, o DNA foi precipitado com isopropanol e foram realizadas lavagens com etanol para obtenção de um material genético livre de contaminantes. Em seguida, as amostras foram secas em temperatura ambiente, até a remoção do etanol, e ressuspensas em 50 μ L de água ultrapura, em seguida foi tratado em 2,5 μ L de RNase em uma concentração final de 10 mg ml⁻¹ e incubadas a 37°C por 50 minutos. Por fim, as amostras foram armazenadas a -20°C até o momento da utilização.

A quantificação do DNA extraído foi realizada por eletroforese em gel de agarose a 0,9%, corado com brometo de etídio, utilizando como padrão concentrações conhecidas do DNA Fago λ (100, 200 e 300 ng).

2.2 Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) e Eletroforese

Para amplificação do DNA foram utilizados dez *primers* ISSR desenvolvidos pela University of British Columbia (UBC), Vancouver, Canadá (Tabela 1).

As reações de amplificação do DNA de cada genótipo via PCR foram conduzidas em volume final de 12,5 µl contendo: 20 ng de DNA, 0,2 µM de *primer*, 200 µM de cada dNTP, 1,5 mM de MgCl₂, 1 U de Taq DNA Polimerase e 1x de tampão para PCR. Para as amplificações, o termociclador foi programado para uma desnaturação inicial a 94°C por 5 min, seguida de 35 ciclos de 94°C por 45 s, temperatura de pareamento dos *primers* (Tabela 1) por 45 s e 72°C por 90 s. Por fim, foi adicionado um passo a 72°C por 7 min para extensão final dos fragmentos.

Os produtos de amplificação foram submetidos à corrida a 110 V em gel de agarose 1,8% corado com brometo de etídio (0,5 µg mL⁻¹). Como marcador de peso molecular foi utilizado o DNA Ladder 100 pb. O resultado da eletroforese foi visualizado em luz UV e fotodocumentado em sistema digital.

Tabela 1. Relação dos 10 *primers* ISSR (*Inter-simple sequence repeat*) utilizados para análise da variabilidade e relação genética entre linhagens de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* de diferentes origens.

<i>Primer</i>	Sequência*	TA (°C)
UBC 807	(AG) ₈ T	52
UBC 808	(AG) ₈ C	50
UBC 809	(AG) ₈ T	51
UBC 810	(GA) ₈ T	52
UBC 834	(AG) ₈ CTT	52
UBC 835	(AG) ₈ YC	52
UBC 836	(AG) ₈ Y*A	53
UBC 848	(CA) ₈ AGG	55
UBC 864	(ATG) ₆	50
UBC 873	(GACA) ₄	54

2.3 Análises dos dados

2.3.1 Análises Estatísticas

As amostras dos géis foram genotipadas quanto à presença (1) ou ausência (0) dos locus amplificados, sendo que apenas os locus polimórficos foram utilizados para as análises. A diversidade genética de *Nei* (h), o índice de diversidade de *Shannon* (I), o coeficiente de diferenciação genética (*G_{ST}*) foram calculadas para todas as populações utilizando o software POPGENE (YEH *et al.*, 1999). A análise de variância molecular (AMOVA) foi calculado no *software* GenAlex (PEAKALL; SMOUSE, 2012). Para estas análises os genótipos oriundos do Brasil foram considerados como pertencentes a uma população e todos os demais a outra

população. Para as demais análises os genótipos não foram agrupados em populações.

O dendrograma de similaridade entre os genótipos foi obtido pelo método de grupo de pares não ponderados (UPGMA), usando o método de médias aritméticas. Foi realizada a análise de Coordenadas Principais (PCoA), para verificar a distribuição espacial dos indivíduos nos quadrantes e suas conseqüentes contribuições para diversidade genética da espécie, utilizando o *software* GenAlex (PEAKALL; SMOUSE, 2012).

Foi determinada a distribuição dos grupos genéticos entre as populações, por meio de agrupamento baseado no modelo Bayesiano, utilizando o programa STRUCTURE versão 2.3.4 (PRITCHARDA; WEN e FALUSH, 2010). Para determinar o número ideal de grupos genéticos (número de clusters = K) foram feitas simulações partindo do princípio que era possível a obtenção de qualquer número de clusters entre 1 e 10. Para esta análise foi utilizado o modelo de ascendência sem mistura, e as frequências alélicas foram correlacionados por 500000 *burn-in* e 1000000 MCMC (Markov Chain Monte Carlo) repetições após *burn-in*. Para definição do K mais provável em relação aos propostos pela análise, utilizou-se o critério proposto por Evano e Goudet (2005), por meio do programa Structure Harvester versão 6.93 (EARL e VONHOLD, 2012). A similaridade genética entre os genótipos foi estimada pelo coeficiente de similaridade Jaccard usando o software NTSYS 2.2 (ROHLF, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Variabilidade genética

Os valores observados para o índice de diversidade de *Nei* (h) para a população do Brasil foram iguais aos das linhagens dos demais países ($h = 0,30$). Também, para o índice de *Shannon* (I) a população do Brasil ($I = 0,47$) foi semelhante à população formada por genótipos dos outros países ($I = 0,46$). O índice de diferenciação genética foi muito baixo ($G_{ST} = 0,035$).

O índice de *Shannon* avalia a diversidade dentro de uma população e evidencia a variabilidade genética da população (HOLCOMB *et al.*, 1977). Nesse trabalho, a comparação das populações do Brasil e de outros países resultou em números iguais, mostrando que essas populações apresentam elevada variabilidade genética. A diversidade genética de *Nei* no trabalho de Aguirre *et al.* (2017), para os acessos do Brasil se destacaram com maior diversidade $h = 0,40$, em seguida México $h = 0,32$ e Equador $h = 0,20$, segundo os autores é um valor alto, podendo ser explicado pela baixa quantidade de acessos utilizados no estudo. A diversidade genética de *Nei* para as linhagens estudadas apresentou valores que indicam alta diversidade considerando que são genótipos que passaram pelo melhoramento.

Em trabalho com tomate cereja foi relatado $F_{ST} = 0,34$, o que representa elevada diferenciação genética (AGUIRRE *et al.*, 2017). Nuez *et al.* (2004) relataram $F_{ST} = 0,17$ para os marcadores em *S. pimpinellifolium*, valor considerado alto (BOTSTEIN *et al.*, 1980). Nakazato *et al.* (2008) encontraram F_{ST} de 0,052 e 0,023 para *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* e *S. pimpinellifolium*, respectivamente, mostrando baixa diferenciação genética entre os acessos estudados. No presente estudo foi obtido coeficiente de $G_{ST} = 0,035$ para os genótipos de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, evidenciando baixa diferenciação genética dos genótipos do Brasil e do exterior, demonstrando que as populações aqui estudadas não possuem diferenciação genética, mas que ambas tem elevada diversidade.

A AMOVA (análise de variância molecular) evidenciou que 97% da variação está dentro das populações e apenas 3% entre as populações (Figura 1). Resultados parecidos foram relatados por Aguirre *et al.* (2017), cuja maior porcentagem de variação foi verificada dentro dos grupos (89%), sendo explicada pela diversidade genética originada de hibridização entre plantas da var. *cerasiforme* e cultivares de tomate introduzidos na mesma região, apresentando maior diversidade ou variação genética dentro do mesmo.

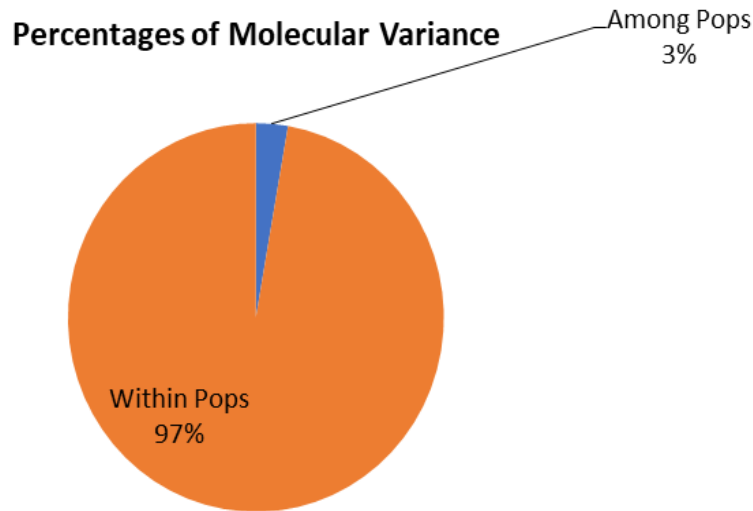


Figura 1. Variância molecular considerando duas populações de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* da coleção de germoplasma da UNICENTRO. As populações foram provenientes do Brasil (24 linhagens) e outros países (35 linhagens).

3.2 Relação e Estrutura Genética em *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*

O dendrograma (Figura 2) evidenciou que não existe relação entre a procedência e a constituição genética das linhagens. Porém, é possível observar que algumas linhagens oriundas do Brasil, França, Itália e Estados Unidos formaram grupos com maior relação genética.

A análise de coordenadas principais (PCoA) agrupou os genótipos em três grupos principais, sendo um com predominância de genótipos do Brasil, outro dos Estados Unidos e o da França (Figura 3). Também, os genótipos de procedência europeia ficaram mais próximos na análise de PCoA (Figura 3). O primeiro, segundo e terceiro eixo da PCoA representam respectivamente 8,63%, 7,42% e 7,13% da variação genética observada. Os três eixos explicam o acumulativo de 23,18% da variação genética total, sendo um valor baixo, assim não podendo relacionar a divergência genética com a origem das linhagens (Figura 3).

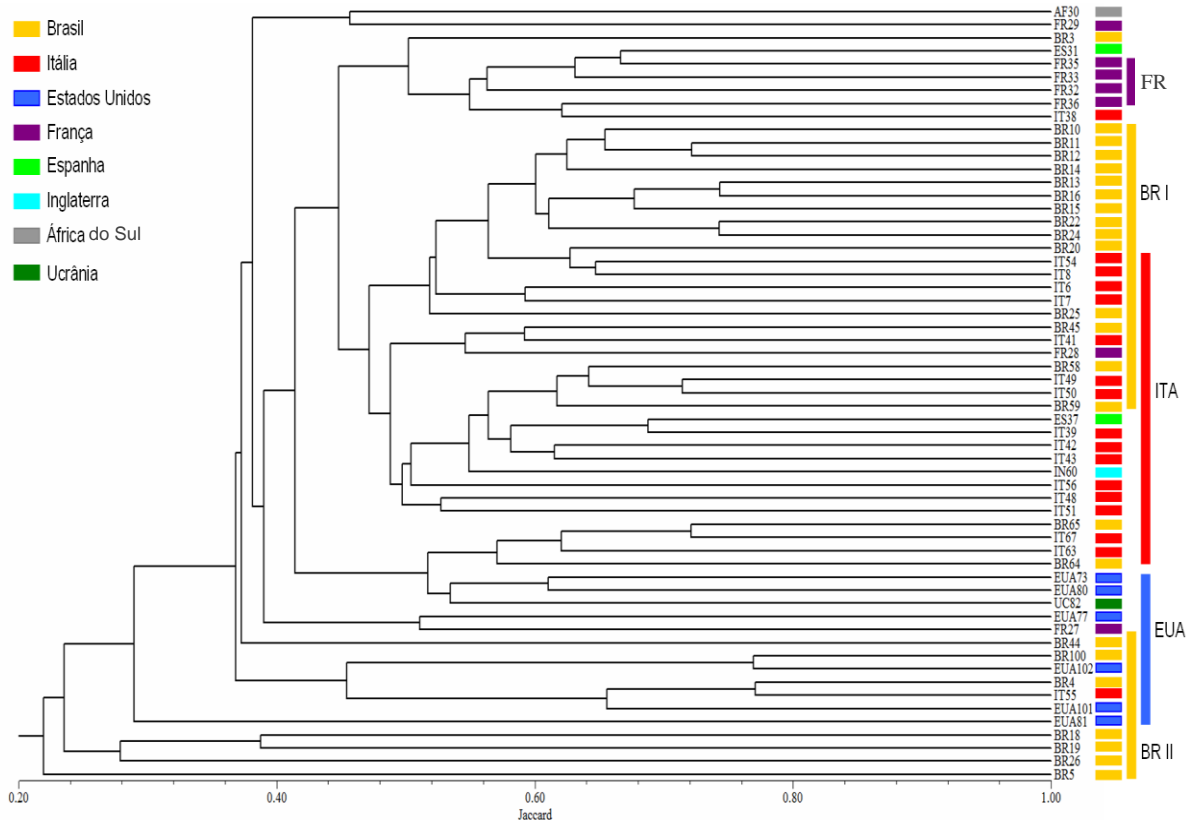


Figura 2. Dendrograma das 59 linhagens de tomate da coleção de germoplasma da UNICENTRO obtidos com dados de dez *primers* ISSR (*Inter-simple sequence repeat*).

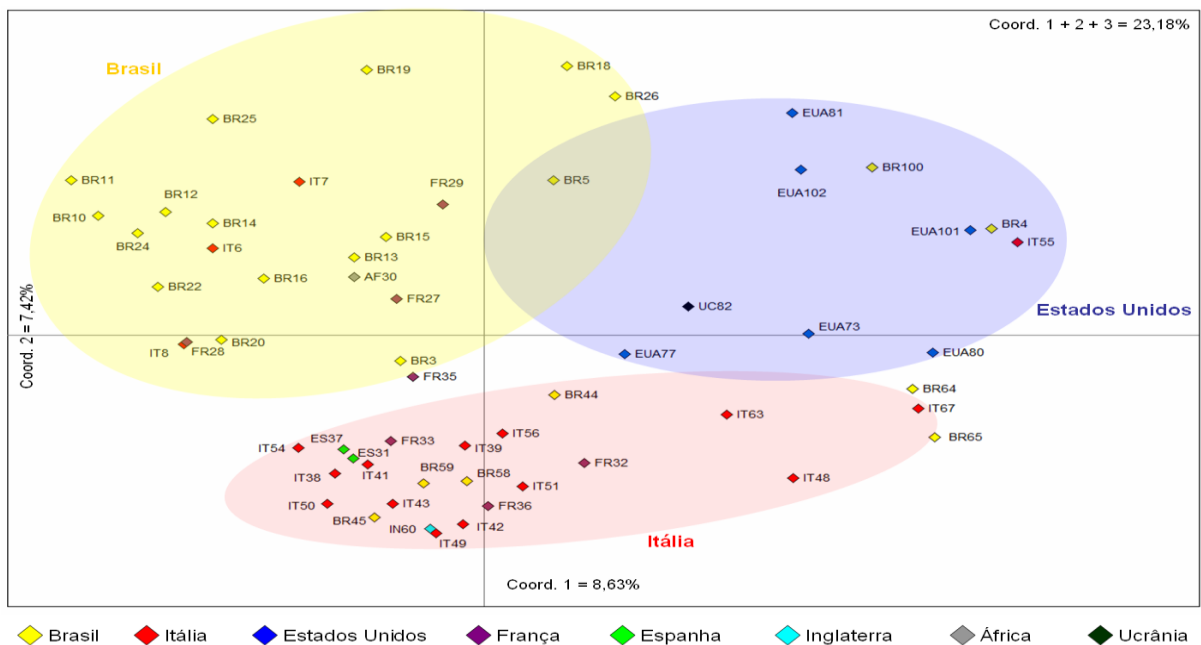


Figura 3. Análise de coordenadas principais (PCoA) com base em dados obtidos com dez *primers* ISSR (*Inter-simple sequence repeat*) das 59 linhagens de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* da coleção de germoplasma da UNICENTRO. Os círculos indicam a formação dos grupos na PCoA.

No trabalho de Eisele *et al.* (2022) a soma das três coordenadas explicou 67,23% da variação total dos dez híbridos de tomate *grape*, porém utilizando marcadores AFLP. O que pode explicar essa diferença é a quantidade de acessos estudados, pois a procedência explica pouco a variação total entre as linhagens, não sendo possível fazer a relação entre a origem do genótipo e relação genética.

A análise Bayesiana evidenciou que o número grupos genéticos ($K = 4$) é o que melhor explica a variação observada nos genótipos de minitomate (Figura 4).

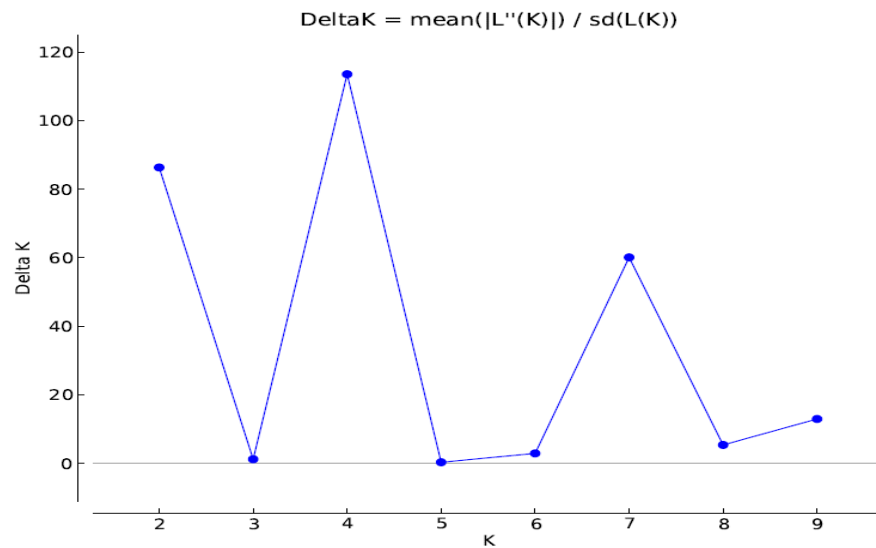


Figura 4. Determinação do número ótimo K (grupos genéticos de clusters) em minitomate pelo método Bayesiano, com dados de dez marcadores ISSR (*Inter-simple sequence repeat*). O ponto de interseção entre o valor mais alto no eixo Y e o eixo X indica o número ideal de K (grupos genéticos).

Eisele *et al.* (2022) encontraram a formação de sete grupos genéticos ($K = 7$) para explicar a variabilidade para os dez híbridos de tomate *grape* estudados. Segundo os autores são resultados úteis para verificar a divergência genética e evidenciar quais genótipos podem ser utilizados nos programas de melhoramento de minitomate. Os grupos genéticos deste trabalho não estão de acordo com a procedência dos genótipos, pois em diferentes grupos genéticos tem linhagens do mesmo país de origem.

Esses grupos genéticos formam subgrupos de acordo com a procedência, mas também não estão totalmente de acordo com a procedência das linhagens, pois genótipos de um mesmo país de procedência apresentam diferentes construções genéticas (Figura 5).

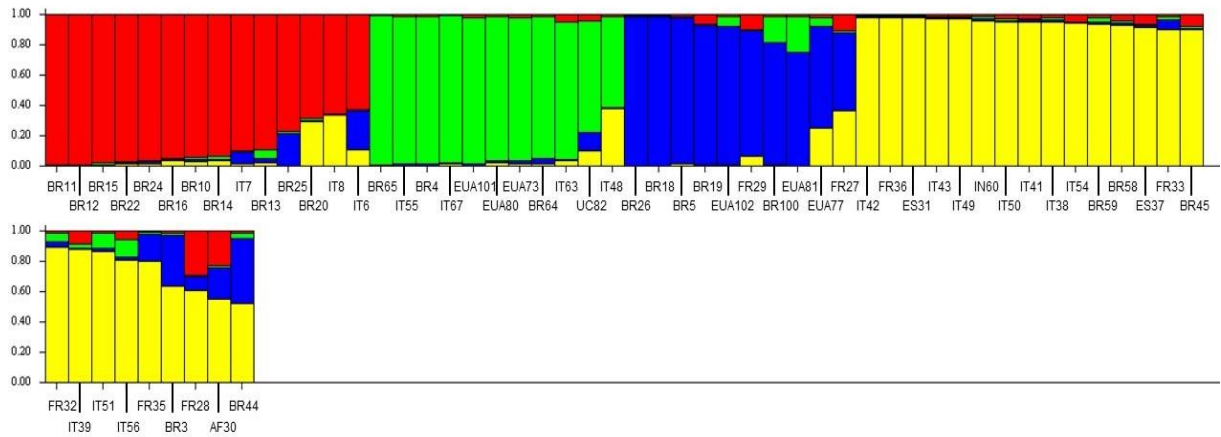


Figura 5. Distribuição das 59 linhagens de minitomate da coleção de germoplasma da UNICENTRO em quatro grupos genéticos obtidos por análise Bayesiana.

Os resultados do G_{ST} e da análise estrutura genética (PCoA e Bayesiana) evidenciam a impossibilidade de classificar geneticamente as linhagens de minitomate aqui estudadas segundo o seu país de procedência. Uma explicação para esse resultado é a fácil disseminação das sementes do tomate pelo mundo, por possuir um tamanho de semente pequeno, tornando fácil o transporte, inclusive sem o devido registro. Estes resultados corroboram com os obtidos de Nuez *et al.* (2004), que não conseguiram correlacionar a distância geográfica e genética dos acessos silvestres de tomates, pois segundo os autores, além da pressão dos seres humanos, algumas espécies são deslocadas e se adaptam bem, por possuírem habitat semelhantes.

Para os cruzamentos do dialelo foram escolhidas 13 linhagens de minitomate. A similaridade média mostra que sete dos 78 cruzamentos possíveis apresentam similaridade maior que 5,0. O cruzamento BR20 x BR22 é o que possui a maior similaridade (0,61) e o de menor similaridade (maior dissimilaridade) é o cruzamento FR29 x FR32 (0,15) (Tabela 2).

Tabela 2. Similaridade média entre as linhagens de minitomate utilizadas nos cruzamentos dialélicos.

	BR65	BR13	BR14	BR20	BR22	BR44	BR59	BR64	ES37	FR29	FR32	IT38
BR65												
BR13	0,40											
BR14	0,34	0,59										
BR20	0,35	0,56	0,44									
BR22	0,39	0,52	0,52	0,61								
BR44	0,34	0,29	0,28	0,28	0,33							
BR59	0,43	0,44	0,38	0,46	0,48	0,35						
BR64	0,57	0,36	0,27	0,28	0,35	0,27	0,39					
ES37	0,35	0,43	0,40	0,41	0,54	0,28	0,49	0,29				
FR29	0,27	0,30	0,28	0,35	0,36	0,24	0,29	0,20	0,27			
FR32	0,44	0,35	0,35	0,37	0,34	0,34	0,41	0,32	0,37	0,15		
IT38	0,34	0,39	0,39	0,44	0,47	0,34	0,42	0,32	0,39	0,27	0,46	
IT55	0,43	0,43	0,36	0,39	0,36	0,30	0,31	0,33	0,34	0,26	0,31	0,37

O intervalo de dissimilaridade no trabalho de Eisele *et al.* (2022) variou de 0,30 a 0,87, resultado diferente do encontrado nesse (0,15 a 0,61). Os acessos estudados pelos autores são mais semelhantes do que as linhagens aqui estudadas, dados que corroboram com a análise de PCoA, que os autores conseguem explicar com uma maior porcentagem a variação total, do que deste estudo, pois as linhagens aqui estudadas têm maior variabilidade. Resultado que se mostra interessante, pois para o sucesso de um programa de melhoramento, se busca genitores divergentes que sejam superiores e que exista diversidade na população (CRUZ, 2006).

Apesar da não separação de acordo com a procedência, dentre as linhagens avaliadas há elevada variabilidade genética e presença de linhagens com a elevada diferenciação genética quando consideradas par-a-par. Tanto os dados de dissimilaridade como de similaridade genética são de grande importância para um programa de melhoramento genético, pois são parâmetros utilizados para a escolha dos genitores para a realização de novos cruzamentos (AGUIRRE *et al.*, 2017). Assim, como os resultados encontrados nesse estudo, Maciel *et al.* (2018) relataram alta dissimilaridade entre os acessos estudados, confirmando a existência de diversidade genética entre os genótipos na variedade *cerasiforme*.

Os acessos de minitomates cultivados tendem a apresentar baixa variabilidade, quando comparado com acessos selvagens, devido ao seu surgimento considerado recente e a ocorrência de alguns gargalos na sua domesticação, migração e seleção, sendo mais acentuado por ser uma planta autógama (VAN DEYNZE *et al.*, 2007). Porém, Segundo Ranc *et al.*

(2008) parte da base genética da espécie *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* apresenta uma mistura genética padrão do tomate cultivado e selvagem. A consequência disso é acessos de minitomates com maior divergência genética, tendo mais diversidade fenotípica quando comparados com outras variedades de tomates cultivados.

4. CONCLUSÃO

As linhagens da coleção de genótipos da UNICENTRO apresentaram elevada divergência genética, difundida em linhagens de diversas procedências.

As linhagens avaliadas não apresentaram estruturação considerando procedência, porém podem ser classificadas em grupos genéticos que englobam linhagens de diversos países.

A similaridade média entre as linhagens escolhidas para os cruzamentos se mostrou baixa, sendo o recomendado para a obtenção de híbridos com elevada capacidade de combinação.

5. REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, N. C.; *et al.* Use of microsatellites for evaluation of genetic diversity in cherry tomato. **Bragantia**, v. 76, n. 2, p. 220-228, 2017.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, p. 47, 2004.
- BOTSTEIN, D.; WHITE, R. L.; SKOLNICH, M. DAVIS, R. W. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. **American Journal of Human Genetics**, v. 32, p. 314-331, 1980.
- CAVERS, S. *et al.* Optimal sampling strategy for estimation of spatial genetic structure in tree populations. **Heredity**, n. 95, v. 4, p. 281-289, 2005.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES: Análise multivariada e simulação**. Viçosa. Ed. UFV, p.88, 2006.
- EARL, D. A.; VONHOLD, B. M.; STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. **Conservation Genetics Resources**, v. 4, n. 2, p. 359-361, 2012.
- EISELE, T. G. *et al.* Genotyping and phenotyping of grape tomato hybrids aiming at possible genitors for breeding program. **Horticultura Brasileira**. v. 40, p. 352-359, 2022.
- EVANO, G. S. R.; GOUDET, J. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. **Molecular ecology**, v. 14, n. 8, p. 2611-2620, 2005.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, p. 421, 2008.
- GUIMARÃES, C. T. *et al.* Marcadores moleculares e suas aplicações no melhoramento genético. **Informe agropecuário**. v. 30, n. 253, p. 10, 2009.
- GUIMARÃES, C. T.; MOREIRA, M. A. Genética molecular aplicada ao melhoramento de plantas. In: BORÉM, A. (Ed.), **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, p. 715-740, 1999.
- HOLCOMB, J.; TOLBERT, D. M.; JAIN, K. A diversity analysis of genetic resources in rice. **Euphytica**. v. 26, p. 441-449, 1977.
- LANZA, M. A.; GUIMARÃES, C. T.; SCHUSTER, I. Aplicação de marcadores moleculares no melhoramento genético. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 204, p. 97-108, 2000.
- LUZ, J. M. *et al.* Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 483-490, 2016.
- MACIEL, G. M. *et al.* Agronomic performance and genetic dissimilarity among cherry tomato genotypes. **Horticultura Brasileira** v. 36, p. 167-172, 2018.

MONDINI, L.; NOORANI, A.; PAGNOTTA, M. A. Assessing plant genetic diversity by molecular tools. **Diversity**, n. 1, v. 1, p. 1-35, 2009.

NAKAZATO, T., BOGONOVICH, M.; MOYLE, L. C. Environmental factors predict adaptive phenotypic differentiation within and between two wild Andean tomatoes. **Evolution**, v. 62, p. 774-792, 2008.

NASSAU, B. R. R. M.; *et al.* Inheritance of seedlessness and the molecular characterization of the INO gene in Annonaceae. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. 5, 2022.

NUEZ, F.; PROHENZ, J.; BLANCA, J. M. Relationships, origin, and diversity of Galápagos tomatoes: implications for the conservation of natural populations. **American Journal of Botany**, v. 91, p. 86-99, 2004.

PEAKALL, R.; SMOUSE, P. E. GenAEx 6.5: análise genética em Excel. Software de genética populacional para ensino e pesquisa – uma atualização. **Bioinformática**. v. 28, p. 2537–2539, 2012.

PRITCHARDA, J. K.; WENA X.; FALUSHB D. **Estrutura. Versão 2.3**. Chicago: Universidade de Chicago/Universidade de Oxford. 2010.

RANC, N. S.; MUÑOS, S. S.; CAUSSE, M. A clarified position for *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* in the evolutionary history of tomatoes (solanaceae). **BMC Plant Biol.** v. 8, p. 130, 2008.

ROHLF, F. J. **NTSYS-PC numerical taxonomy and multivariate analysis system: manual applied of biostatistics. Exeter Software, Setauket.** 2000.

SHARMA, K.; MISHRA, A. K.; MISRA, R. S. A simple and efficient method for extraction of genomic DNA from tropical tuber crops. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, p. 1018–1022, 2008.

TANKSLEY, S. D.; FULTON, T. M. Dissecting quantitative trait variation: examples from the tomato. **Euphytica**. v. 154, p. 365-370. 2007.

VAN DEYNZE, A.; *et al.* Diversity in conserved genes in tomato. **BMC Genomics** v. 8, p. 465, 2007.

YEH, F. C.; YANG, R. C.; BOYLE, T. POPGENE: Microsoft Windows-based freeware for population genetic analysis. Version 1.31. **University of Alberta, Canada and Centre for International Forestry Research**, Canada, 1999.

CAPÍTULO II

RESUMO

Liliane Scislowski. Divergência genética e capacidade de combinação de linhagens de minitomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) de diferentes procedências.

Estudos na área de melhoramento são feitos para identificar os genes e os alelos que são responsáveis pelas diversas características, e se apresentam fenótipos hereditários nos híbridos. É difícil obter cultivares com todas as características desejáveis, portanto, devem ser identificadas aquelas que, além dos aspectos agronômicos, atendam às necessidades do mercado consumidor. O objetivo destes experimentos foi avaliar 21 características morfológicas dos híbridos experimentais de minitomate obtidos de um dialelo e correlacionar os resultados com a procedência das 13 linhagens genitoras. As características avaliadas foram: florescimento, número de nós e de cachos por planta em 2 m de altura, número de frutos por cacho, tipo de cacho, distância média entre cachos, altura do primeiro cacho. Para as avaliações após a colheita, selecionou-se cinco frutos de cada planta: coloração dos frutos (“L”, “a”, “b”, “Croma”, “HUE”), peso médio dos frutos, comprimento, largura e formato do fruto, tamanho da cicatriz peduncular, número de lóculos, teor de sólidos solúveis (°Brix), ciclo produtivo e a produtividade. Foi estimada a contribuição relativa das características para a divergência, estimou-se a divergência genética entre os genótipos a partir da distância generalizada de Mahalanobis, a análise multivariada PCoA, análise de variância, agrupamento de médias e a análise dialélica conjunta. As características que mais contribuíram para a divergência genética das linhagens foram o peso médio do fruto e a produtividade. Os resultados permitem selecionar linhagens e híbridos que seguirão no programa de melhoramento genético. Os híbridos 37 (BR22 x IT38) e 41 (BR22 x BR64) apresentaram maior produtividade. O teor de sólidos solúveis apresentou resultados promissores principalmente na segunda época de avaliação, híbrido 33 (BR20 x BR65) apresentou 10,15°Brix, híbrido 2 (BR13 x BR20) 9,19 °Brix, híbrido 23 (BR14 x BR65) 9,17 °Brix. Na CGC apresentou uma linhagem com maior média para cada característica, assim como na CEC, cruzamentos diferentes que se sobressaíram. Linhagens BR44, BR59 e BR65 se destacaram na análise dialélica. As linhagens de tomate não podem ser classificadas segundo o seu país de procedência, pois não apresentam uma relação genética com a origem.

Palavras-Chave: Híbrido, dialelo, formato do fruto, coloração do fruto, °Brix.

ABSTRACT

Liliane Scislawski. Genetic divergence and ability to combine mini tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) strains from different origins.

Studies in the area of breeding are carried out to identify the genes and alleles that are responsible for the various characteristics, and whether they present hereditary phenotypes in hybrids. It is difficult to obtain cultivars with all the desirable characteristics, therefore, those that, in addition to agronomic aspects, meet the needs of the consumer market must be identified. The objective of these experiments was to evaluate 21 morphological characteristics of experimental mini-tomato hybrids obtained from a diallel and correlate the results with the origin of the 13 parental lines. The characteristics evaluated were: flowering, number of nodes and bunches per plant at 2 m height, number of fruits per bunch, type of bunch, average distance between bunches, height of the first bunch. For post-harvest evaluations, five fruits were selected from each plant: fruit color (“L”, “a”, “b”, “Croma”, “HUE”), average fruit weight, length, width and fruit shape, size of the peduncular scar, number of locules, soluble solids content (°Brix), production cycle and productivity. The relative contribution of the characteristics to the divergence was estimated, the genetic divergence between the genotypes was estimated using the generalized Mahalanobis distance, the multivariate PCoA analysis, analysis of variance, grouping of means and the joint diallel analysis. The characteristics that most contributed to the genetic divergence of the lines were the average fruit weight and productivity. The results make it possible to select lines and hybrids that will continue in the genetic improvement program. Hybrids 37 (BR22 x IT38) and 41 (BR22 x BR64) showed higher productivity. The soluble solids content showed promising results especially in the second evaluation period, hybrid 33 (BR20 x BR65) presented 10.15°Brix, hybrid 2 (BR13 x BR20) 9.19°Brix, hybrid 23 (BR14 x BR65) 9.17°Brix. In CGC, it presented a lineage with the highest average for each characteristic, as well as in CEC, different crosses that stood out. Lineages BR44, BR59 and BR65 stood out in the diallel analysis. Tomato strains cannot be classified according to their country of origin, as they do not have a genetic relationship with their origin.

Keywords: Hybrid, diallel, fruit shape, fruit color, °Brix.

1. INTRODUÇÃO

Estudos na área de melhoramento são realizados para identificar genes e alelos responsáveis pelas diversas características e como os fenótipos se manifestam nos híbridos (SHIVAPRASAD *et al.*, 2012). Nesse sentido são realizados cruzamentos em diversas combinações para visualizar as possibilidades do desenvolvimento de novos híbridos de tomate de alto potencial produtivo (CHATTOPADHYAY *et al.*, 2021).

É difícil obter cultivares de tomate com todas as características desejáveis, portanto, devem ser identificadas aquelas que, além dos aspectos agronômicos, atendam às necessidades do mercado consumidor. A identificação de linhagens adequadas é um aspecto diretamente relacionado com a eficiência dos programas de melhoramento, no desenvolvimento de novos híbridos competitivos (LUZ *et al.*, 2016).

Utilizar linhagens que apresentem a maior quantidade de características desejáveis nos cruzamentos é de fundamental importância para obter novos híbridos de minitomate, pois é um tipo relativamente recente no mercado e que foi bem aceito pelo consumidor, tendo alto valor agregado, sendo importante a obtenção de novos híbridos para que atendam a exigência do consumidor (CHATTOPADHYAY *et al.*, 2021).

Existem técnicas preditivas baseadas em procedimentos estatísticos multivariados, que nos programas de melhoramento genético podem estimar a distância genética entre os parentais, o que é extremamente importante para a definição dos cruzamentos entre os genitores mais divergentes, aumentando as chances de desenvolver híbridos em menos tempo (MATTEDI *et al.*, 2014; REDDY *et al.*, 2013; ROCHA; GONÇALVES; RODRIGUES, 2010).

Uma das características mais desejáveis no tomate é o alto teor de sólidos solúveis, que representa o teor de açúcares e ácidos presentes no fruto e influência diretamente no sabor. Dessa forma, as pesquisas no melhoramento genético têm focado em novos híbridos com sabor mais adocicado, ou seja, com valores de °Brix mais elevados (BOITEUX *et al.*, 2012).

Os minitomates possuem grande variabilidade para as características comprimento, largura e formato do fruto. O formato do fruto é definido pela a relação comprimento/largura, e pode variar de arredondado ao alongado, mas entre esses tem uma diversidade maior, podendo ser achatado, cordiforme, cilíndrico, elipsoide, oblongo, entre outros (SANTIAGO *et al.*, 2018).

Dentre os parâmetros utilizados na classificação do tomate, a cor do fruto apresenta-se

como um importante critério a ser observado, sendo preferíveis frutos com pigmentação vermelha intensa e uniforme, tanto na parte externa quanto interna (CLEMENTE & BOITEUX, 2012). De acordo com Rodrigues (2013), como forma de avaliar a coloração dos frutos, são utilizados métodos colorimétricos que utilizam da determinação da absorção de luz baseada em uma absorção já conhecida.

A principal vantagem da utilização de métodos colorimétricos é a simplificação na determinação de quantidades diminutas de cores e substâncias a serem avaliadas (BASSI, 2001). O olho humano compreende a cor na faixa de radiação eletromagnética entre os espectros de 400 a 700 nm, diante disso tornou-se necessário o desenvolvimento de sistemas de coordenada que pudessem definir os espaços colorimétricos como, por exemplo, os modelos CIELAB e o RGB.

O sistema CIE “L”, “a”, “b” é utilizado na descrição de cores perceptíveis ao olho humano, sendo desenvolvido unicamente para esta finalidade pela *Commission Internationale d'Eclairage* (Comissão Internacional de Iluminação). Os parâmetros do modelo são definidos por luminosidade da cor (L), sua posição na faixa entre vermelho e verde (a^*) onde negativo indica verde e positivo vermelho, sua posição entre amarelo e azul (b^*), valores de b^* negativo indicam azul e valores positivos indicam amarelo (LOLI e TOMIO, 2018).

A concentração da maturação dos frutos é uma característica importante a ser considerada na escolha da cultivar, principalmente quando a colheita é realizada em cachos. As plantas podem ter alguns fatores que interferem na sua maturação, que são decorrentes das condições climáticas, teor de umidade no solo e da irrigação (ALVARENGA, 2013).

A firmeza e a crocância também estão relacionados com a qualidade dos frutos. Os frutos considerados moles são mais sujeitos a deformações e não agradam ao paladar dos consumidores. Além das características genéticas que condicionam essas características dos frutos, outras que podem influenciar são a nutrição da planta, disponibilidade de água e o estágio de maturação dos frutos (ALVARENGA, 2013).

O objetivo destes experimentos foi avaliar a capacidade combinatória de linhagens e híbridos experimentais de minitomate, do programa de melhoramento da UNICENTRO e correlacionar os resultados com a procedência das linhagens.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local dos experimentos

Os experimentos foram realizados em duas épocas. A primeira época compreendeu o período de fevereiro a julho de 2022 e, a segunda foi de agosto de 2022 a fevereiro de 2023. Os experimentos foram instalados e conduzidos em casa de vegetação, no Departamento de Agronomia, no Campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), no município de Guarapuava-PR, localizado a 25°23'02" de latitude Sul, 51°29'43" de longitude Oeste e a 1100 m de altitude.

O clima de Guarapuava, segundo classificação de Köppen é Cfb, a temperatura média no mês mais frio é abaixo de 18 °C (mesotérmico), com verão fresco, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca definida.

2.2. Material Vegetal

Foram realizados cruzamentos entre 13 linhagens experimentais de minitomate (BR13, BR14, BR20, BR22, FR29, FR32, ES37, IT38, BR44, IT55, BR59, BR64 e BR65) do banco de germoplasma da UNICENTRO, em esquema de dialelo completo em que foram obtidos 78 híbridos (Tabela 1). Na segunda época foram utilizadas duas testemunhas comerciais denominadas T1= 13722 e T2= 24313.

Tabela 1. Procedência dos 78 híbridos experimentais de minitomate a partir das respectivas linhagens parentais, avaliados nas duas épocas dos experimentos em Guarapuava-PR.

Trat	Cruzamento	Procedência	Trat	Cruzamento	Procedência	Trat	Cruzamento	Procedência
1	1x2	BR13 x BR14	28	3x8	BR20 x IT38	55	6x11	FR32 x BR59
2	1x3	BR13 x BR20	29	3x9	BR20 x BR44	56	6x12	FR32 x BR64
3	1x4	BR13 x BR22	30	3x10	BR20 x IT55	57	6x13	FR32 x BR65
4	1x5	BR13 x FR29	31	3x11	BR20 x BR59	58	7x8	ES37 x IT38
5	1x6	BR13 x FR32	32	3x12	BR20 x BR64	59	7x9	ES37 x BR44
6	1x7	BR13 x ES37	33	3x13	BR20 x BR65	60	7x10	ES37 x IT55
7	1x8	BR13 x IT38	34	4x5	BR22 x FR29	61	7x11	ES37 x BR59
8	1x9	BR13 x BR44	35	4x6	BR22 x FR32	62	7x12	ES37 x BR64
9	1x10	BR13 x IT55	36	4x7	BR22 x ES37	63	7x13	ES37 x BR65
10	1x11	BR13 x BR59	37	4x8	BR22 x IT38	64	8x9	IT38 x BR44
11	1x12	BR13 x BR64	38	4x9	BR22 x BR44	65	8x10	IT38 x IT55
12	1x13	BR13 x BR65	39	4x10	BR22 x IT55	66	8x11	IT38 x BR59
13	2x3	BR14 x BR20	40	4x11	BR22 x BR59	67	8x12	IT38 x BR64

Tabela 1. Continuação...

Trat	Cruzamento	Procedência	Trat	Cruzamento	Procedência	Trat	Cruzamento	Procedência
15	2x5	BR14 x FR29	42	4x13	BR22 x BR65	69	9x10	BR44 x IT55
16	2x6	BR14 x FR32	43	5x6	FR29 x FR32	70	9x11	BR44 x BR59
17	2x7	BR14 x ES37	44	5x7	FR29 x ES37	71	9x12	BR44 x BR64
18	2x8	BR14 x IT38	45	5x8	FR29 x IT38	72	9x13	BR44 x BR65
19	2x9	BR14 x BR44	46	5x9	FR29 x BR44	73	10x11	IT55 x BR59
20	2x10	BR14 x IT55	47	5x10	FR29 x IT55	74	10x12	IT55 x BR64
21	2x11	BR14 x BR59	48	5x11	FR29 x BR59	75	10x13	IT55 x BR65
22	2x12	BR14 x BR64	49	5x12	FR29 x BR64	76	11x12	BR59 x BR64
23	2x13	BR14 x BR65	50	5x13	FR29 x BR65	77	11x13	BR59 x BR65
24	3x4	BR20 x BR22	51	6x7	FR32 x ES37	78	12x13	BR64 x BR65
25	3x5	BR20 x FR29	52	6x8	FR32 x IT38	T1	Testemunha	Híbrido13722
26	3x6	BR20 x FR32	53	6x9	FR32 x BR44	T2	Testemunha	Híbrido24313
27	3x7	BR20 x ES37	54	6x10	FR32 x IT55			

Os híbridos 30 (BR20 x IT55) e 35 (BR22 x FR32) não foram avaliados nos experimentos por não gerarem sementes. Os híbridos 15 (BR14 x FR29), 16 (BR14 x FR32) e 26 (BR20 x FR32) foram avaliados apenas na primeira época, pois suas sementes não germinaram na segunda época do experimento.

2.3. Delineamento experimental

O delineamento utilizado em ambas as épocas foi o de blocos casualizados, com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso com uma planta. Os vasos foram dispostos em fileiras duplas, com espaçamento de 1,20 m entre fileiras e espaçamento entre vasos de 0,60 m.

2.4. Montagem dos experimentos

Nas duas épocas foram adotados os mesmos procedimentos. A semeadura dos híbridos foi realizada em bandejas de isopor de 128 células, contendo substrato comercial. A irrigação foi diária até que as mudas atingissem o ponto de transplântio, aproximadamente um mês após a semeadura. Foram utilizados vasos com capacidade de 18L, preenchidos com uma mistura de 3/4 de solo e 1/4 de areia. A adubação de base foi ajustada para a quantidade no vaso, conforme a recomendação de Silva *et al.* (2006).

Os vasos foram dispostos nas fileiras e a irrigação foi feita por gotejamento. As plantas foram tutoradas com estacas de bambu e amarradas conforme a necessidade,

utilizando fitilhos. Foram realizadas desbrotas manualmente com tesouras específicas de poda.

O manejo de pragas e doenças ocorreu através do monitoramento e verificação da necessidade de controle, conforme indicado para a cultura do tomateiro (LINS JUNIOR, 2019).

2.5 Avaliações

2.5.1 Caracterização morfoagronômica

Foram avaliadas as seguintes características, em ambas as épocas:

- Dias para início do florescimento, contando do transplântio até a data em que a planta apresentou duas flores abertas;

- Número de nós por planta (em 2 m de altura);

- Número de cachos por planta (em 2 m de altura);

- Número de frutos por cacho (em 2 m de altura);

- Tipo de cacho, quanto à ocorrência ou ausência de bifurcação, utilizando a seguinte escala de notas: (1) para cachos únicos, (2) para a ocorrência dos dois tipos de cachos na planta (único e bifurcado), (3) para cachos bifurcados;

- Distância média entre cachos, em metros, mensurada com uma trena;

- Altura do primeiro cacho, em metros, mensurada com uma trena;

Para as seguintes características avaliadas após a colheita, foram selecionadas amostras padronizadas compostas por cinco frutos maduros de cada planta:

- Coloração dos frutos: foi utilizado um colorímetro digital, no qual foram avaliados dois lados do fruto, sendo um lado por vez, determinado os índices paramétricos “L”, “a”, “b”, com os valores desses parâmetros se consegue os valores de “Croma” e “HUE”;

- Peso médio dos frutos, em gramas, avaliado com auxílio de uma balança de precisão;

- Comprimento e largura do fruto, mensurados utilizando um paquímetro;

- Formato do fruto, definido pela relação comprimento/largura;

- Tamanho da cicatriz peduncular, utilizando paquímetro;

Após essas análises o fruto foi partido ao meio para avaliar:

- O número de lóculos por fruto;

- Teor de sólidos solúveis (°Brix), a partir dos frutos processados em um mixer para retirada do suco com auxílio de uma pipeta plástica, colocado sobre a lente do refratômetro digital para determinação do °Brix.

- O ciclo produtivo foi avaliado a partir da primeira colheita até a última, contabilizando a quantidade de dias de produção.
- A produtividade total foi avaliada apenas na segunda época, considerando o peso total de frutos colhidos de cada planta, em gramas, pesados em uma balança de precisão.

2.6 Análises dos dados

2.6.1 Análise genético-estatísticas

Foi estimada a divergência genética entre as 13 linhagens genitoras, a partir da distância generalizada de Mahalanobis e foi estimada a contribuição relativa de cada uma das seis características dos frutos (comprimento, largura, teor de sólidos solúveis, cicatriz peduncular, peso médio e produtividade) para a divergência entre as linhagens, conforme Singh (1981). Foi obtido o dendrograma envolvendo as 13 linhagens e foi realizada análise multivariada dos componentes principais (PCoA), com as características avaliadas nas linhagens, utilizando o software estatístico GENES (CRUZ, 2013).

Os dados foram submetidos às análises de variância individuais e conjunta, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott com nível de significância de 5% de probabilidade, e realizada a análise dialélica conjunta de Griffing, utilizando o software estatístico GENES (CRUZ, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Contribuição relativa dos caracteres para a divergência genética

As características que menos contribuíram para a divergência genética entre as linhagens foram a largura do fruto (3,00%), o teor de sólidos solúveis (8,84%) e o comprimento do fruto (10,25%) (Tabela 2).

Tabela 2. Contribuição relativa (%) de cada característica para a divergência genética entre as linhagens de minitomate, determinada pela metodologia de Singh (1981).

Contribuição relativa dos caracteres para divergência – Singh (1981)		
Variáveis	S,j (1)	Valor (%)
Comprimento (mm)	931,74	10,25
Largura (mm)	272,64	3,00
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	803,79	8,84
Cicatriz peduncular (mm)	1148,61	12,64
Peso médio de fruto (g)	3699,30	40,71
Produtividade (g)	2230,25	24,54

O peso médio dos frutos (40,71%) e a produtividade (24,54%) foram as características que mais contribuíram para a divergência entre as linhagens (Tabela 2). Esses resultados demonstram a importância de fazer os cruzamentos entre as linhagens selecionadas, para identificar um possível híbrido com bom potencial, que atenda as características de minitomate, com o teor de sólidos solúveis (SS) elevado e boa produtividade.

A divergência genética entre híbridos é devido às diferenças entre as linhagens genitoras, portanto é possível encontrar uma maior variabilidade nas características (FALCONER, 1981).

No trabalho de Soares *et al.* (2021) encontraram que o comprimento do fruto teve a maior contribuição para a divergência genética, mostrando que essa grande diversidade de tamanho e formato do fruto, vem da variabilidade genética encontrada na cultura do tomate. Como mencionado anteriormente, no presente trabalho o comprimento e a largura do fruto contribuíram pouco para a divergência genética, pois as linhagens escolhidas para os cruzamentos apresentam características de minitomate, o que diferenciava era o formato do fruto (dado pela relação comprimento/largura), mas como são todas linhagens de frutos pequenos, essas características contribuíram pouco para a divergência genética.

O teor de sólidos solúveis apresentou pouca contribuição para a divergência genética

nesse estudo (Tabela 2), mas não por ser uma característica que tenha pouca variabilidade e sim porque as linhagens empregadas nos cruzamentos foram previamente selecionadas com base nos maiores valores para essa característica. De acordo com Luz *et al.* (2016) a concentração de maturação e teor de sólidos solúveis (°Brix) foram as características que mais contribuíram para a dissimilaridade genética entre genótipos de tomate para processamento industrial. Assim como nos estudos de Figueiredo (2013), que apresentou o teor de sólidos solúveis como a característica que mais contribuiu.

Dentre as características avaliadas, o peso médio do fruto e a produtividade foram as que mais contribuíram para a divergência genética, respectivamente, totalizando 65,25%. Segundo Cruz e Regazzi (2001), quando as duas primeiras características explicam acima de 80% da variação total, sua utilização é satisfatória no estudo da divergência genética, que não é o caso desse trabalho, apenas duas características não foram suficientes para atingir a porcentagem tomada como parâmetro.

3.2. Análise Multivariada – Componentes principais (PCoA)

A análise multivariada de componentes principais (PCoA) é uma técnica que consiste em transformar um conjunto de observações das variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão, que são funções lineares associadas às variáveis, assim sendo chamadas de componentes principais (HONGYU, 2015). É uma técnica que tem grande utilidade no melhoramento genético, pois permite observar a diversidade existente entre os acessos e a importância de cada característica avaliada, assim simplificando o conjunto de dados e mostrando quais características apresentam maior variação (HONGYU, 2015).

Nesta análise é feita a correlação da quantidade de variáveis avaliadas, para se formar a mesma quantidade de componentes. Os autovalores representam o peso de cada variável sobre cada componente. Usando o critério de Kaiser (1958), os autovalores acima 1,0 são os que explicam a contribuição relativa para a divergência, no caso deste estudo os dois primeiros componentes explicam 75,72% da divergência entre as linhagens (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativa de autovalores das características avaliadas nas 13 linhagens experimentais de minitomate em Guarapuava-PR.

Estimativa de autovalores			
Componentes	Autovalor	Importância (%)	Importância Acumulada (%)
1	2,79	46,54	46,54
2	1,75	29,17	75,72
3	0,97	16,25	91,97
4	0,20	3,40	95,38
5	0,17	2,88	98,27
6	0,10	1,72	100

Os três primeiros componentes somam mais de 90% de importância da diversidade (Tabela 4). Dentro desses componentes o comprimento do fruto foi a característica que mais contribuiu, para o primeiro componente; para o segundo componente foi a produtividade e para o terceiro a cicatriz peduncular do fruto. As variáveis acabam passando por transformações lineares, que se transformam em grupos de variáveis associadas às variáveis originais, assim tendo o *score* dos componentes, que são as médias que as linhagens vão assumir dentro de cada componente (CRUZ, 2006).

Na Tabela 4 consta o *score* de cada característica para cada componente. O primeiro componente que foi o que explicou a maior diversidade das linhagens, tem o comprimento com *score* de 0,4671, o segundo tem a produtividade com -0,5827 e o terceiro a cicatriz com 0,7959, sendo as características de maior importância para a divergência genética.

Tabela 4. Estimativa do conjunto de autovalores associados das características avaliadas nas 13 linhagens experimentais de minitomate em Guarapuava-PR.

Componentes	Comprimento	Largura	°Brix	Cicatriz	Peso	Produtividade
1	0,4671	0,3400	-0,4642	-0,3548	0,4615	0,3345
2	-0,3867	0,5810	0,0121	0,0231	0,4156	-0,5827
3	-0,0514	-0,0048	-0,5997	0,7959	0,0192	0,0621
4	-0,7688	0,0979	-0,1607	-0,2140	-0,0345	0,5715
5	-0,1485	-0,6416	0,0902	0,0370	0,7462	-0,0057
6	0,1287	0,3544	0,6251	0,4393	0,2366	0,4670

A recomendação é descartar os outros três componentes, pois juntos não somam 10% da contribuição para a diversidade existente entre as 13 linhagens avaliadas. Para o quinto componente, que foi o de menor importância, o teor de sólidos solúveis se destacou, sendo então uma variável que poderia ser descartada nas próximas avaliações. Esse resultado se deu

devido às linhagens genitoras terem sido pré-selecionadas por apresentarem maior teor de sólidos solúveis SS, que é um dos objetivos da pesquisa, por isso não apresentou significância na divergência entre as linhagens.

Quanto menor a contribuição de determinadas características para a divergência genética entre as linhagens indica que podem ser descartadas em futuros trabalhos que tenham esse mesmo propósito, assim reduzindo trabalho, tempo e custo nas avaliações (GOMES *et al.*, 2021).

3.3. Distância genética de Mahalanobis

A maior distância genética de Mahalanobis foi identificada entre as linhagens BR20 e BR44 (406,61). A menor distância foi entre a linhagens BR59 e BR64 (6,63) (Tabela 5).

Tabela 5. Maiores e menores distâncias genéticas entre as 13 linhagens experimentais de minitomate avaliados em Guarapuava-PR.

Linhagem	Maior distância	Linhagem	Linhagem	Menor distância	Linhagem
BR13	302,01	BR44	BR13	3,83	FR32
BR14	339,25	BR13	BR14	32,24	FR29
BR20	406,61	BR44	BR20	19,91	BR13
BR22	209,53	BR13	BR22	46,02	BR14
FR29	232,71	BR13	FR29	32,24	BR14
FR32	294,72	BR44	FR32	3,83	BR13
ES37	337,12	BR44	ES37	21,23	IT38
IT38	240,24	BR44	IT38	17,70	BR13
BR44	406,61	BR20	BR44	123,04	BR22
IT55	165,20	BR44	IT55	33,38	BR59
BR59	256,70	BR44	BR59	3,63	BR64
BR64	248,66	BR44	BR64	3,63	BR59
BR65	339,25	BR14	BR65	49,39	IT55

As distâncias genéticas (Mahalanobis) entre as linhagens mostram diferenças que se encontraram diante das avaliações feitas com as características citadas, assim tendo o resultado com maior e menor distâncias entre elas. Com um panorama geral, a linhagem BR44 possui a maior distância em relação às demais, sendo a mais divergente. Isso fica claro na Tabela 5, visto que a linhagem BR44 apresentou maiores valores da distância genética quando confrontada com outras oito linhagens. Em seguida, a linhagem BR13 apresentou a maior distância em relação a outras três linhagens.

3.4. Dendrograma

As 13 linhagens genitoras foram utilizadas para o estudo da divergência genética, a partir das estimativas de distância generalizada de Mahalanobis (Figura 1). No dendrograma foram formados dois grupos, utilizando como linha de corte a distância média que foi 116,49, um grupo foi formado por seis linhagens e o outro por sete.

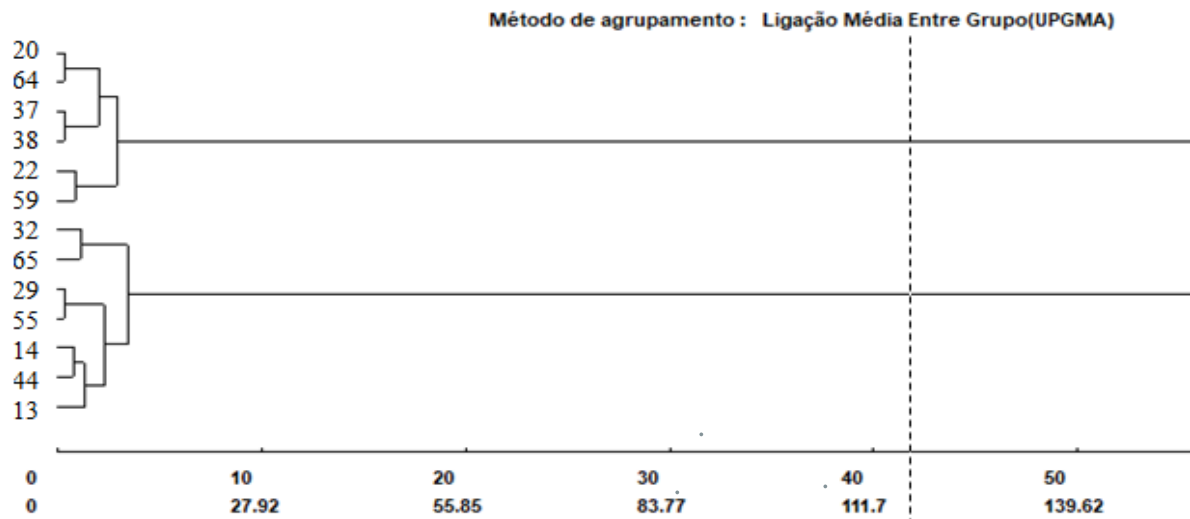


Figura 1. Dendrograma obtido a partir da distância generalizada de Mahalanobis envolvendo 13 linhagens de minitomate avaliadas em Guarapuava-PR.

Linhagens pertencentes a um mesmo grupo são menos divergentes entre si, ou seja, são mais semelhantes geneticamente (EISELE *et al.*, 2022).

O dendrograma de similaridade genética das linhagens pré-selecionadas para os cruzamentos foi constituído por dois grupos, mostrando que existe diversidade genética entre os acessos estudados neste trabalho, assim como no de Soares *et al.* (2021), que tiveram 34 acessos distribuídos em nove grupos, permitindo a conclusão que a cultura do tomate possui grande diversidade genética.

3.5. Análise de Variância e Agrupamento das Médias

Foram realizadas as análises de variância individuais e conjuntas envolvendo as duas épocas, para todas as características. A distância entre cachos não se enquadrou nos quesitos necessários para realização da análise conjunta, pois a relação do maior QMR/menor QMR foi superior a 7,0, portanto foram consideradas as análises individuais (Anexos 1 a 3).

Nas análises conjuntas houve diferença significativa entre os genótipos para todas as características. Foi realizado o agrupamento das médias das duas épocas, com as vinte variáveis, para os 76 híbridos avaliados na primeira época e 75 híbridos (incluindo as testemunhas) na segunda época, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com relação ao número médio de frutos por cacho houve efeito significativo da interação híbridos x épocas (Tabela 6), mostrando que os híbridos respondem de forma diferenciada para cada época de avaliação. A média da primeira época foi de 11,70 e da segunda época 16,14, com média geral de 13,92 frutos por cacho.

Tabela 6. Resumo da análise de variância conjunta das características número de frutos por cacho, tipo de cacho, número de cachos e altura do primeiro cacho (m), dos híbridos de minitomate avaliados em Guarapuava-PR, na safra 2022 e 2022/23.

	GL	QM			
		Nº Frutos	Tipo de Cachos	Nº Cachos	Altura 1º Cachos (m)
Bloco / Época	4	304,91	0,43	0,55	0,007
Híbrido	72	34,22*	0,51*	3,07**	0,07
Época	1	2156,24	0,20	103,19**	8,22**
Híbrido x Época	72	20,74*	0,33**	1,40	0,05**
Resíduo	288	14,66	0,15	0,73	0,009
Total	437				
Média Geral		13,92	1,30	5,01	0,50
CV (%)		27,49	20,32	17,04	19,48

** , * significativo a 1 e 5% pelo teste F, respectivamente.

Para número de frutos por cacho, as médias variaram de 6,0 a 20,7 na primeira época e de 9,9 a 25,8 na segunda. Comparando as duas épocas, a segunda apresentou maior média, em todos os tratamentos, não diferindo significativamente de 51 genótipos que também obtiveram maiores médias na primeira época. Quando avaliado separadamente, na primeira época houve a separação em dois grupos, com 39 e 37 genótipos, respectivamente. Na segunda época também houve a formação de dois grupos, com 36 genótipos no primeiro e 39 no segundo, incluindo as testemunhas (Tabela 7).

Tabela 7. Médias das características número de frutos por cacho, tipo de cacho, número de cachos e altura do primeiro cacho (m), dos híbridos experimentais de minitomate avaliados na safra 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

Híbrido	Nº. Frutos por cacho		Tipo de Cacho				Nº. Cachos		Altura do 1º Cacho (m)							
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2						
1 BR13 x BR14	8,3	Bb	18,6	Aa	1,0	Ab	1,3	Ab	4,6	Bb	6,3	Aa	0,56	Ae	0,29	Bb
2 BR13 x BR20	12,5	Aa	16,7	Aa	1,0	Ab	1,5	Aa	4,3	Ac	5,0	Ab	0,72	Ad	0,63	Aa
3 BR13 x BR22	9,2	Bb	17,2	Aa	1,0	Bb	1,6	Aa	4,3	Ac	5,6	Aa	0,53	Ae	0,40	Ab
4 BR13 x FR29	14,3	Aa	14,5	Ab	1,6	Aa	1,0	Bb	4,9	Ab	5,0	Ab	0,54	Ae	0,39	Ab
5 BR13 x FR32	11,6	Aa	14,4	Ab	1,0	Ab	1,3	Ab	4,9	Ab	4,9	Ab	0,64	Ae	0,39	Bb
6 BR13 x ES37	12,2	Aa	14,9	Ab	1,3	Ab	1,6	Aa	4,8	Ab	5,3	Ab	0,60	Ae	0,36	Bb
7 BR13 x IT38	15,0	Aa	15,1	Ab	1,6	Aa	1,0	Bb	5,0	Ab	5,3	Ab	0,46	Af	0,31	Ab
8 BR13 x BR44	8,6	Ab	12,1	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	3,5	Ac	4,3	Ab	0,70	Ad	0,47	Ba
9 BR13 x IT55	9,2	Ab	10,3	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	5,3	Ab	5,6	Aa	0,63	Ae	0,39	Bb
10 BR13 x BR59	14,6	Aa	20,7	Aa	1,6	Aa	2,0	Aa	3,3	Ac	4,0	Ab	0,75	Ad	0,46	Ba
11 BR13 x BR64	13,0	Aa	11,6	Ab	1,6	Aa	2,0	Aa	4,6	Ab	6,0	Aa	0,70	Ad	0,52	Ba
12 BR13 x BR65	10,6	Ab	11,3	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	5,0	Ab	5,6	Aa	0,50	Af	0,41	Ab
13 BR14 x BR20	14,1	Ba	21,0	Aa	1,6	Aa	1,0	Bb	4,8	Ab	5,6	Aa	0,44	Af	0,31	Ab
14 BR14 x BR22	12,5	Aa	17,0	Aa	1,0	Ab	1,0	Ab	5,0	Bb	7,0	Aa	0,54	Ae	0,26	Bb
15 BR14 x FR29	9,0	b			1,0	b			2,6	c			1,21	b		
16 BR14 x FR32	10,3	b			1,0	b			3,3	c			1,06	b		
17 BR14 x ES37	10,9	Ab	16,6	Aa	1,0	Ab	1,0	Ab	6,4	Aa	6,6	Aa	0,35	Af	0,30	Ab
18 BR14 x IT38	9,2	Bb	15,7	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	5,0	Ab	6,3	Aa	0,50	Af	0,21	Bb
19 BR14 x BR44	8,3	Ab	10,7	Ab	1,6	Aa	1,0	Bb	6,4	Aa	5,6	Aa	0,66	Ad	0,36	Bb
20 BR14 x IT55	8,8	Ab	12,4	Ab	1,3	Ab	1,0	Ab	2,7	Bc	7,3	Aa	1,43	Aa	0,25	Bb
21 BR14 x BR59	12,0	Aa	13,9	Ab	1,0	Bb	2,0	Aa	4,6	Ab	5,6	Aa	0,35	Af	0,30	Ab
22 BR14 x BR64	12,5	Aa	15,1	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	3,6	Bc	5,6	Aa	0,60	Ae	0,30	Bb
23 BR14 x BR65	13,1	Aa	13,3	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	6,3	Aa	6,6	Aa	0,45	Af	0,23	Bb
24 BR20 x BR22	12,0	Ba	21,2	Aa	1,3	Ab	1,6	Aa	5,4	Ab	4,6	Ab	0,66	Ad	0,63	Aa
25 BR20 x FR29	12,0	Aa	18,0	Aa	1,3	Ab	1,0	Ab	3,0	Bc	5,3	Ab	0,95	Ac	0,30	Bb
26 BR20 x FR32	10,1	b			1,6	a			3,6	c			0,93	c		
27 BR20 x ES37	17,8	Aa	15,8	Ab	1,6	Aa	1,3	Ab	4,0	Bc	5,6	Aa	0,48	Af	0,23	Bb
28 BR20 x IT38	8,8	Bb	21,8	Aa	1,3	Ab	1,0	Ab	3,3	Bc	5,3	Ab	0,79	Ad	0,33	Bb
29 BR20 x BR44	9,8	Ab	12,0	Ab	2,0	Aa	1,0	Bb	5,6	Aa	6,0	Aa	0,65	Ae	0,37	Bb
31 BR20 x BR59	14,2	Ba	25,8	Aa	1,3	Bb	2,0	Aa	4,6	Ab	4,0	Ab	0,73	Ad	0,45	Ba
32 BR20 x BR64	11,4	Ab	16,6	Aa	1,6	Aa	1,0	Bb	3,6	Ac	4,3	Ab	0,91	Ac	0,45	Ba
33 BR20 x BR65	8,8	Bb	16,6	Aa	1,0	Bb	2,0	Aa	5,0	Ab	6,0	Aa	0,80	Ad	0,26	Bb
34 BR22 x FR29	14,0	Aa	18,0	Aa	1,6	Aa	1,3	Ab	4,3	Ac	4,6	Ab	0,80	Ad	0,36	Bb
36 BR22 x ES37	17,0	Aa	20,7	Aa	1,6	Aa	2,0	Aa	5,9	Aa	6,0	Aa	0,50	Af	0,28	Bb
37 BR22 x IT38	12,1	Ba	19,7	Aa	1,3	Ab	1,6	Aa	5,3	Bb	7,0	Aa	0,43	Af	0,26	Bb
38 BR22 x BR44	6,8	Ab	12,5	Ab	1,0	Ab	1,3	Ab	5,2	Ab	6,3	Aa	0,55	Ae	0,40	Ab
39 BR22 x IT55	9,8	Ab	14,5	Ab	1,0	Bb	2,0	Aa	3,4	Bc	6,6	Aa	0,60	Ae	0,31	Bb
40 BR22 x BR59	13,7	Ba	20,8	Aa	2,0	Aa	2,0	Aa	4,6	Ab	5,3	Ab	0,58	Ae	0,30	Bb
41 BR22 x BR64	15,2	Aa	18,0	Aa	2,0	Aa	2,0	Aa	5,3	Ab	6,6	Aa	0,60	Ae	0,31	Bb

Tabela 7. Continuação...

Híbrido	N°. Frutos por cacho		Tipo de Cacho				N°. Cachos		Altura do 1° Cacho (m)								
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2							
42	BR22 x BR65	17,0	Aa	15,2	Ab	1,6	Aa	1,6	Aa	7,0	Aa	6,3	Aa	0,42	Af	0,20	Bb
43	FR29 x FR32	12,1	Aa	17,6	Aa	1,0	Ab	1,3	Ab	2,4	Bc	5,0	Ab	1,05	Ab	0,36	Bb
44	FR29 x ES37	20,7	Aa	17,6	Aa	1,6	Aa	1,0	Bb	4,0	Ac	5,3	Ab	0,72	Ad	0,32	Bb
45	FR29 x IT38	14,4	Aa	19,3	Aa	2,3	Aa	2,0	Aa	3,6	Ac	5,0	Ab	0,79	Ad	0,36	Bb
46	FR29 x BR44	9,2	Ab	10,6	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	4,5	Ab	5,6	Aa	0,64	Ae	0,30	Bb
47	FR29 x IT55	9,5	Ab	11,2	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	3,6	Bc	5,3	Ab	0,96	Ac	0,29	Bb
48	FR29 x BR59	14,6	Aa	19,1	Aa	1,0	Bb	1,6	Aa	3,0	Bc	4,6	Ab	0,75	Ad	0,34	Bb
49	FR29 x BR64	10,7	Ab	16,5	Aa	1,0	Ab	1,3	Ab	3,3	Bc	5,3	Ab	0,69	Ad	0,31	Bb
50	FR29 x BR65	9,6	Ab	13,4	Ab	1,0	Bb	1,6	Aa	4,0	Ac	5,3	Ab	0,72	Ad	0,30	Bb
51	FR32 x ES37	14,2	Aa	13,5	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	3,0	Bc	5,3	Ab	0,52	Ae	0,36	Ab
52	FR32 x IT38	13,8	Aa	15,7	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	4,3	Ac	4,3	Ab	0,56	Ae	0,39	Bb
53	FR32 x BR44	11,8	Aa	17,7	Aa	1,0	Ab	1,0	Ab	4,6	Ab	6,0	Aa	0,78	Ad	0,48	Ba
54	FR32 x IT55	9,1	Bb	17,3	Aa	1,0	Ab	1,0	Ab	3,6	Bc	5,6	Aa	0,74	Ad	0,40	Bb
55	FR32 x BR59	10,2	Ab	16,3	Aa	1,0	Bb	2,0	Aa	3,3	Bc	5,0	Ab	0,83	Ac	0,44	Ba
56	FR32 x BR64	11,6	Aa	13,3	Ab	1,6	Aa	1,0	Bb	2,6	Ac	4,0	Ab	0,78	Ad	0,55	Ba
57	FR32 x BR65	10,4	Bb	17,4	Aa	1,0	Ab	1,3	Ab	5,0	Ab	5,3	Ab	0,62	Ae	0,45	Ba
58	ES37 x IT38	11,8	Aa	15,6	Ab	1,3	Ab	1,3	Ab	5,3	Ab	5,0	Ab	0,45	Af	0,22	Bb
59	ES37 x BR44	8,8	Bb	17,5	Aa	1,0	Ab	1,3	Ab	5,6	Aa	5,3	Ab	0,43	Af	0,38	Ab
60	ES37 x IT55	11,8	Ba	20,2	Aa	1,6	Aa	1,0	Bb	5,4	Ab	5,6	Aa	0,44	Af	0,23	Bb
61	ES37 x BR59	16,7	Aa	15,3	Ab	1,0	Ab	1,3	Ab	4,0	Ac	4,6	Ab	0,62	Ae	0,32	Bb
62	ES37 x BR64	14,5	Aa	18,3	Aa	1,6	Aa	1,0	Bb	3,6	Ac	5,0	Ab	0,78	Ad	0,38	Bb
63	ES37 x BR65	13,3	Aa	15,0	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	6,3	Aa	5,0	Ab	0,38	Af	0,31	Ab
64	IT38 x BR44	8,7	Ab	14,0	Ab	1,6	Aa	1,0	Bb	4,5	Ab	5,0	Ab	0,41	Af	0,37	Ab
65	IT38 x IT55	10,3	Ab	9,9	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	5,0	Ab	6,0	Aa	0,45	Af	0,54	Aa
66	IT38 x BR59	10,8	Bb	18,4	Aa	1,0	Ab	1,3	Ab	3,6	Bc	5,6	Aa	0,59	Ae	0,27	Bb
67	IT38 x BR64	9,5	Bb	18,5	Aa	1,6	Aa	1,0	Bb	4,9	Ab	5,6	Aa	0,66	Ad	0,31	Bb
68	IT38 x BR65	15,1	Aa	13,5	Ab	1,6	Aa	1,0	Bb	5,3	Ab	6,3	Aa	0,46	Af	0,27	Bb
69	BR44 x IT55	6,0	Bb	15,1	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	5,0	Ab	5,0	Ab	0,70	Ad	0,54	Ba
70	BR44 x BR59	7,6	Bb	20,9	Aa	1,0	Ab	1,0	Ab	4,9	Ab	5,0	Ab	0,41	Bf	0,60	Aa
71	BR44 x BR64	6,7	Bb	17,9	Aa	1,0	Bb	1,6	Aa	4,0	Bc	5,6	Aa	0,75	Ad	0,49	Ba
72	BR44 x BR65	9,4	Bb	18,8	Aa	1,0	Ab	1,0	Ab	5,0	Bb	6,6	Aa	0,74	Ad	0,25	Bb
73	IT55 x BR59	10,2	Bb	17,0	Aa	1,0	Ab	1,0	Ab	4,3	Ac	5,3	Ab	0,59	Ae	0,29	Bb
74	IT55 x BR64	12,6	Aa	13,5	Ab	1,0	Ab	1,0	Ab	5,3	Ab	6,0	Aa	0,61	Ae	0,37	Bb
75	IT55 x BR65	6,4	Bb	14,3	Ab	1,0	Ab	1,3	Ab	4,3	Bc	6,0	Aa	0,65	Ae	0,38	Bb
76	BR59 x BR64	16,1	Aa	16,3	Aa	2,3	Aa	2,0	Aa	3,3	Ac	4,3	Ab	0,87	Ac	0,45	Ba
77	BR59xBR65	11,8	Aa	15,4	Ab	1,0	Bb	1,6	Aa	4,6	Ab	5,3	Ab	0,44	Af	0,30	Ab
78	BR64xBR65	10,3	Ab	13,1	Ab	1,0	Bb	1,6	Aa	4,0	Ac	5,3	Ab	0,80	Ad	0,51	Ba
T1	13722			15,0	b			1,3	b			5,6	a			0,59	a
T2	24313			14,5	b			1,3	b			4,6	b			0,6	a

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste Scott-Knott a 5%.

Considerando que o número de frutos por cacho está relacionado diretamente com a produtividade, houve híbridos que apresentara valores elevados, cuja média geral das duas

épocas foi 13,92 (Tabela 6). No trabalho de Rocha *et al.* (2010) foi relatada média mais elevada, de 19,5 frutos por cacho, mas com menor peso médio (11,5 g) do que a média das duas épocas encontrada nos híbridos destes experimentos, que foi de 12,48 g (resultado que será abordado mais à frente na Tabela 14). Relacionando estes resultados com a produtividade, ambos os trabalhos se apresentaram satisfatórios, pois as características número de fruto e peso médio do fruto, estão relacionadas com uma boa produtividade.

O tipo de cacho também mostrou efeito significativo da interação híbridos x épocas (Tabela 6). A média geral das duas épocas foi de 1,30, mostrando maior tendência dos cachos do tipo único, não bifurcados.

Quanto ao agrupamento de médias para o tipo de cacho, na primeira época houve 62 genótipos com as maiores médias, e 60 genótipos não diferiram significativamente entre as épocas. Analisando os genótipos em cada época de forma separada, foram formados dois grupos em ambas as épocas, com 24 e 52 genótipos na primeira, 23 e 52 genótipos na segunda época, respectivamente e as duas testemunhas estão presentes no segundo grupo (Tabela 7).

Para o número de cachos a interação híbridos x épocas foi não significativa, porém o efeito de épocas foi significativo (Tabela 6), cujas médias foram 4,53 e 5,50 para as respectivas épocas.

Na comparação entre as épocas, o número de cachos se sobressaiu na segunda época. Analisando os genótipos em cada época, na primeira época foram formados três grupos, sendo 8 genótipos alocados no grupo de maiores médias (variaram de 5,6 a 7,0), no segundo grupo foram 33 (variaram de 4,5 a 5,4) e 35 genótipos no terceiro grupo (variaram de 2,4 a 4,3). A segunda época separou em dois grupos, sendo 36 genótipos no primeiro grupo (variando de 5,6 a 7,3) incluindo a testemunha 13722, e 39 no segundo grupo (variaram de 4,0 a 5,3) contendo a testemunha 24313 (Tabela 7).

Foi avaliada a quantidade de cachos por planta (em 2 metros de altura) e a quantidade de frutos por cacho, cujas médias gerais foram 5,01 e 13,92, respectivamente. Multiplicando essas médias temos a quantidade de frutos médios por planta sendo de 69,73 frutos. No trabalho de Rodrigues (2012), a média encontrada nos acessos foi de 44,5 frutos por planta, em genótipos de tomate cereja sob cultivo orgânico, mostrando que os híbridos aqui estudados produziram maior quantidade de frutos por planta, sendo importante no rendimento.

Para a altura do primeiro cacho, houve efeito significativo da interação híbridos x épocas, cujo CV foi de 19,48%, e entre as épocas (Tabela 6), com grande variação das médias, sendo de 0,36m a 0,63m, respectivamente. O que justifica essa variação é que na primeira época a maior altura de primeiro cacho ocorreu por conta das condições climáticas

do período de condução do experimento, que foi em meses mais frios.

No agrupamento de médias (Tabela 7), comparado as épocas para a característica altura do primeiro cacho, a primeira apresentou 72 genótipos com maiores médias e 17 genótipos não diferiram significativamente entre as épocas. Quando analisadas as épocas separadamente, na primeira foram formados seis grupos, sendo um genótipo no primeiro, três no segundo, seis no terceiro, 24 genótipos no quarto, 22 no quinto e 20 genótipos no sexto grupo. Na segunda época foram formados apenas dois grupos, tendo 17 linhagens e as duas testemunhas no grupo de maiores médias, o que é indesejável.

No tomate a inflorescência apresenta-se na forma de cacho floral, a relação de dreno do fruto é influenciada pelo seu tamanho, pela posição do fruto no cacho e pela posição do cacho no caule (ROCHA *et al.*, 2010). Por isso a importância de conhecer o tipo de cacho e a altura do primeiro cacho, pois vão interferir no desenvolvimento do fruto e, conseqüentemente, na produtividade da planta. Os frutos mais próximos do caule vão ter efeito dominante sobre os demais frutos, absorvendo os assimilados disponíveis, muitas vezes causando abortamento de flores e frutos novos. Esses frutos mais distantes são submetidos a uma dupla competição, dentro e entre cachos florais (BERTIN, 1995).

Quanto às avaliações de coloração dos frutos, a luminosidade indicada pelo parâmetro “L” (Tabela 8) representa o brilho dos frutos, em que os valores mais altos são as cores claras e o oposto as cores mais escuras. Na primeira época o valor médio obtido foi de 39,44 e na segunda época de 44,50, mostrando que na segunda época os frutos ficaram classificados com coloração mais clara, tendo diferença significativa apenas quando avaliados nas diferentes épocas.

Tabela 8. Resumo da análise de variância conjunta dos índices colorimétricos: “L”, “a”, “b”, “Croma” dos híbridos de minitomate avaliados em Guarapuava-PR, na safra 2022 e 2022/23.

	GL	QM			Croma
		L	A	b	
Bloco / Época	4	116,23	111,77	73,00	160,96
Híbrido	72	10,98	10,44*	8,85	12,42
Época	1	2811,84**	488,37	615,76*	609,94
Híbrido x Época	72	7,61	6,66**	7,20**	11,53**
Resíduo	288	5,87	3,74	4,00	6,82
Total	437				
Média Geral		41,97	13,87	10,76	17,41
CV (%)		5,77	13,95	18,58	15,00

** , * significativo a 1 e 5% pelo teste F, respectivamente.

O índice “L” mede a luminosidade de coloração e apresentou médias maiores na segunda época em todos os genótipos e apenas 21 genótipos não diferiram significativamente da primeira época. Quando considerada cada época separadamente, na primeira época não foram formados grupos distintos e na segunda época foram formados dois grupos, sendo 42 genótipos no primeiro grupo, incluindo as duas testemunhas e 33 genótipos no segundo grupo (Tabela 9).

Tabela 9. Médias dos parâmetros de coloração dos frutos “L”, “a”, “b” e “Croma”, dos híbridos experimentais de minitomate avaliados na safra 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

	Híbrido	L		a		b		Croma									
		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2								
1	BR13 x BR14	38,63	Ba	45,41	Aa	13,28	Ab	10,84	Ab	10,45	Ad	7,73	Aa	16,97	Ab	13,70	Aa
2	BR13 x BR20	39,47	Aa	39,37	Ab	12,55	Bb	16,29	Aa	9,95	Bd	13,21	Aa	16,25	Bb	21,02	Aa
3	BR13 x BR22	40,24	Ba	46,60	Aa	15,45	Aa	13,27	Aa	10,30	Ad	8,70	Aa	18,60	Aa	16,48	Aa
4	BR13 x FR29	38,71	Ba	44,67	Aa	14,56	Ab	13,21	Aa	11,58	Ad	10,04	Aa	18,71	Aa	16,66	Aa
5	BR13 x FR32	40,95	Aa	42,81	Ab	14,89	Ab	14,33	Aa	12,62	Ac	10,93	Aa	9,66	Bc	18,22	Aa
6	BR13 x ES37	38,41	Ba	42,88	Ab	13,48	Ab	12,68	Ab	9,52	Ad	10,16	Aa	16,47	Ab	16,20	Aa
7	BR13 x IT38	36,72	Ba	43,72	Ab	14,28	Ab	13,04	Aa	10,83	Ad	9,22	Aa	18,00	Ab	16,33	Aa
8	BR13 x BR44	39,83	Aa	42,87	Ab	17,04	Aa	12,25	Bb	12,36	Ad	9,94	Aa	18,00	Ab	15,78	Aa
9	BR13 x IT55	38,24	Aa	40,44	Ab	15,24	Aa	15,84	Aa	11,48	Ad	11,75	Aa	19,21	Aa	18,79	Aa
10	BR13 x BR59	39,71	Ba	44,13	Ab	15,14	Aa	12,58	Ab	9,53	Ad	8,50	Aa	17,92	Ab	15,31	Aa
11	BR13 x BR64	36,07	Ba	44,56	Aa	15,03	Aa	13,07	Aa	11,13	Ad	9,15	Aa	18,77	Aa	15,90	Aa
12	BR13 x BR65	39,13	Aa	41,94	Ab	15,01	Aa	13,05	Aa	9,27	Ad	9,74	Aa	17,68	Ab	16,13	Aa
13	BR14 x BR20	37,78	Ba	44,56	Aa	11,84	Ab	9,8	Ab	10,98	Ad	9,99	Aa	16,16	Ab	14,52	Aa
14	BR14 x BR22	40,16	Aa	42,25	Ab	13,44	Ab	10,43	Ab	14,02	Ac	11,72	Aa	19,47	Aa	15,98	Aa
15	BR14 x FR29	28,62	a			21,31	a			15,44	b			14,53	b		
16	BR14 x FR32	31,62	a			17,73	b			12,44	c			12,48	b		
17	BR14 x ES37	40,51	Ba	44,56	Aa	17,32	Aa	12,19	Bb	13,98	Ac	10,61	Ba	22,29	Aa	16,33	Ba
18	BR14 x IT38	40,27	Ba	45,99	Aa	15,62	Aa	11,92	Bb	14,23	Ac	9,28	Ba	21,21	Aa	15,42	Ba
19	BR14 x BR44	42,83	Aa	44,03	Ab	11,70	Ab	10,24	Ab	17,38	Ab	10,44	Ba	14,16	Ac	14,72	Aa
20	BR14 x IT55	43,59	Aa	44,76	Aa	12,52	Ab	10,59	Ab	16,38	Ab	8,35	Ba	20,77	Aa	13,40	Ba
21	BR14 x BR59	36,86	Ba	44,20	Ab	12,45	Ab	10,01	Ab	9,78	Ad	8,79	Aa	15,95	Ab	13,57	Aa
22	BR14 x BR64	38,59	Ba	42,57	Ab	13,23	Ab	10,03	Bb	11,99	Ad	8,51	Ba	18,09	Ab	12,95	Ba
23	BR14 x BR65	40,08	Aa	41,64	Ab	13,40	Ab	11,42	Ab	13,22	Ac	13,68	Aa	19,00	Aa	17,77	Aa
24	BR20 x BR22	38,03	Aa	41,90	Ab	15,78	Aa	11,46	Bb	12,77	Ac	9,13	Ba	18,69	Aa	14,88	Aa
25	BR20 x FR29	38,95	Ba	44,01	Ab	16,09	Aa	13,07	Aa	12,25	Ad	9,38	Aa	20,25	Aa	16,49	Aa
26	BR20 x FR32	32,33	a			23,29	a			18,61	a			13,77	b		
27	BR20 x ES37	40,15	Ba	44,88	Aa	13,85	Ab	14,82	Aa	11,31	Ad	10,90	Aa	17,95	Ab	18,05	Aa
28	BR20 x IT38	38,21	Ba	43,00	Ab	15,49	Aa	11,89	Bb	11,87	Ad	9,38	Aa	19,58	Aa	15,16	Ba
29	BR20 x BR44	37,78	Ba	46,97	Aa	14,16	Ab	11,24	Ab	11,69	Ad	7,13	Ba	18,41	Aa	13,54	Ba
31	BR20 x BR59	38,75	Aa	42,25	Ab	15,61	Aa	13,05	Aa	12,37	Ad	10,17	Aa	16,74	Ab	16,37	Aa
32	BR20 x BR64	38,33	Ba	43,17	Ab	14,35	Ab	11,99	Ab	10,64	Ad	9,45	Aa	17,84	Ab	15,43	Aa
33	BR20 x BR65	39,48	Aa	43,17	Ab	16,20	Aa	12,52	Bb	13,24	Ac	9,12	Ba	19,70	Aa	15,64	Aa
34	BR22 x FR29	40,42	Ba	47,06	Aa	17,20	Aa	11,76	Bb	13,68	Ac	8,69	Ba	22,03	Aa	15,55	Ba

Tabela 9. Continuação...

	Híbrido	L		a				b		Croma							
		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2						
36	BR22 x ES37	40,15	Ba	47,79	Aa	16,15	Aa	14,83	Aa	12,94	Ac	9,17	Ba	20,72	Aa	17,62	Aa
37	BR22 x IT38	38,84	Ba	46,39	Aa	16,08	Aa	14,74	Aa	13,01	Ac	9,86	Aa	20,72	Aa	18,23	Aa
38	BR22 x BR44	40,17	Ba	44,74	Aa	17,67	Aa	13,81	Ba	15,58	Ab	12,70	Aa	23,56	Aa	18,90	Ba
39	BR22 x IT55	43,91	Aa	45,67	Aa	21,68	Aa	12,39	Bb	19,81	Aa	8,46	Ba	20,39	Aa	15,52	Ba
40	BR22 x BR59	41,13	Ba	46,97	Aa	14,35	Ab	13,54	Aa	13,35	Ac	9,06	Ba	19,95	Aa	16,61	Aa
41	BR22 x BR64	39,51	Ba	45,06	Aa	12,45	Ab	14,67	Aa	11,10	Ad	9,48	Aa	16,72	Ab	17,50	Aa
42	BR22 x BR65	39,52	Ba	45,74	Aa	16,02	Aa	14,31	Aa	12,79	Ac	11,73	Aa	20,56	Aa	18,65	Aa
43	FR29 x FR32	38,75	Ba	46,77	Aa	14,88	Ab	14,51	Aa	11,34	Ad	10,46	Aa	18,78	Aa	18,26	Aa
44	FR29 x ES37	40,99	Ba	45,25	Aa	17,21	Aa	15,72	Aa	11,69	Ad	12,01	Aa	20,94	Aa	19,93	Aa
45	FR29 x IT38	40,97	Aa	44,51	Aa	14,24	Ab	15,6	Aa	13,25	Ac	11,55	Aa	19,53	Aa	19,49	Aa
46	FR29 x BR44	41,71	Ba	48,24	Aa	16,32	Aa	13,19	Aa	13,78	Ac	9,74	Ba	21,57	Aa	16,56	Ba
47	FR29 x IT55	39,14	Ba	46,97	Aa	15,66	Aa	13,05	Aa	12,20	Ad	8,81	Ba	19,87	Aa	15,91	Aa
48	FR29 x BR59	41,51	Ba	46,56	Aa	13,24	Ab	14,94	Aa	10,39	Ad	8,89	Aa	16,88	Ab	17,67	Aa
49	FR29 x BR64	40,41	Ba	45,87	Aa	14,02	Ab	12,89	Aa	11,67	Ad	9,92	Aa	18,38	Aa	16,75	Aa
50	FR29 x BR65	42,25	Ba	47,64	Aa	16,92	Aa	14,57	Aa	12,89	Ac	9,76	Aa	19,91	Aa	17,80	Aa
51	FR32 x ES37	36,34	Ba	45,20	Aa	14,61	Ab	13,37	Aa	11,66	Ad	9,04	Aa	18,78	Aa	16,38	Aa
52	FR32 x IT38	37,49	Ba	45,84	Aa	15,83	Aa	12,53	Bb	11,53	Ad	8,35	Aa	19,62	Aa	15,15	Ba
53	FR32 x BR44	41,21	Aa	42,74	Ab	12,90	Ab	11,93	Ab	12,23	Ad	9,39	Aa	17,88	Ab	15,54	Aa
54	FR32 x IT55	40,21	Ba	45,66	Aa	13,58	Ab	12,57	Ab	9,73	Ad	7,92	Aa	16,78	Ab	15,05	Aa
55	FR32 x BR59	38,31	Ba	43,92	Ab	13,47	Ab	11,91	Ab	11,75	Ad	10,18	Aa	18,87	Aa	15,67	Aa
56	FR32 x BR64	39,83	Ba	45,75	Aa	14,64	Ab	11,9	Ab	11,03	Ad	7,97	Aa	18,38	Aa	14,94	Aa
57	FR32 x BR65	38,02	Ba	42,80	Ab	15,40	Aa	12,51	Ab	11,63	Ad	8,88	Aa	19,35	Aa	15,23	Aa
58	ES37 x IT38	39,93	Ba	47,49	Aa	15,62	Aa	14,24	Aa	12,21	Ac	8,54	Ba	20,04	Aa	17,16	Aa
59	ES37 x BR44	40,37	Ba	46,13	Aa	15,70	Aa	12,51	Bb	13,05	Ad	9,27	Ba	20,48	Aa	15,81	Ba
60	ES37 x IT55	40,57	Ba	44,61	Aa	15,79	Aa	14,24	Aa	10,78	Ad	9,91	Aa	19,20	Aa	18,09	Aa
61	ES37 x BR59	36,83	Ba	44,62	Aa	13,03	Ab	13,24	Aa	9,56	Ad	9,10	Aa	16,50	Ab	16,21	Aa
62	ES37 x BR64	39,35	Ba	45,00	Aa	13,40	Ab	13,02	Aa	9,35	Ad	8,41	Aa	16,41	Ab	15,79	Aa
63	ES37 x BR65	39,30	Aa	43,04	Ab	16,89	Aa	12,7	Bb	12,10	Ad	11,04	Aa	20,81	Aa	16,93	Aa
64	IT38 x BR44	39,05	Aa	42,64	Ab	16,80	Aa	10,77	Bb	13,07	Ac	9,54	Ba	21,36	Aa	14,48	Ba
65	IT38 x IT55	41,52	Aa	39,90	Ab	18,46	Aa	14,72	Ba	9,89	Ad	9,45	Aa	13,02	Bc	17,48	Aa
66	IT38 x BR59	38,40	Aa	41,52	Ab	11,26	Bb	14,75	Aa	7,84	Ad	10,22	Aa	13,73	Ac	17,89	Aa
67	IT38 x BR64	39,76	Ba	46,01	Aa	16,54	Aa	13,17	Ba	11,81	Ad	9,35	Aa	20,39	Aa	16,63	Aa
68	IT38 x BR65	38,59	Ba	44,45	Aa	17,80	Aa	14,37	Ba	12,25	Ad	10,38	Aa	21,65	Aa	17,96	Aa
69	BR44 x IT55	39,57	Aa	43,09	Ab	14,29	Ab	10,25	Bb	12,03	Ad	8,35	Ba	18,82	Aa	13,52	Ba
70	BR44 x BR59	39,42	Ba	43,91	Ab	16,30	Aa	10,25	Bb	13,29	Ac	8,12	Ba	21,32	Aa	13,55	Ba
71	BR44 x BR64	38,61	Ba	43,97	Ab	12,45	Ab	11,19	Ab	10,57	Ad	9,20	Aa	16,46	Ab	14,78	Aa
72	BR44 x BR65	40,17	Ba	48,78	Aa	16,16	Aa	13,17	Aa	14,36	Ac	8,14	Ba	18,78	Aa	15,56	Aa
73	IT55 x BR59	37,52	Ba	47,15	Aa	14,26	Ab	12,71	Ab	11,25	Ad	7,58	Ba	16,61	Ab	15,03	Aa
74	IT55 x BR64	37,77	Ba	43,89	Ab	14,03	Ab	12,48	Ab	10,37	Ad	9,10	Aa	17,47	Ab	15,64	Aa
75	IT55 x BR65	38,66	Ba	43,69	Ab	17,31	Aa	12,23	Bb	12,71	Ac	9,15	Ba	21,45	Aa	15,29	Ba
76	BR59 x BR64	38,44	Ba	44,23	Ab	14,15	Ab	11,7	Ab	10,26	Ad	9,22	Aa	17,51	Ab	15,40	Aa
77	BR59xBR65	38,64	Ba	45,74	Aa	14,35	Ab	13,71	Aa	10,67	Ad	8,51	Aa	17,94	Ab	16,70	Aa
78	BR64xBR65	39,17	Aa	42,51	Ab	11,55	Ab	11,66	Ab	8,79	Ad	9,56	Aa	14,59	Ac	15,36	Aa
T1	13722			44,63	a			11,51	b			8,81	a			14,63	b
T2	24313			42,89	a			14,37	a			10,62	a			17,89	a

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste Scott-Knott a 5%.

A média referente à luminosidade do fruto (parâmetro “L”) na primeira época foi de 39,44 e na segunda época foi de 44,48, tendo média geral de 41,97. Segundo o Conselho relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos gêneros alimentícios (2011) tem o artigo 6º, nº 02 do Regulamento (CE) nº 510/2006, que dispõe que os valores considerados ideais para este parâmetro estão entre 38 e 40 para os minitomates. Portanto, os frutos dos híbridos deste estudo estão próximo dos valores ideais para essa característica.

Para o índice “a”, que corresponde da cor verde ao vermelho, houve efeito significativo dos híbridos e da interação híbridos x épocas, cujas médias foram de 14,92 e 12,81 nas respectivas épocas, tendo média geral de 13,87 (Tabela 8).

As maiores médias do índice “a” ocorreram na primeira época, com 71 genótipos, e na segunda época 53 destes não diferiram significativamente. Em ambas as épocas foram formados dois grupos, contendo 38 genótipos em cada grupo na primeira época. Na segunda época 36 híbridos experimentais e o híbrido testemunha 24313 formaram o grupo de maiores médias, enquanto outros 36 híbridos experimentais e o híbrido testemunha 13722 compuseram o segundo grupo (Tabela 9).

Quanto ao índice “a” da coloração, Sousa *et al.* (2015) encontraram o valor médio de 36,15, demonstrando que as cultivares avaliadas tinham frutos mais avermelhados que os híbridos do presente trabalho, cujo valor médio das duas épocas foi 13,87. Rosa *et al.* (2011) avaliaram quatro cultivares de tomate e uma delas obteve a média de 17,95 para o parâmetro “a”, chegando a um resultado mais próximo do que encontrado neste trabalho. O principal fator que pode influenciar a variação desse valor é a maturação dos frutos.

Na definição da coloração o índice “b” corresponde do azul (valores negativos) ao amarelo (valores positivos). A média geral considerando as duas épocas foi de 10,76, tendo efeito significativo das épocas e da interação híbrido x época (Tabela 8). Na primeira época foram registradas as maiores médias para todos os genótipos, não diferindo significativamente de 51 genótipos da segunda época. Na primeira época foram formados quatro grupos, contendo dois genótipos no primeiro, quatro no segundo, 21 no terceiro e 49 genótipos no quarto grupo, sendo este que tem os maiores valores para essa característica. Já na segunda época todos os genótipos ficaram no mesmo grupo (Tabela 9).

Na primeira época a média geral do índice “b” dos genótipos foi 11,95 e na segunda foi 9,58. Preczenhak *et al.* (2014) relataram que o menor valor encontrado nos acessos de minitomate foi de 7,81 e o maior de 29,32, com média 18,56, sendo superior aos valores encontrados neste estudo, e de acordo com os autores um dos acessos avaliados apresentou

coloração de amarelo ouro, que é a explicação de um valor mais alto para o índice “b”.

O índice “Croma” refere-se à pureza e à intensidade de uma cor. Houve efeito significativo da interação híbrido x época (Tabela 8). Cores de alto Croma correspondem a cores vivas e de baixo Croma podem parecer opacas ou pálidas. Na análise a média da primeira época foi de 18,59 e da segunda de 16,23, sendo considerado que os híbridos apresentam uma cor mais intensa (ALESSI, 2010).

O índice “Croma” no agrupamento de médias, apresentou na primeira época 70 genótipos com as maiores médias e na segunda teve 57 genótipos que não diferiram significativamente da primeira época. Analisando cada época separadamente, na primeira foram formados três grupos, com 44 genótipos no primeiro grupo, correspondendo aos híbridos experimentais com maior intensidade de coloração vermelha dos frutos, 27 genótipos no segundo grupo e cinco no terceiro. Na segunda época 73 híbridos experimentais mais a testemunha 24313 formaram o grupo de maiores médias e apenas a testemunha 13722 ficou no segundo grupo (Tabela 9).

O “Croma” é um dos parâmetros da coloração que está relacionado com a saturação da cor, diretamente ligada à concentração do elemento corante, que altera a sua intensidade (ALESSI, 2010) e o parâmetro “a” está ligado à variação das cores do verde ao vermelho (SOUSA *et al.*, 2015). O parâmetro “a” tem relação com o parâmetro “Croma”, sendo os responsáveis por essa diferença de coloração encontrada nos híbridos, mostrando que a maioria dos frutos eram vermelhos, mas não tinham a mesma intensidade de cor.

Sousa *et al.* (2015) avaliaram quatro cultivares de tomate e verificaram que o maior valor de “Croma” foi 8,55 e, segundo os autores, quanto mais próximo de zero for esse valor, maior será a palidez do fruto. Nesse sentido, os híbridos estudados no presente trabalho, cujo valor médio do “Croma” foi 18,68, possuem cor mais intensa.

O parâmetro “HUE” determina a tonalidade da coloração do fruto. Para o ângulo “HUE” a média na primeira época foi 38,45 e na segunda época foi 36,67, com diferença significativa entre os híbridos e interação híbridos x épocas (Tabela 8), permitindo concluir que variações ambientais definiram as diferenças entre os híbridos.

Tabela 10. Resumo da análise de variância das características “HUE” (índice colorimétrico), número de lóculos, número de nós e florescimento (dias), dos híbridos de minitomate avaliados em Guarapuava-PR, nas safras 2022 e 2022/23.

	GL	QM			
		HUE	Nº. Lóculos	Nº. de nós	Florescimento (dias)
Bloco/Época	4	85,55	0,002	112,07	698,59
Híbrido	72	61,53**	0,004**	28,21 **	117,18
Época	1	347,15	0,002	7,54	89,43
Híbrido x Época	72	24,84*	0,002	10,88*	97,39**
Resíduo	288	19,41	0,002	9,44	21,61
Total	437				
Média Geral		37,56	2,01	20,04	31,78
CV (%)		11,73	2,34	15,33	14,62

** , * significativo a 1 e 5% pelo teste F, respectivamente.

Quanto ao índice “HUE” da coloração, a primeira época se sobressaiu com todos os genótipos tendo as maiores médias, enquanto 66 genótipos não diferiram significativamente entre as épocas. Analisando cada época separadamente, as médias da primeira época formaram três grupos, com apenas dois híbridos experimentais no primeiro (BR14 x BR44 e BR14 x IT55), 11 híbridos no segundo e 63 no terceiro grupo. Na segunda época foram formados dois grupos, com 27 genótipos no primeiro, incluindo as testemunhas, e 48 híbridos experimentais no segundo grupo (Tabela 11). Preczenhak *et al.* (2014) registraram média de 55,20 nos acessos de minitomate avaliados, sendo superior aos híbridos deste estudo, assim tendo frutos com diferentes tons de cor, mostrando uma grande variabilidade.

Tabela 11. Médias do parâmetro “HUE” de coloração, número de lóculos por fruto, número de nós por planta e início do florescimento em dias, dos híbridos experimentais de minitomate avaliados nas safras 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

Híbrido	HUE				Nº de lóculos				Nº. de nós				Florescimento (dias)			
	Época 1		Época 2		Época 1		Época 2		Época 1		Época 2		Época 1		Época 2	
1 BR13 x BR14	37,71	Ac	36,53	Ab	2	Ac	2	Ab	25,0	Aa	19,0	Ba	27,3	Ac	29,6	Ac
2 BR13 x BR20	38,35	Ac	39,04	Aa	2	Bc	2,1	Aa	17,3	Ab	19,3	Aa	34,0	Bb	49,4	Aa
3 BR13 x BR22	33,68	Ac	33,08	Ab	2	Ac	2	Ab	20,3	Ab	20,3	Aa	24,0	Bc	32,3	Ac
4 BR13 x FR29	38,47	Ac	37,46	Ab	2	Ac	2	Ab	17,6	Ab	17,6	Aa	33,0	Ab	34,0	Ab
5 BR13 x FR32	38,39	Ac	36,17	Ab	2	Ac	2	Ab	14,3	Ab	15,6	Aa	23,4	Bc	40,3	Ab
6 BR13 x ES37	35,16	Ac	38,33	Aa	2	Ac	2	Ab	21,2	Aa	18,0	Aa	29,0	Ac	25,3	Ac
7 BR13 x IT38	37,05	Ac	35,55	Ab	2	Ac	2	Ab	19,6	Ab	18,6	Aa	24,6	Ac	27,0	Ac
8 BR13 x BR44	35,74	Ac	38,69	Aa	2	Ac	2,1	Aa	12,6	Bb	19,0	Aa	35,8	Ab	38,0	Ab
9 BR13 x IT55	36,50	Ac	36,35	Ab	2	Ac	2	Ab	23,3	Aa	19,0	Aa	33,0	Bb	41,0	Ab
10 BR13 x BR59	32,30	Ac	33,97	Ab	2	Ac	2	Ab	19,6	Ab	17,6	Aa	36,0	Ab	35,3	Ab

Tabela 11. Continuação...

Híbrido	HUE				Nº de lóculos				Nº. de nós				Florescimento (dias)				
	Época 1		Época 2		Época 1		Época 2		Época 1		Época 2		Época 1		Época 2		
11	BR13 x BR64	36,10	Ac	35,62	Ab	2	Ac	2	Ab	21,0	Aa	19,3	Aa	30,6	Ac	33,6	Ab
12	BR13 x BR65	31,37	Ac	34,95	Ab	2	Ac	2	Ab	19,3	Ab	19,3	Aa	22,3	Bc	36,6	Ab
13	BR14 x BR20	43,88	Ab	45,19	Aa	2,1	Ab	2	Ab	21,7	Aa	20,0	Aa	39,6	Ab	27,6	Bc
14	BR14 x BR22	46,31	Ab	46,69	Aa	2	Ac	2	Ab	20,6	Aa	23,3	Aa	31,3	Ac	30,6	Ac
15	BR14 x FR29	38,48	c			2	c			16,6	b			36,0	b		
16	BR14 x FR32	38,17	c			2	c			17,6	b			39,0	b		
17	BR14 x ES37	38,70	Ac	40,74	Aa	2	Ac	2	Ab	19,6	Ab	23,3	Aa	22,3	Ac	29,3	Ac
18	BR14 x IT38	42,36	Ab	37,66	Aa	2	Ac	2	Ab	21,0	Aa	17,3	Aa	28,3	Ac	24,6	Ac
19	BR14 x BR44	54,46	Aa	43,86	Ba	2	Ac	2	Ab	23,0	Aa	18,6	Aa	37,6	Ab	30,3	Ac
20	BR14 x IT55	52,01	Aa	36,99	Bb	2	Ac	2	Ab	21,0	Aa	19,0	Aa	56,8	Aa	29,3	Bc
21	BR14 x BR59	37,93	Ac	42,14	Aa	2	Ac	2	Ab	19,0	Ab	19,3	Aa	36,0	Ab	30,6	Ac
22	BR14 x BR64	43,41	Ab	41,90	Aa	2	Ac	2	Ab	19,6	Ab	19,6	Aa	40,0	Ab	31,0	Bc
23	BR14 x BR65	44,89	Ab	47,92	Aa	2	Ac	2	Ab	22,0	Aa	21,6	Aa	25,3	Ac	32,0	Ac
24	BR20 x BR22	38,95	Ac	38,47	Aa	2	Ac	2	Ab	19,6	Ab	19,0	Aa	35,3	Ab	35,0	Ab
25	BR20 x FR29	37,21	Ac	35,09	Ab	2	Ac	2	Ab	17,3	Ab	20,0	Aa	36,8	Ab	31,0	Ac
26	BR20 x FR32	37,31	c			2	c			19,6	b			43,6	b		
27	BR20 x ES37	38,93	Ac	36,97	Ab	2	Ac	2	Ab	18,0	Ab	20,6	Aa	29,8	Ac	23,3	Ac
28	BR20 x IT38	38,07	Ac	38,67	Aa	2	Ac	2	Ab	17,0	Ab	21,6	Aa	42,3	Ab	36,0	Ab
29	BR20 x BR44	39,77	Ac	31,83	Bb	2	Ac	2	Ab	26,0	Aa	21,6	Aa	31,3	Ac	31,0	Ac
31	BR20 x BR59	37,19	Ac	38,10	Aa	2	Ac	2	Ab	20,0	Ab	17,6	Aa	36,3	Ab	36,0	Ab
32	BR20 x BR64	36,46	Ac	39,14	Aa	2	Ac	2	Ab	18,3	Ab	17,6	Aa	40,3	Ab	31,6	Bc
33	BR20 x BR65	39,08	Ac	34,72	Ab	2	Ac	2	Ab	26,0	Aa	18,6	Ba	33,3	Ab	28,3	Ac
34	BR22 x FR29	37,92	Ac	36,31	Ab	2	Ac	2	Ab	21,0	Aa	21,3	Aa	35,3	Ab	30,0	Ac
36	BR22 x ES37	38,80	Ac	32,16	Ab	2	Ac	2	Ab	20,6	Aa	21,0	Aa	25,0	Ac	27,6	Ac
37	BR22 x IT38	39,06	Ac	34,56	Ab	2	Ac	2	Ab	23,3	Aa	23,3	Aa	24,3	Ac	24,3	Ac
38	BR22 x BR44	40,11	Ac	42,71	Aa	2	Ac	2	Ab	27,7	Aa	25,3	Aa	27,3	Ac	33,0	Ac
39	BR22 x IT55	41,95	Ab	35,10	Ab	2	Ac	2	Ab	19,3	Ab	23,0	Aa	41,3	Ab	26,6	Bc
40	BR22 x BR59	42,30	Ab	33,41	Bb	2	Ac	2	Ab	18,3	Ab	20,0	Aa	28,6	Ac	28,6	Ac
41	BR22 x BR64	41,89	Ab	33,27	Bb	2	Ac	2	Ab	19,3	Ab	18,6	Aa	27,0	Ac	26,0	Ac
42	BR22 x BR65	37,76	Ac	38,51	Aa	2	Ac	2	Ab	24,3	Aa	21,0	Aa	22,6	Ac	25,6	Ac
43	FR29 x FR32	37,76	Ac	34,48	Ab	2	Ac	2	Ab	16,9	Ab	18,6	Aa	40,8	Ab	28,6	Bc
44	FR29 x ES37	34,29	Ac	37,26	Ab	2	Ac	2	Ab	19,6	Ab	20,6	Aa	30,0	Ac	28,3	Ac
45	FR29 x IT38	42,71	Ab	36,41	Ab	2,1	Ab	2	Bb	19,0	Ab	20,6	Aa	36,6	Ab	31,0	Ac
46	FR29 x BR44	40,40	Ac	37,16	Ab	2	Ac	2	Ab	17,0	Ab	19,6	Aa	30,3	Ac	27,0	Ac
47	FR29 x IT55	38,09	Ac	32,55	Ab	2	Ac	2	Ab	18,6	Ab	20,6	Aa	38,6	Ab	29,6	Bc
48	FR29 x BR59	38,31	Ac	31,12	Bb	2	Ac	2	Ab	15,6	Ab	16,6	Aa	33,0	Ab	27,6	Ac
49	FR29 x BR64	39,54	Ac	37,47	Ab	2	Ac	2	Ab	17,6	Ab	18,3	Aa	30,0	Ac	31,3	Ac
50	FR29 x BR65	37,59	Ac	33,62	Ab	2	Ac	2	Ab	20,6	Aa	23,0	Aa	31,0	Ac	25,3	Ac
51	FR32 x ES37	38,66	Ac	34,85	Ab	2	Ac	2	Ab	13,6	Bb	19,6	Aa	29,0	Ac	30,0	Ac
52	FR32 x IT38	36,43	Ac	33,28	Ab	2	Ac	2	Ab	21,3	Aa	18,0	Aa	26,0	Ac	31,3	Ac
53	FR32 x BR44	43,52	Ab	38,31	Aa	2	Ac	2	Ab	20,0	Ab	20,6	Aa	25,6	Bc	37,3	Ab
54	FR32 x IT55	35,95	Ac	31,92	Ab	2	Ac	2	Ab	20,0	Ab	19,3	Aa	36,3	Ab	32,0	Ac
55	FR32 x BR59	38,17	Ac	39,58	Aa	2	Ac	2	Ab	17,2	Ab	19,3	Aa	39,0	Ab	38,0	Ab
56	FR32 x BR64	37,27	Ac	32,90	Ab	2	Ac	2	Ab	16,6	Ab	17,3	Aa	38,0	Ab	37,3	Ab

Tabela 11. Continuação...

Híbrido	HUE				N° de lóculos				N°. de nós				Florescimento (dias)				
	Época 1		Época 2		Época 1		Época 2		Época 1		Época 2		Época 1		Época 2		
57	FR32 x BR65	37,01	Ac	37,41	Ab	2	Ac	2	Ab	21,6	Aa	20,6	Aa	29,6	Ac	34,3	Ab
58	ES37 x IT38	37,95	Ac	32,23	Ab	2	Ac	2	Ab	23,0	Aa	21,0	Aa	28,3	Ac	22,3	Ac
59	ES37 x BR44	39,62	Ac	34,52	Ab	2	Ac	2	Ab	21,6	Aa	18,0	Aa	28,0	Ac	28,0	Ac
60	ES37 x IT55	33,78	Ac	35,21	Ab	2	Ac	2	Ab	24,3	Aa	22,3	Aa	26,8	Ac	27,3	Ac
61	ES37 x BR59	34,38	Ac	35,58	Ab	2	Ac	2	Ab	18,6	Ab	19,0	Aa	28,7	Ac	29,3	Ac
62	ES37 x BR64	34,95	Ac	32,73	Ab	2	Ac	2	Ab	18,6	Ab	19,3	Aa	33,0	Ab	30,6	Ac
63	ES37 x BR65	35,38	Ac	41,84	Aa	2	Ac	2	Ab	24,6	Aa	21,6	Aa	22,3	Ac	27,6	Ac
64	IT38 x BR44	37,89	Ac	39,14	Aa	2	Ac	2	Ab	23,3	Aa	17,6	Ba	23,0	Bc	30,6	Ac
65	IT38 x IT55	28,68	Ac	32,66	Ab	2	Ac	2	Ab	24,6	Aa	24,0	Aa	30,0	Bc	49,3	Aa
66	IT38 x BR59	34,93	Ac	35,41	Ab	2	Ac	2	Ab	15,3	Ab	18,3	Aa	55,8	Aa	27,0	Bc
67	IT38 x BR64	35,61	Ac	36,00	Ab	2	Ac	2	Ab	16,0	Ab	17,3	Aa	33,3	Ab	28,0	Ac
68	IT38 x BR65	34,37	Ac	35,64	Ab	2	Ac	2	Ab	21,6	Aa	23,3	Aa	24,3	Ac	26,3	Ac
69	BR44 x IT55	40,53	Ac	38,26	Aa	2	Ac	2	Ab	23,3	Aa	22,6	Aa	36,3	Ab	40,0	Ab
70	BR44 x BR59	40,57	Ac	37,11	Ab	2	Ac	2	Ab	17,6	Ab	19,0	Aa	31,0	Ac	36,6	Ab
71	BR44 x BR64	40,28	Ac	40,34	Aa	2	Ac	2	Ab	22,3	Aa	19,0	Aa	35,6	Ab	33,6	Ab
72	BR44 x BR65	41,87	Ab	31,18	Bb	2	Ac	2	Ab	26,0	Aa	22,3	Aa	33,8	Ab	26,0	Bc
73	IT55 x BR59	37,80	Ac	30,63	Ab	2	Ac	2	Ab	22,0	Aa	20,6	Aa	28,0	Ac	32,0	Ac
74	IT55 x BR64	36,64	Ac	35,67	Ab	2	Ac	2	Ab	22,0	Aa	21,0	Aa	31,2	Ac	32,3	Ac
75	IT55 x BR65	36,32	Ac	36,82	Ab	2,2	Aa	2	Bb	20,0	Ab	21,3	Aa	35,8	Ab	33,0	Ac
76	BR59 x BR64	35,98	Ac	38,26	Aa	2	Ac	2	Ab	15,6	Ab	18,3	Aa	37,0	Ab	31,3	Ac
77	BR59xBR65	36,36	Ac	31,49	Ab	2	Ac	2	Ab	20,6	Aa	18,3	Aa	28,0	Ac	31,3	Ac
78	BR64xBR65	37,27	Ac	40,15	Aa	2	Ac	2	Ab	19,3	Ab	19,3	Aa	39,3	Ab	32,0	Ac
T1	13722			37,37	a			2	b			19,3	a			36,6	b
T2	24313			36,28	a			2	b			18,0	a			35,0	b

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste Scott-Knott a 5%.

Para o número de lóculos houve efeito significativo para os híbridos (Tabela 10). Com pouca variação e média geral de 2,01 (Tabela 10). Na primeira foram formados três grupos, com um genótipo no primeiro, 2 no segundo e 73 no terceiro grupo. Na segunda época os genótipos foram separados em dois grupos, sendo dois genótipos no primeiro e 73 no segundo grupo, sendo que as duas testemunhas fazem parte deste grupo (Tabela 11).

No trabalho de Costa *et al.* (2018), foram utilizados 64 acessos de tomate cereja e destes 53 acessos apresentaram 2 lóculos, 3 acessos com 3 e 8 com 4 lóculos, representando que a maioria dos acessos de tomate cereja estudado por eles apresenta apenas dois lóculos, resultado condizente com esta pesquisa, afirmando que os minitomates na sua grande maioria vão apresentar uma baixa quantidade de lóculos, principalmente devido ao seu tamanho ser reduzido.

Para o número de nós houve diferenças significativas entre os híbridos, com média de 20,17 na primeira época, 19,90 na segunda e média geral de 20,04 (Tabela 10). Em ambas as

épocas as médias formaram dois grupos. Na primeira época 33 genótipos no primeiro grupo (variando de 20,6 a 27,7) e no segundo 43 genótipos (variando de 12,6 a 20,3). Já na segunda época, 75 genótipos ficaram no mesmo grupo (variando de 15,6 a 25,3) (Tabela 11).

Quanto ao início do florescimento, em dias, houve efeito significativo apenas da interação híbrido x época, com média geral entre as épocas de 31,78 dias (Tabela 10), permitindo a observação de que essa variação sofre influência das condições ambientais da época de avaliação e não somente pelos híbridos avaliados.

O número médio de dias para o início do florescimento se dividiu em três grupos em ambas as épocas. Na primeira época, o de maiores médias envolveu dois híbridos (BR14 x IT55 = 56,8 dias e IT38 x BR44 = 55,8 dias), 35 no segundo (variando de 33,0 a 43,6) e 39 no terceiro (variando de 22,3 a 31,3 dias). Na segunda época dois híbridos foram alocados no grupo de médias superiores (BR13 x BR20 = 49,4 dias e ES37 x BR65 = 49,3 dias), 19 no segundo grupo (variando de 34,0 a 41,0 dias), incluindo as testemunhas, e 54 no terceiro grupo (variando de 22,3 a 33,0 dias) (Tabela 11).

Mais da metade dos híbridos aqui estudados apresentam menores médias de dias para o início do florescimento e maiores médias de dias para o ciclo produtivo (característica que será abordada adiante), assim não apresentando concentração de produção e prolongando o ciclo produtivo do híbrido. Resultado condizente com o encontrado por Maciel *et al.* (2016), cujos híbridos também não apresentaram relação com a concentração da produção.

Para o comprimento do fruto a média na primeira época foi de 25,77 mm e na segunda de 26,89 mm, apresentando diferença significativa entre os híbridos e efeito significativo da interação híbridos x épocas (Tabela 12).

Tabela 12. Resumo da análise de variância conjunta das características comprimento (mm), largura (mm), formato e cicatriz peduncular (mm) dos frutos dos híbridos de minitomate avaliados em Guarapuava-PR, nas safras 2022 e 2022/23.

	GL	QM			
		Comprimento (mm)	Largura (mm)	Formato	Cicatriz (mm)
Bloco / Época	4	218,77	167,63	0,04	3,71
Híbrido	72	49,30**	92,97**	0,15**	3,03**
Época	1	161,71	69,15	0,05	0,01
Híbrido x Época	72	13,99**	9,19*	0,01	0,25
Resíduo	288	8,78	8,32	0,01	0,20
Total	437				
Média Geral		26,37	25,89	1,04	3,58
CV (%)		11,23	11,14	10,92	12,50

** , * significativo a 1 e 5% pelo teste F, respectivamente.

As médias do comprimento do fruto na primeira época diferiram em dois grupos, com 28 genótipos no primeiro grupo (variando de 26,5 a 32,7) e 48 no segundo (variando de 19,8 a 26,2 mm). Na segunda época as médias formaram três grupos, com 37 genótipos no primeiro (variando de 27, 1 a 34,9 mm), incluindo a testemunha 13722 (28,9 mm) 28 no segundo (variando de 23,4 a 26,9 mm), incluindo a testemunha 24313 (26,9 mm), e 10 genótipos no terceiro grupo (variando de 17,4 a 22,9 mm) (Tabela 13).

Tabela 13. Médias do comprimento (mm), largura (mm), formato e cicatriz peduncular dos frutos (mm), dos híbridos experimentais de minitomate avaliados nas safras 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

	Híbrido	Comprimento (mm)		Largura (mm)		Formato		Cicatriz (mm)									
		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2								
1	BR13 x BR14	21,9	Ab	25,8	Ab	22,6	Ac	25,9	Ac	0,96	Ac	1,00	Ac	3,5	Ac	3,4	Ac
2	BR13 x BR20	25,1	Ab	19,9	Bc	23,1	Ab	18,7	Ad	1,10	Ac	1,07	Ac	2,9	Ad	2,5	Ad
3	BR13 x BR22	28,8	Aa	30,2	Aa	28,7	Aa	29,4	Ab	1,00	Ac	1,03	Ac	3,7	Ac	3,4	Ac
4	BR13 x FR29	26,2	Ab	28,0	Aa	28,2	Aa	30,2	Aa	0,93	Ac	0,93	Ad	3,5	Ac	3,6	Ac
5	BR13 x FR32	21,7	Ab	24,7	Ab	20,3	Ac	20,1	Ad	1,10	Ac	1,20	Ab	3,1	Ac	2,7	Ad
6	BR13 x ES37	21,8	Ab	20,6	Ac	23,9	Ab	23,2	Ac	0,92	Ac	0,88	Ad	3,2	Ac	3,9	Ab
7	BR13 x IT38	24,0	Ab	21,3	Ac	25,3	Ab	24,7	Ac	0,96	Ac	0,86	Ad	3,6	Ac	4,0	Ab
8	BR13 x BR44	29,9	Aa	30,6	Aa	33,1	Aa	33,8	Aa	0,91	Ac	0,90	Ad	3,7	Ab	4,3	Ab
9	BR13 x IT55	26,9	Aa	28,2	Aa	24,0	Ab	25,9	Ac	1,12	Ab	1,09	Ac	2,9	Ad	2,7	Ad
10	BR13 x BR59	22,1	Bb	27,8	Aa	20,4	Ac	23,3	Ac	1,08	Ac	1,19	Ab	2,5	Ad	2,4	Ad
11	BR13 x BR64	27,5	Aa	29,1	Aa	23,5	Ab	24,5	Ac	1,15	Ab	1,19	Ab	2,6	Ad	2,6	Ad
12	BR13 x BR65	26,9	Aa	28,5	Aa	21,6	Ac	23,7	Ac	1,24	Ab	1,19	Ab	2,7	Ad	2,6	Ad
13	BR14 x BR20	23,1	Ab	24,2	Ab	24,3	Ab	25,0	Ac	0,97	Ac	0,96	Ac	3,3	Ac	3,1	Ac
14	BR14 x BR22	30,5	Aa	23,6	Bb	32,2	Aa	26,7	Bb	0,94	Ac	0,88	Ad	4,1	Ab	3,3	Bc
15	BR14 x FR29	23,4	b			25,8	b			0,91	c			5,1	a		
16	BR14 x FR32	25,4	b			23,9	b			1,06	c			7,7	a		
17	BR14 x ES37	22,4	Ab	18,8	Ac	24,5	Ab	22,3	Ac	0,93	Ac	0,85	Ad	3,6	Ac	3,3	Ac
18	BR14 x IT38	22,2	Ab	23,8	Ab	24,9	Ab	26,9	Ab	0,90	Ac	0,89	Ad	3,4	Ac	3,5	Ac
19	BR14 x BR44	25,1	Ab	26,0	Ab	27,9	Aa	28,4	Ab	0,90	Ac	0,91	Ad	3,9	Ab	3,8	Ab
20	BR14 x IT55	27,0	Aa	26,2	Ab	26,8	Aa	25,8	Ac	1,00	Ac	1,01	Ac	3,6	Ac	3,4	Ac
21	BR14 x BR59	22,9	Ab	25,7	Ab	22,5	Ac	23,2	Ac	1,01	Ac	1,09	Ac	3,1	Ac	3,5	Ac
22	BR14 x BR64	23,2	Ab	24,3	Ab	24,3	Ab	24,9	Ac	0,95	Ac	0,97	Ac	3,2	Ac	3,5	Ac
23	BR14 x BR65	29,0	Aa	22,9	Bc	28,7	Aa	22,1	Bc	1,01	Ac	1,03	Ac	3,3	Ac	3,0	Ac
24	BR20 x BR22	19,8	Bb	29,1	Aa	19,7	Ac	22,0	Ac	1,01	Bc	1,36	Aa	2,9	Ad	2,8	Ad
25	BR20 x FR29	24,3	Ab	27,4	Aa	26,1	Ab	27,2	Ab	0,93	Ac	1,00	Ac	3,8	Ab	3,7	Ac
26	BR20 x FR32	23,0	b			18,1	c			1,32	a			2,1	e		
27	BR20 x ES37	21,8	Ab	23,4	Ab	23,1	Ab	25,6	Ac	0,95	Ac	0,92	Ad	3,6	Ac	3,9	Ab
28	BR20 x IT38	20,4	Ab	24,3	Ab	22,1	Ac	24,7	Ac	0,93	Ac	0,99	Ac	3,4	Ac	3,4	Ac
29	BR20 x BR44	26,1	Ab	26,2	Ab	28,3	Aa	28,3	Ab	0,92	Ac	0,92	Ad	4,4	Ab	4,1	Ab
31	BR20 x IT55	25,3	Ab	28,7	Aa	21,8	Ac	19,3	Ad	1,33	Aa	1,47	Aa	2,7	Ad	2,5	Ad
32	BR20 x BR59	22,5	Ab	24,9	Ab	19,4	Ac	19,8	Ad	1,15	Ab	1,25	Ab	2,9	Ad	3,3	Ac

Tabela 13. Continuação...

	Híbrido	Comprimento (mm)		Largura (mm)		Formato		Cicatriz (mm)									
		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2								
33	BR20 x BR64	23,4	Ab	17,4	Bc	18,8	Ac	12,3	Be	1,24	Ab	1,41	Aa	2,5	Ad	2,2	Ad
34	BR20 x BR65	29,3	Aa	31,3	Aa	33,2	Aa	33,2	Aa	0,88	Ac	0,94	Ad	4,2	Ab	4,1	Ab
36	BR22 x FR29	25,4	Ab	26,7	Ab	31,3	Aa	31,5	Aa	0,81	Ac	0,84	Ad	4,4	Ab	4,1	Ab
37	BR22 x FR32	25,8	Ab	28,1	Aa	29,2	Aa	32,9	Aa	0,88	Ac	0,86	Ad	4,2	Ab	4,3	Ab
38	BR22 x ES37	32,7	Aa	32,1	Aa	35,6	Aa	35,3	Aa	0,92	Ac	0,91	Ad	6,0	Aa	5,3	Aa
39	BR22 x IT38	24,1	Bb	34,9	Aa	24,5	Bb	31,9	Aa	0,97	Ac	1,09	Ac	3,2	Bc	4,5	Ab
40	BR22 x BR44	25,1	Ab	27,4	Aa	24,5	Ab	24,1	Ac	1,02	Ac	1,13	Ab	3,4	Ac	3,1	Ac
41	BR22 x IT55	30,1	Aa	32,2	Aa	31,4	Aa	30,6	Aa	0,97	Ac	1,05	Ac	4,4	Ab	4,2	Ab
42	BR22 x BR59	31,4	Aa	32,6	Aa	29,5	Aa	30,8	Aa	1,07	Ac	1,06	Ac	4,1	Ab	3,8	Ab
43	BR22 x BR64	25,0	Ab	26,2	Ab	24,1	Ab	26,8	Ab	1,03	Ac	0,98	Ac	3,3	Ac	3,5	Ac
44	BR22 x BR65	25,6	Ab	25,8	Ab	28,8	Aa	30,2	Aa	0,89	Ac	0,85	Ad	4,3	Ab	4,0	Ab
45	FR29 x FR32	25,7	Ab	25,0	Ab	29,1	Aa	28,6	Ab	0,89	Ac	0,88	Ad	3,6	Ac	3,9	Ab
46	FR29 x ES37	26,2	Bb	31,5	Aa	30,7	Ba	35,5	Aa	0,86	Ac	0,88	Ad	4,4	Ab	4,9	Aa
47	FR29 x IT38	28,2	Aa	29,6	Aa	29,8	Aa	30,8	Aa	0,95	Ac	0,96	Ad	3,7	Ac	4,1	Ab
48	FR29 x BR44	27,4	Aa	26,5	Ab	28,2	Aa	25,9	Ac	0,97	Ac	1,03	Ac	3,2	Ac	3,3	Ac
49	FR29 x IT55	26,5	Aa	29,8	Aa	28,4	Aa	31,2	Aa	0,94	Ac	0,96	Ad	4,0	Ab	3,6	Ac
50	FR29 x BR59	29,9	Aa	29,8	Aa	30,1	Aa	27,4	Ab	0,99	Bc	1,62	Aa	4,3	Ab	3,5	Bc
51	FR29 x BR64	23,9	Ab	22,7	Ac	22,5	Ac	22,5	Ac	1,05	Ac	1,01	Ac	3,2	Ac	3,3	Ac
52	FR29 x BR65	21,2	Bb	26,8	Ab	21,2	Ac	25,0	Ac	1,01	Ac	1,07	Ac	3,5	Ac	3,5	Ac
53	FR32 x ES37	30,7	Aa	30,4	Aa	29,9	Aa	28,9	Ab	1,03	Ac	1,05	Ac	4,6	Ab	3,7	Bc
54	FR32 x IT38	29,6	Aa	29,7	Aa	21,6	Ac	21,1	Ad	1,37	Aa	1,42	Aa	2,7	Ad	2,8	Ad
55	FR32 x BR44	28,3	Aa	31,5	Aa	20,5	Ac	23,8	Ac	1,36	Aa	1,32	Ab	2,3	Ad	2,5	Ad
56	FR32 x IT55	28,6	Aa	32,0	Aa	22,3	Ac	22,7	Ac	1,28	Aa	1,40	Aa	2,7	Ad	2,5	Ad
57	FR32 x BR59	28,1	Aa	27,7	Aa	20,2	Ac	18,9	Ad	1,45	Aa	1,47	Aa	2,2	Ad	2,5	Ad
58	FR32 x BR64	22,2	Ab	21,7	Ac	25,6	Ab	27,9	Ab	0,87	Ac	0,83	Ad	4,1	Ab	3,9	Ab
59	FR32 x BR65	25,6	Ab	26,0	Ab	28,7	Aa	31,3	Aa	0,91	Ac	0,83	Ad	5,1	Aa	5,4	Aa
60	ES37 x IT38	23,9	Ab	25,8	Ab	27,5	Aa	28,5	Ab	0,87	Ac	0,90	Ad	4,2	Ab	4,1	Ab
61	ES37 x BR44	23,1	Ab	25,1	Ab	23,2	Ab	25,6	Ac	0,99	Ac	0,97	Ac	3,8	Ab	3,4	Ac
62	ES37 x IT55	24,0	Ab	24,9	Ab	25,4	Ab	26,6	Ab	0,94	Ac	0,94	Ad	3,6	Ac	3,7	Ac
63	ES37 x BR59	25,6	Ab	22,5	Ac	24,9	Ab	24,2	Ac	1,03	Ac	0,94	Ad	3,7	Ac	3,5	Ac
64	ES37 x BR64	25,4	Ab	26,0	Ab	30,0	Aa	32,1	Aa	0,85	Ac	0,81	Ad	5,4	Aa	4,7	Aa
65	ES37 x BR65	23,5	Bb	31,8	Aa	22,3	Bc	27,6	Ab	1,13	Ab	1,15	Ab	3,1	Ac	3,4	Ac
66	IT38 x BR44	23,4	Ab	22,9	Ac	24,7	Ab	22,6	Ac	0,94	Ac	1,01	Ac	3,3	Ac	3,6	Ac
67	IT38 x IT55	21,8	Ab	25,4	Ab	23,2	Ab	27,6	Ab	0,95	Ac	0,92	Ad	3,5	Bc	4,6	Aa
68	IT38 x BR59	24,6	Ab	24,1	Ab	24,1	Ab	24,3	Ac	1,02	Ac	1,00	Ac	3,8	Ab	3,5	Ac
69	IT38 x BR64	28,9	Aa	31,2	Aa	29,6	Aa	32,7	Aa	0,98	Ac	0,95	Ad	4,5	Ab	4,9	Aa
70	IT38 x BR65	25,1	Ab	28,1	Aa	24,6	Ab	28,3	Ab	1,02	Ac	0,99	Ac	3,2	Ac	3,6	Ac
71	BR44 x IT55	26,9	Aa	28,5	Aa	29,3	Aa	31,1	Aa	0,92	Ac	0,92	Ad	4,3	Bb	5,3	Aa
72	BR44 x BR59	23,2	Bb	28,5	Aa	26,0	Ab	30,2	Aa	0,91	Ac	0,94	Ad	4,7	Ab	4,5	Ab
73	BR44 x BR64	27,7	Aa	25,9	Ab	22,1	Ac	22,6	Ac	1,26	Ab	1,15	Ab	2,8	Ad	3,2	Ac
74	BR44 x BR65	30,9	Aa	30,5	Aa	24,6	Ab	25,8	Ac	1,25	Ab	1,16	Ab	3,2	Ac	3,4	Ac
75	IT55 x BR59	31,3	Aa	31,7	Aa	24,0	Ab	24,5	Ac	1,30	Aa	1,29	Ab	3,0	Ad	2,8	Ad
76	IT55 x BR64	25,5	Ab	27,8	Aa	20,3	Ac	21,5	Ad	1,25	Ab	1,28	Ab	2,4	Ad	2,6	Ad
77	IT55 x BR65	27,4	Aa	27,1	Aa	20,3	Ac	21,1	Ad	1,35	Aa	1,29	Ab	2,6	Ad	2,4	Ad

Tabela 13. Continuação...

Híbrido	Comprimento (mm)		Largura (mm)		Formato		Cicatriz (mm)	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
78 BR59 x BR64	27,3 Aa	28,4 Aa	20,9 Ac	22,2 Ac	1,31 Aa	1,28 Ab	2,8 Ad	2,6 Ad
T1 13722		28,9 a		22,9 c		1,26 b		2,8 d
T2 24313		26,9 b		21,6 d		1,24 b		2,6 d

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste Scott-Knott a 5%.

O comprimento é uma das características que determina o tamanho e o formato do fruto. Vieira *et al.* (2014) obtiveram médias de comprimento de 30,0 mm, 30,6 mm e 29,7 mm ao avaliarem a cultivar Sweet Grape em diferentes tipos de cultivo, cujos valores superaram a média geral das duas épocas deste estudo, que foi 26,37 mm.

Para a largura do fruto, as médias foram de 25,49 e 26,29 mm nas respectivas épocas, com efeito significativo apenas para os híbridos. Na primeira época as médias da largura do fruto formaram três grupos, com 27 híbridos experimentais no primeiro (variando de 26,8 a 35,6 mm), 27 no segundo (variando de 23,1 a 26,1 mm) e 22 híbridos no terceiro grupo (variando de 18,1 a 22,6 mm). Já na segunda época as médias diferiram em cinco grupos, com 18 genótipos no primeiro (variando de 30,2 a 35,5 mm), 16 no segundo (variando de 26,6 a 29,4 mm), 31 no terceiro grupo (variando de 22,0 a 25,9 mm), incluindo a testemunha 13722 (22,9 mm), nove no quarto (variando de 18,7 a 21,6 mm), incluindo a testemunha 24313 (21,6 mm), e o híbrido BR20 x BR64 no quinto (12,3 mm) (Tabela 13).

A largura do fruto é importante para a classificação do formato, sendo que na primeira época a média geral foi 25,49 mm e na segunda de 26,18 mm. Preczenhak *et al.* (2014) relatam que a média nos acessos de minitomate avaliados variaram de 25,00 mm a 30,00 mm, resultados próximos aos encontrados neste estudo, apresentando frutos oblongos, redondos e achatados.

O formato do fruto, definido pela relação comprimento/largura, é uma das características que mais variaram, tendo diversos formatos, frutos oblongos, achatados ou, ainda, frutos arredondados. Os minitomates são caracterizados de forma mais abrangente por possuírem frutos de tamanho reduzido, assim englobando toda essa diversidade de formatos (PRECZENHAK *et al.*, 2014).

Para o formato do fruto houve diferença significativa entre os híbridos. Na primeira época as médias formaram três grupos, em que os híbridos com frutos de formato oblongo foram alocados nos dois primeiros grupos, sendo 9 híbridos no primeiro grupo (variando de 1,28 a 1,45) e 9 no segundo (variando de 1,12 a 1,26). O terceiro grupo incluiu 58 híbridos (variando de 0,81 a 1,10), ou seja, com frutos de formato achatado (<1,0), arredondado

(próximo a 1,0) e tendendo a oblongo. Na segunda época formaram-se quatro grupos, com sete híbridos com frutos de formato oblongo no primeiro (variando de 1,36 a 1,62) e 16 no segundo grupo (variando de 1,13 a 1,32), incluindo as testemunhas. No terceiro grupo foram alocados 23 híbridos com frutos tendendo a arredondados (variando de 0,97 a 1,09) e 29 híbridos de formato achatado no quarto grupo (variando de 0,81 a 0,96) (Tabela 13).

Nas cultivares de minitomate tem uma diversidade de formato disponível no mercado, mas os mais conhecidos e comercializados são os tomates cerejas que tem o formato arredondado e o *grape* que tem o formato oblongo (ALVARENGA, 2013), que são os formatos encontrados em grande maioria nestes experimentos.

A cicatriz peduncular apresentou pouca variação de uma época para outra, ficando com a média geral das duas épocas de 3,58 mm, mas com diferença significativa entre os híbridos (Tabela 12). Não houve efeito significativo de épocas e da interação híbridos x épocas. Na primeira época se formaram quatro grupos, contendo cinco genótipos no primeiro grupo (variando de 5,1 a 7,7) e 21 (variando de 3,8 a 4,7), 31 (variando de 3,1 a 3,7), 18 (variando de 2,2 a 3,0) e um genótipo (2,1) no quarto grupo. Na segunda época houve a formação de quatro grupos, contendo sete genótipos no primeiro (variando de 4,6 a 5,4), 18 no segundo (variando de 3,8 a 4,5), 31 o terceiro (variando de 3,0 a 3,7) e 19 no quarto grupo (variando de 2,2 a 2,8), incluindo as testemunhas (Tabela 13).

O diâmetro da cicatriz peduncular relatado por Vieira *et al.* (2014) seguiu as médias de 0,7 mm e 1,0 mm para os frutos da cultivar Sweet Grape avaliada no cultivo orgânico e convencional. No presente estudo a média geral das duas épocas foi 3,58 mm, sendo mais elevada do que a encontrada pelos autores. É uma característica importante para a definição do padrão de qualidade, pois, segundo os autores, o menor tamanho da cicatriz peduncular, contribuiu para menor perda de massa durante o armazenamento do fruto. A perda de água ocorre por conta da alta taxa de respiração do fruto que é verificada na área da cicatriz. Assim, os frutos com menor cicatriz peduncular podem favorecer a conservação pós-colheita (SHIRAHIGE, 2009). Nesse sentido, se destacou o híbrido BR20 x FR32 na primeira época e na segunda os híbridos BR13 x BR20, BR13 x FR32, BR13 x IT55, BR13 x BR59, BR13 x BR64, BR13 x BR65, BR20 x BR22, BR20 x BR59, BR20 x BR64, FR32 x IT38, FR32 x BR44, FR32 x IT55, FR32 x BR59, IT55 x BR59, IT55 x BR64, IT55 x BR65, BR59 x BR64, os quais não diferiram das testemunhas na segunda época.

Para o teor de sólidos solúveis houve efeito significativo de épocas e da interação híbridos x épocas (Tabela 14), indicando que as variações ambientais influenciaram o desempenho de alguns híbridos. O desejável é encontrar genótipos com alto teor de sólidos

solúveis (elevado valor de °Brix), cujas médias nas respectivas épocas foram de 5,69°Brix e 6,95°Brix, e a média geral foi 6,32°Brix (Tabela 14). Segundo Maciel *et al.* (2015), valores acima de 6°Brix, proporcionam sabor mais adocicado nos frutos, e os resultados aqui obtidos são considerados valores desejáveis, nesta busca por frutos mais doces, preferidos para os minitomates.

Tabela 14. Resumo da análise de variância das características teor de sólidos solúveis (°Brix), peso médio de frutos (g) e ciclo produtivo (dias) dos híbridos de minitomate avaliados em Guarapuava-PR, nas safras 2022 e 2022/23.

	GL	QM		
		Sólidos solúveis (°Brix)	Peso médio de fruto (g)	Ciclo (dias)
Bloco / Época	4	1,03	172,04	4141,54
Híbrido	72	2,34**	115,07**	390,62*
Época	1	175,38**	1,06	4370,91
Híbrido x Época	72	1,07**	15,65*	248,14**
Resíduo	288	0,71	5,22	74,78
Total	437			
Média Geral		6,32	12,48	55,99
CV (%)		13,31	18,30	15,44

**, * significativo a 1 e 5% pelo teste F, respectivamente.

O agrupamento das médias do teor de sólidos solúveis dos frutos (°Brix) mostra que 43 genótipos não diferiram significativamente entre as épocas. Na primeira época houve a formação de três grupos, apresentando 38 genótipos no primeiro grupo (variando de 5,73 a 7,72 °Brix), 36 no segundo (variando de 4,22 a 5,67 °Brix) e 2 no terceiro grupo (2,79 e 3,20 °Brix). Na segunda época houve a formação de três grupos, em que os híbridos BR13 x BR20 (9,19 °Brix), BR14 x BR65 (9,17 °Brix) e BR20 x BR64 (10,15 °Brix) formaram o grupo de maiores médias. No segundo grupo foram incluídos 29 híbridos (variando de 7,11 a 8,24 °Brix) incluindo as testemunhas, e 43 no terceiro (variando de 5,29 a 7,04 °Brix) (Tabela 15).

Tabela 15. Médias do teor de sólidos solúveis (°Brix), peso médio de frutos (g) e ciclo produtivo (dias) dos híbridos avaliados nas safras 2022 e 2022/23 e produtividade de frutos (g/planta) de minitomate avaliada na safra de 2022/23 em Guarapuava-PR.

	Híbrido	Teor de sólidos solúveis (°Brix)				Peso médio do fruto (g)				Ciclo (dias)		Produtividade (g/planta)			
		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2		
1	BR13 x BR14	6,12	Aa	7,04	Ac	6,35	Be	10,95	Ad	56,4	Aa	54,0	Ab	978,42	b
2	BR13 x BR20	5,86	Ba	9,19	Aa	8,66	Ae	3,89	Bf	54,6	Aa	31,6	Bc	303,58	e
3	BR13 x BR22	5,46	Ab	5,87	Ac	13,67	Ac	15,21	Ac	63,6	Aa	60,3	Aa	902,81	b
4	BR13 x FR29	5,63	Bb	7,46	Ab	13,71	Ac	14,59	Ac	45,4	Ab	49,3	Ab	639,46	c
5	BR13 x FR32	6,21	Ba	8,14	Ab	9,08	Ae	7,86	Ae	52,6	Aa	58,6	Aa	619,65	d
6	BR13 x ES37	6,41	Aa	7,28	Ab	9,10	Ae	7,95	Ae	60,6	Aa	70,0	Aa	543,14	d
7	BR13 x IT38	6,11	Ba	7,53	Ab	10,75	Ad	10,49	Ad	57,6	Aa	67,6	Aa	685,89	c
8	BR13 x BR44	4,92	Ab	5,82	Ac	29,93	Aa	18,95	Bb	51,3	Aa	51,6	Ab	751,87	c
9	BR13 x IT55	5,65	Ab	6,46	Ac	10,47	Ad	13,66	Ac	60,0	Aa	43,6	Bb	469,87	d
10	BR13 x BR59	5,97	Aa	6,91	Ac	6,58	Be	11,09	Ad	52,9	Aa	58,0	Aa	306,29	e
11	BR13 x BR64	6,07	Aa	6,49	Ac	8,86	Ae	10,87	Ad	65,4	Aa	65,3	Aa	721,39	c
12	BR13 x BR65	5,91	Aa	6,40	Ac	8,31	Ae	10,81	Ad	61,9	Aa	41,3	Bb	387,51	e
13	BR14 x BR20	6,11	Aa	7,11	Ab	9,77	Ad	10,49	Ad	57,6	Aa	58,6	Aa	991,73	b
14	BR14 x BR22	4,82	Ab	6,10	Ac	18,91	Ab	11,47	Bd	35,4	Ab	40,6	Ab	942,48	b
15	BR14 x FR29	3,20	c			10,41	d			43,9	b				
16	BR14 x FR32	2,79	c			9,84	d			44,6	b				
17	BR14 x ES37	5,25	Bb	7,02	Ac	10,39	Ad	6,92	Ae	57,3	Aa	62,6	Aa	620,48	d
18	BR14 x IT38	6,34	Aa	6,61	Ac	9,84	Bd	14,51	Ac	28,4	Bc	60,6	Aa	689,00	c
19	BR14 x BR44	5,02	Bb	7,24	Ab	17,36	Ab	17,05	Ac	15,5	Bc	42,0	Ab	377,42	e
20	BR14 x IT55	5,21	Ab	6,06	Ac	12,64	Ad	8,36	Be	16,6	Bc	51,6	Ab	512,62	d
21	BR14 x BR59	5,62	Ab	6,83	Ac	7,73	Ae	7,88	Ae	56,4	Aa	51,3	Ab	608,69	d
22	BR14 x BR64	5,88	Aa	6,82	Ac	9,98	Ad	11,09	Ad	56,4	Aa	60,3	Aa	450,69	d
23	BR14 x BR65	5,08	Bb	9,17	Aa	14,03	Ac	4,59	Bf	44,9	Ab	40,0	Ab	600,39	d
24	BR20 x BR22	5,20	Bb	7,96	Ab	5,63	Ae	8,71	Ae	37,9	Bb	63,0	Aa	530,62	d
25	BR20 x FR29	5,49	Bb	7,73	Ab	11,0	Ad	11,99	Ad	46,4	Bb	65,3	Aa	563,50	d
26	BR20 x FR32	6,50	a			5,31	e			36,7	b				
27	BR20 x ES37	6,09	Ba	7,72	Ab	8,46	Be	14,03	Ac	59,3	Aa	67,6	Aa	568,34	d
28	BR20 x IT38	6,01	Ba	8,14	Ab	7,83	Ae	9,78	Ad	56,4	Aa	65,3	Aa	657,81	c
29	BR20 x BR44	6,32	Aa	7,63	Ab	13,94	Ac	13,16	Ad	52,6	Aa	62,6	Aa	659,06	c
31	BR20 x BR59	6,01	Ba	7,82	Ab	12,76	Ad	6,90	Be	59,4	Aa	58,0	Aa	542,85	d
32	BR20 x BR64	6,39	Aa	7,58	Ab	6,20	Ae	6,36	Ae	51,6	Ba	67,6	Aa	466,78	d
33	BR20 x BR65	6,31	Ba	10,15	Aa	5,57	Ae	2,04	Af	39,9	Bb	62,6	Aa	278,75	e
34	BR22 x FR29	5,34	Ab	6,30	Ac	20,49	Ab	20,37	Ab	53,6	Aa	63,0	Aa	1038,63	b
36	BR22 x ES37	4,44	Bb	6,69	Ac	17,84	Ab	16,31	Ac	62,9	Aa	67,6	Aa	1028,67	b
37	BR22 x IT38	4,96	Bb	6,69	Ac	14,34	Bc	18,9	Ab	60,0	Aa	67,6	Aa	1278,15	a
38	BR22 x BR44	4,26	Ab	5,29	Ac	27,49	Aa	25,05	Aa	51,6	Aa	46,3	Ab	955,44	b
39	BR22 x IT55	5,30	Ab	6,29	Ac	18,31	Ab	21,62	Ab	40,0	Bb	58,0	Aa	769,89	c
40	BR22 x BR59	5,08	Ab	5,68	Ac	10,31	Ad	10,31	Ad	51,9	Aa	60,6	Aa	851,48	c
41	BR22 x BR64	4,96	Ab	6,10	Ac	20,87	Ab	18,89	Ab	59,6	Aa	67,6	Aa	1189,13	a

Tabela 15. Continuação...

	Híbridos	Teor de sólidos Solúveis (°Brix)				Peso médio do fruto (g)				Ciclo (dias)		Produtividade (g/planta)			
		Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2		
42	BR22 x BR65	5,34	Ab	5,33	Ac	19,84	Ab	19,30	Ab	66,3	Aa	51,0	Bb	931,26	b
43	FR29 x FR32	5,82	Ba	7,40	Ab	9,48	Ad	11,77	Ad	40,6	Bb	67,6	Aa	726,30	c
44	FR29 x ES37	5,26	Ab	5,94	Ac	15,08	Ac	13,87	Ac	55,0	Aa	63,3	Aa	696,84	c
45	FR29 x IT38	4,83	Bb	7,36	Ab	16,65	Ab	13,94	Ac	48,3	Ba	62,6	Aa	469,84	d
46	FR29 x BR44	4,22	Bb	6,71	Ac	17,04	Bb	24,06	Aa	41,6	Bb	61,0	Aa	822,52	c
47	FR29 x IT55	5,26	Bb	6,87	Ac	16,54	Ab	16,39	Ac	42,3	Bb	65,3	Aa	569,95	d
48	FR29 x BR59	6,03	Ba	7,45	Ab	14,34	Ac	13,06	Ad	53,3	Ba	70,0	Aa	694,31	c
49	FR29 x BR64	5,66	Bb	7,42	Ab	15,95	Ac	16,86	Ac	61,0	Aa	51,3	Ab	739,11	c
50	FR29 x BR65	5,67	Ab	6,58	Ac	18,07	Ab	15,55	Ac	51,9	Ba	67,6	Aa	233,21	e
51	FR32 x ES37	6,53	Ba	8,24	Ab	8,73	Ae	8,09	Ae	60,3	Aa	67,6	Aa	569,63	d
52	FR32 x IT38	6,16	Ba	8,01	Ab	7,25	Ae	10,37	Ad	54,6	Aa	65,3	Aa	430,30	d
53	FR32 x BR44	5,92	Ba	7,65	Ab	17,97	Ab	14,77	Ac	55,0	Aa	58,6	Aa	507,82	d
54	FR32 x IT55	5,49	Bb	7,57	Ab	9,90	Ad	7,96	Ae	51,4	Aa	62,6	Aa	448,68	d
55	FR32 x BR59	5,63	Ab	6,60	Ac	7,81	Ae	9,53	Ad	38,9	Bb	58,6	Aa	721,03	c
56	FR32 x BR64	6,55	Aa	7,54	Ab	10,17	Ad	10,76	Ad	51,4	Aa	56,0	Aa	457,38	d
57	FR32 x BR65	7,72	Aa	7,57	Ab	10,92	Ad	7,39	Ae	51,0	Aa	49,0	Ab	327,21	e
58	ES37 x IT38	5,12	Bb	6,80	Ac	10,04	Ad	10,48	Ad	55,3	Ba	75,3	Aa	599,41	d
59	ES37 x BR44	5,24	Ab	6,06	Ac	14,35	Ac	15,38	Ac	55,4	Ba	70,0	Aa	922,77	b
60	ES37 x IT55	5,74	Aa	6,33	Ac	12,18	Ad	12,28	Ad	68,9	Aa	70,3	Aa	550,91	d
61	ES37 x BR59	6,21	Aa	6,74	Ac	9,04	Ae	9,31	Ad	65,0	Aa	68,0	Aa	941,99	b
62	ES37 x BR64	6,87	Aa	7,21	Ab	11,75	Ad	10,95	Ad	61,0	Aa	68,0	Aa	774,25	c
63	ES37 x BR65	5,73	Ba	7,22	Ab	11,07	Ad	12,07	Ad	68,9	Aa	70,0	Aa	760,94	c
64	IT38 x BR44	4,91	Bb	6,40	Ac	15,41	Ac	17,02	Ac	60,0	Aa	60,3	Aa	753,86	c
65	IT38 x IT55	5,82	Aa	5,40	Ac	9,52	Bd	14,43	Ac	57,8	Aa	17,6	Bc	74,64	f
66	IT38 x BR59	5,60	Bb	7,37	Ab	9,62	Ad	7,03	Ae	58,6	Aa	70,0	Aa	710,11	c
67	IT38 x BR64	6,46	Aa	6,65	Ac	12,75	Ad	12,00	Ad	57,6	Aa	70,0	Aa	785,88	c
68	IT38 x BR65	5,88	Aa	6,55	Ac	13,6	Ac	11,28	Ad	63,6	Aa	65,3	Aa	655,29	c
69	BR44 x IT55	5,30	Ab	5,62	Ac	17,46	Ab	19,61	Ab	45,3	Ab	44,6	Ab	468,11	d
70	BR44 x BR59	6,36	Aa	6,76	Ac	15,28	Ac	17,02	Ac	52,0	Aa	51,6	Ab	472,92	d
71	BR44 x BR64	5,37	Ab	6,56	Ac	16,59	Ab	17,77	Ac	55,0	Aa	51,3	Ab	476,48	d
72	BR44 x BR65	5,42	Bb	6,82	Ac	10,71	Bd	15,55	Ac	42,4	Bb	70,0	Aa	540,61	d
73	IT55 x BR59	5,42	Ab	6,42	Ac	12,21	Ad	8,50	Ae	56,0	Aa	65,3	Aa	391,48	e
74	IT55 x BR64	6,08	Aa	6,22	Ac	13,11	Ad	12,20	Ad	65,0	Aa	49,0	Bb	473,42	d
75	IT55 x BR65	5,93	Aa	6,46	Ac	12,26	Ad	11,23	Ad	51,1	Aa	51,3	Ab	132,71	f
76	BR59 x BR64	5,78	Aa	6,58	Ac	7,52	Ae	7,60	Ae	50,4	Ba	67,6	Aa	642,25	c
77	BR59 x BR65	5,82	Aa	6,92	Ac	7,93	Ae	7,90	Ae	62,0	Aa	65,3	Aa	278,48	e
78	BR64 x BR65	6,50	Aa	7,11	Ab	9,72	Ad	11,46	Ad	46,6	Ab	56,0	Aa	394,68	e
T1	13722			7,19	b			9,04	d			53,6	b	722,38	c
T2	24313			8,13	b			8,67	e			55,3	b	325,43	e

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste Scott-Knott a 5%.

Quanto ao teor de sólidos solúveis as médias variaram de 2,79 a 7,72 °Brix na

primeira época de 5,29 a 10,15°Brix na segunda época (Tabela 15), com média geral de 6,32 °Brix (Tabela 14). Soares *et al.* (2021) encontraram médias que variaram de 3,79 a 6,61 °Brix, assim tendo duas conclusões, que existe grande variabilidade para essa característica e que os valores encontrados no presente estudo são mais elevados, sendo desejável frutos mais adocicados, que é o que se busca encontrar no programa de melhoramento.

Para o peso médio do fruto houve efeito significativo dos híbridos e da interação híbridos x épocas, com média geral de 12,48 g (Tabela 14). Na primeira época foram formados cinco grupos, com os híbridos BR13 x BR44 (29,93 g) e BR22 x ES37 (27,49 g) no primeiro grupo, 14 híbridos no segundo grupo (variando de 16,54 a 20,87 g), 12 no terceiro grupo (variando de 13,60 a 15,95 g), 28 no quarto grupo (variando de 9,48 a 13,11 g) e 20 genótipos no quinto (variando de 5,31 a 9,10 g). Na segunda época houve seis agrupamentos, com os híbridos BR22 x ES37 (25,05 g) e FR29 x ES37 (24,06 g) no primeiro grupo, sete híbridos no segundo (variando de 18,89 a 21,62 g), 19 no terceiro (variando de 13,66 a 17,77 g), 28 no quarto (variando de 9,07 a 13,16 g) a testemunha 13722 está neste grupo, 16 no quinto (variando de 6,36 a 8,71 g) e três no sexto grupo (variando de 2,04 a 4,59 g), a testemunha 24313 faz parte deste último grupo (Tabela 15).

A média geral do peso médio do fruto (12,48 g) foi próxima à encontrada por Rodrigues (2012), cuja média geral foi 12,50 g. Essa característica é um importante componente de rendimento, tendo relação direta com o tamanho dos frutos (ROCHA *et al.* 2010). Já a maior média do peso médio de fruto para a primeira época foi de 29,93 g e na segunda de 25,05 g. No trabalho de Rodrigues (2012) foi encontrada média mais elevada, de 56,9 g. Lembrando que são considerados minitomates, por isso dos valores de peso ser mais baixo.

Outra característica importante é o ciclo produtivo, pois reflete a quantidade de dias da produção de cada híbrido, tendo a média da primeira época de 52,89 dias e na segunda época uma média maior sendo de 59,15 dias e a média geral das duas épocas foi de 55,99 dias de produção, mostrando a diferença significativa quando comparado os híbridos e na interação híbridos x épocas (Tabela 14).

O agrupamento de médias do ciclo produtivo, comparando as duas épocas, apresentou 54 genótipos com as maiores médias na segunda época que não diferiram significativamente da primeira época (Tabela 15). Em cada época as médias formaram três grupos, sendo que na primeira época os grupos contiveram 56 híbridos (variando de 50,4 a 68,9 dias), 17 híbridos (variando de 35,04 a 46,6 dias) e três híbridos (variando de 15,5 a 28,4 dias). Na segunda época os agrupamentos contiveram 52 híbridos (variando de 56,0 a 75,3 dias), 21 híbridos

(variando de 40,0 a 55,3 dias) incluindo as testemunhas, e dois híbridos (17,6 e 31,6 dias) (Tabela 15).

Para a determinação do ciclo produtivo foi considerado o período do primeiro ao último dia da colheita, cuja média geral dos genótipos nas duas épocas foi 55,99 dias. No trabalho de Palaretti *et al.* (2012) a média foi de 48 dias, e segundo os autores um fator que influencia nessa característica é a soma térmica, pois o tomate é uma cultura sensível e responsiva a diferentes temperaturas, assim podendo ser uma explicação para a média da primeira época ter sido menor (52,83 dias) e na segunda época foi 59,03 dias, pois a segunda época é a mais propícia para o cultivo do tomate na região, que é a época do verão.

A produtividade de frutos foi avaliada apenas na segunda época, não sendo possível realizar a análise conjunta. Os genótipos avaliados apresentaram diferença significativa, apresentando média geral de 622,35 g por planta (Tabela 16), lembrando que o experimento é com minitomate, por esse motivo dos valores não serem elevados.

Tabela 16. Resumo da análise de variância da produtividade de frutos dos híbridos de minitomate avaliados em Guarapuava-PR, na safra 2022/23.

FV	GL	QM
		Produtividade de frutos (g/planta)
Bloco	2	119176,15
Híbridos	74	166831,76**
Resíduo	148	16055,49
Total	224	
	Média Geral	622,35
	CV (%)	20,35

** significativo a 1% pelo teste F.

As médias da produtividade formaram seis grupos, com os híbridos BR22 x IT55 (1189,13 g) e BR22 x FR32 (1278,15 g) no grupo dos genótipos mais produtivos, 10 híbridos no segundo grupo (variando de 902,81 a 1038,63 g), 23 no terceiro grupo (variando de 639,46 a 851,48 g), incluindo a testemunha 13722 (722,38 g) O quarto grupo foi formado por 27 híbridos (variando de 430,30 a 620,48 g). No quinto grupo 11 híbridos (variando de 233,21 a 394,68 g), incluindo a testemunha 24313 (325,43 g) e dois híbridos no sexto (74,64 a 132,71 g) (Tabela 15).

A produtividade é uma das principais características levadas em conta no programa de melhoramento, pois não basta ter outras características favoráveis se a planta não produz bem. A maior média de produtividade encontrada nos híbridos foi de 1278,15 g (BR22 x FR32), inferior às médias encontradas por Rocha *et al.* (2010), de 2100,00 g por planta, que é

resultado próximo ao relatado por Postali *et al.* (2004).

Cabe ressaltar que a segunda época de condução dos experimentos apresenta condições mais adequadas para o desenvolvimento da cultura do tomateiro na região de Guarapuava-PR. Já o cultivo na primeira época é menos propício, pois abrange parte do inverno, e pode comprometer o desenvolvimento das plantas.

Fazendo um compilado dos resultados das análises do teste de agrupamento de médias, quando foi feita a comparação das médias das 19 características avaliadas, nove apresentaram maiores médias na primeira época, como o exemplo da altura do primeiro cacho e número de nó na planta. Pensando em produtividade, não é interessante que seja uma altura muito elevada e nem que tenha muito nó, pois com esses resultados o número de cachos na planta pode ser reduzido, assim afetando diretamente a produtividade.

Das outras 10 características que apresentaram maiores médias na segunda época, estão número de cachos, número de frutos por cacho e o peso médio do fruto, que são características que interferem diretamente na produtividade da planta, então assim deixando claro que quando conduzido na época recomendada para a cultura, a produtividade pode ser mais elevada, devido as condições climáticas serem favoráveis. O teor de sólidos solúveis (°Brix), que é uma das principais características avaliada nesses experimentos, também se mostrou melhor, com maiores médias, quando avaliado na segunda época.

Comparando no teste de médias, as testemunhas com os híbridos, as características altura do primeiro cacho, teor de sólidos solúveis (°Brix), e os parâmetros da coloração “L”, “b” e “HUE”, as testemunhas apresentaram as maiores médias, não diferindo significativamente de alguns híbridos. Já as características comprimento do fruto e número de cachos, a testemunha 1 (13722) apresentou maiores médias, e as características do parâmetro da coloração “a” e “Croma” apresentaram maiores médias para a testemunha 2 (24313). As outras 11 características avaliadas, os híbridos resultantes dos cruzamentos, apresentaram maiores médias quando comparado com as testemunhas, incluindo a produtividade.

3.6. Análise Dialélica Conjunta - Griffing

Na análise dialélica conjunta houve efeito significativo da capacidade geral de combinação (CGC) das 13 linhagens e da capacidade específica de combinação (CEC) dos híbridos para o número de frutos por cacho, número de cachos, peso médio do fruto, teor de sólidos solúveis e ciclo produtivo (Tabela 17).

Tabela 17. Resumo da análise dialélica conjunta do número de frutos por cacho, número de cachos por planta, peso médio do fruto (g), teor de sólidos solúveis (°Brix) e ciclo produtivo (dias) dos 78 híbridos de minitomate avaliados nas safras de 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

	GL	QM				
		Nº. Frutos/cacho	Nº. Cachos	Peso médio do fruto (g)	°Brix	Ciclo Produtivo (dias)
Genótipo	77	102,74**	11,8**	156,21**	16,78**	1495,27**
CGC	12	214,17**	28,36**	661,25**	21,99**	4107,56**
CEC	65	82,17**	8,75**	62,97**	15,82**	1013,01**
Ambiente	1	2017,89	113,13	1,79	164,29	8070,59
Gen x Época	77	21,19*	1,17	12,64	1,15**	204,46**
CGC x Época	12	26,89*	1,40	12,96	1,44*	163,28
CEC x Época	65	20,14*	1,13	12,58	1,09**	212,07**
Resíduo	288	14,65	0,93	10,54	0,71	110,61
Média Geral		13,03	4,65	11,34	5,92	51,21

**, * significativo a 1 e 5% pelo teste F, respectivamente.

O cruzamento dialélico completo consiste na obtenção e avaliação de todos os cruzamentos possíveis das linhagens selecionadas, e fornece informações sobre a contribuição dos efeitos aditivos e não aditivos dos genes sobre cada característica (MARTHER e JINKS, 1982).

Para as características número de cachos e peso médio do fruto não houve efeito significativo da interação de CGC x épocas (Tabela 17), portanto foram apresentadas as estimativas da CGC (\hat{g}_i) considerando a média das épocas. Para os demais caracteres a interação CGC x épocas foi significativa e as estimativas de \hat{g}_i foram obtidas para cada época.

Para número de frutos por cacho, na primeira época, considerando a significância (1,5 vezes o desvio padrão das estimativas) a linhagem ES37 teve maior estimativa da capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i = 3,53$) e na segunda época foi a linhagem BR59 ($\hat{g}_i = 3,55$) (Figura 2A e B).

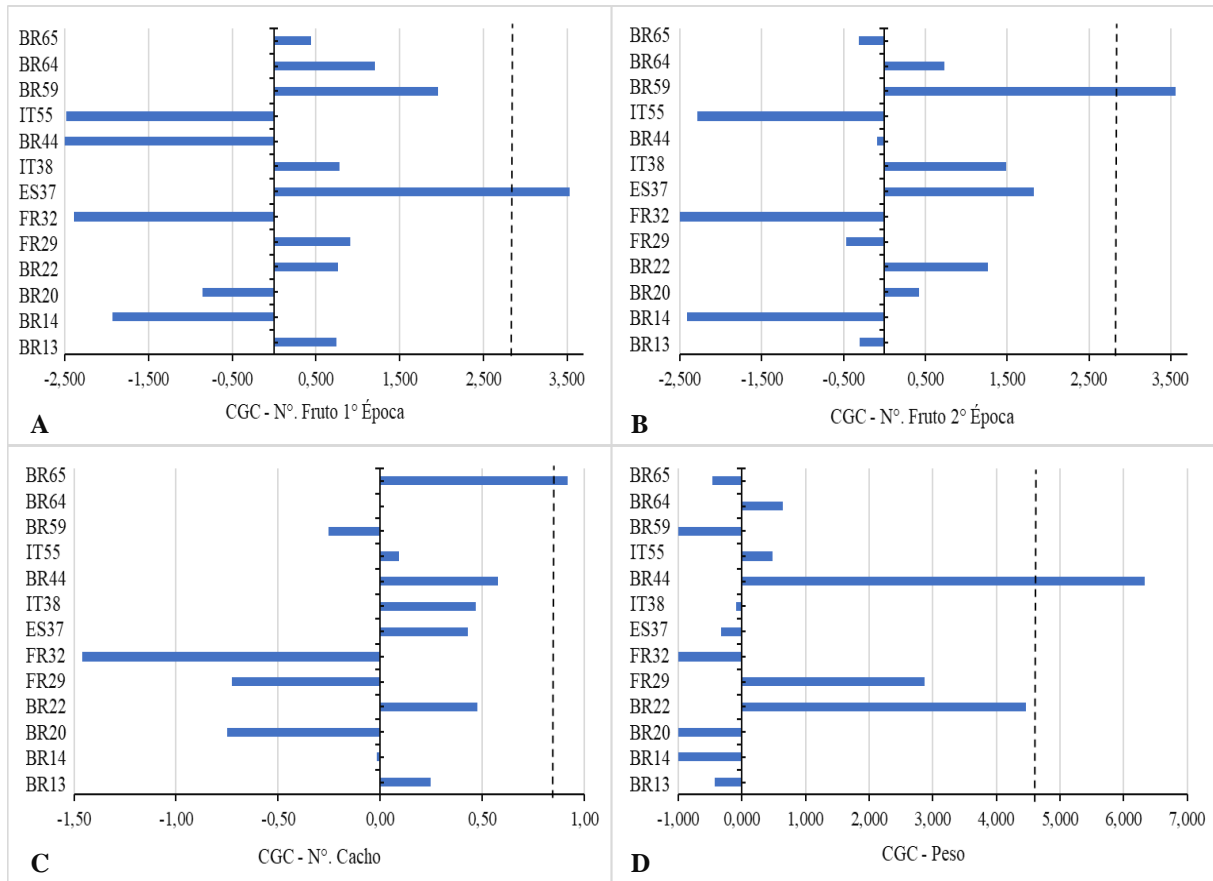


Figura 2. A. Estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) do número de frutos por cacho na 1ª época; B. \hat{g}_i do número de frutos por cacho na 2ª época; C. \hat{g}_i da média do número de cachos por planta; D. \hat{g}_i da média do peso médio dos frutos. Linha vertical indica 1,5 vezes o desvio padrão da CGC das 13 linhagens experimentais de minitomate avaliadas na safra de 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

Segundo Nandi (2022) deve-se selecionar as linhagens que apresentam CGC positiva para número de frutos, pois é uma das características que está ligada diretamente com a produtividade, assim proporcionando um incremento na produção. Contudo, para obter híbridos de qualidade e que atendam às exigências do mercado, existem outros parâmetros essenciais para os minitomates, como a relação de sólidos solúveis.

Quanto ao número de cachos por planta (Figura 2C), não houve linhagem com estimativa de \hat{g}_i acima do nível de significância adotado, mas a linhagem BR65 apresentou a maior estimativa na média das duas épocas ($\hat{g}_i = 0,92$) e para peso médio do fruto a linhagem BR44 teve estimativa significativa ($\hat{g}_i = 6,32$ g) (Figura 2D). Os valores das estimativas de \hat{g}_i constam no Anexo 4, demonstrando que cada linhagem genitora tem contribuição favorável para alguma das características avaliadas, resultante dos genes de efeito aditivo.

Para o teor de sólidos solúveis e ciclo produtivo houve efeito significativo da interação de CGC x épocas (Tabela 17). Considerando o nível de significância de 1,5 vezes o desvio padrão, para a o teor de sólidos solúveis, na primeira época a linhagem BR64 apresentou $\hat{g}_i = 0,787^\circ\text{Brix}$ e na segunda época a linhagem BR65 teve a maior estimativa significativa da CGC ($\hat{g}_i = 0,742^\circ\text{Brix}$) (Figura 3A e B).

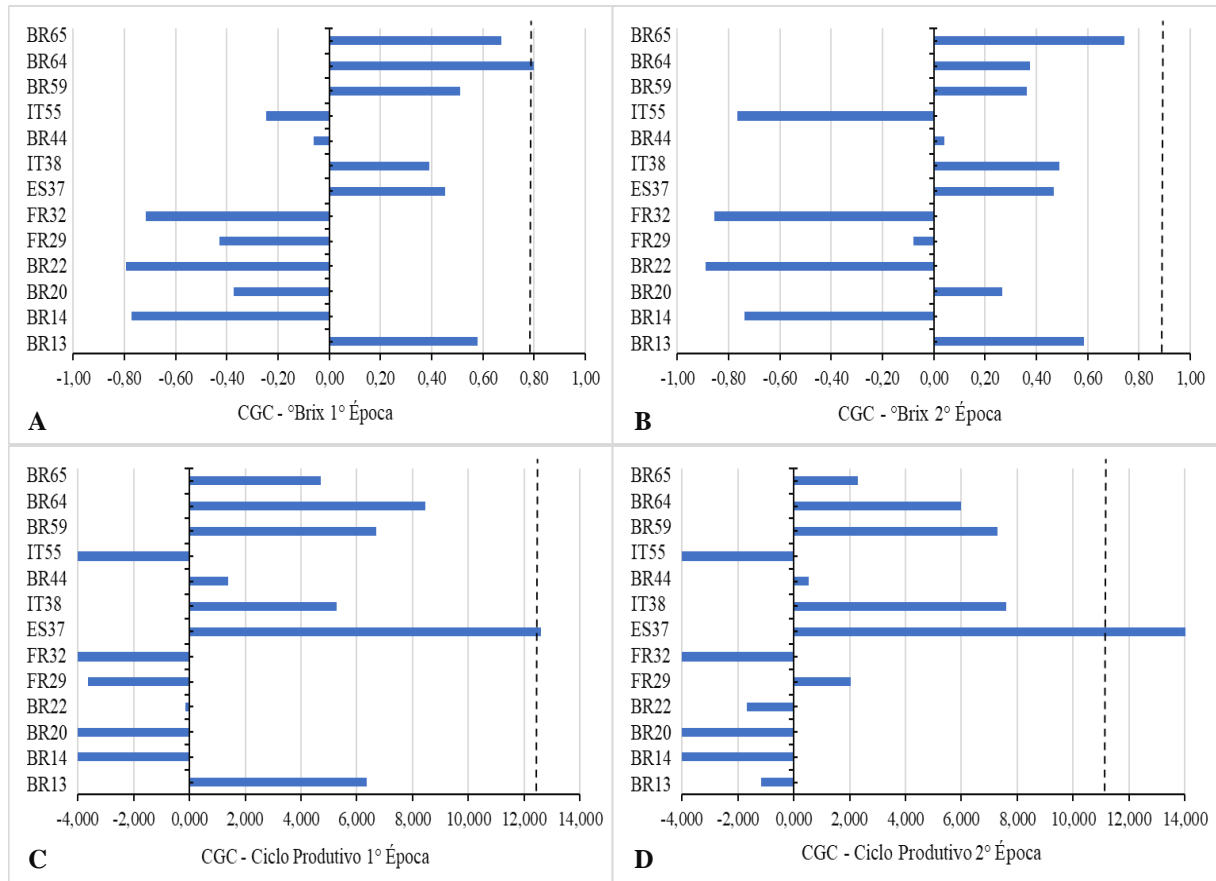


Figura 3. A. Estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) do teor de sólidos solúveis para 1ª época; B. \hat{g}_i do teor de sólidos solúveis para 2ª época; C. \hat{g}_i do ciclo produtivo para 1ª época; D. \hat{g}_i do ciclo produtivo para 2ª época. Linha vertical indica 1,5 vezes o desvio padrão da CGC das 13 linhagens experimentais de minitomate avaliadas nas safras de 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

Para o ciclo produtivo, tanto na primeira época como na segunda, a linhagem ES37 teve estimativa da CGC significativa, $\hat{g}_i = 12,5$ dias e $\hat{g}_i = 14,2$ dias, respectivamente (Figura 3C e D), cujos valores das estimativas de \hat{g}_i constam no Anexo 5. As linhagens genitoras tiveram melhor desempenho médio, conforme cada características. No ciclo produtivo, independentemente da época de avaliação a linhagem ES37 se sobressaiu com genes de efeito aditivo no sentido de aumentar o ciclo nos cruzamentos em que participou, que é a mesma que

se destacou para número de frutos por cacho na primeira época (Figura 2A).

A estimativa da capacidade geral de combinação de cada linhagem genitora é relacionada com os efeitos aditivos dos genes, então valores positivos mostram que o material tem a capacidade de transmitir os alelos favoráveis (NANDI, 2022).

Para cada característica avaliada uma linhagem genitora se destacou quanto à estimativa dos efeitos da capacidade geral de combinação, contribuindo com genes de efeito aditivo. Apenas a linhagem ES37, que teve esse maior efeito em duas características, no número de fruto e no ciclo produtivo, sendo interessante essa relação, pois um maior tempo de ciclo produtivo só é interessante se proporcionar quantidade mais elevada de frutos, caso contrário, esse maior tempo de ciclo só vai gerar gastos (NANDI, 2022). Segundo Vekariya *et al.* (2019) as linhagens com valores significativos para CGC, tem a tendência de potencializar a alta diversidade genética em seus descendentes, para a determinada característica.

A capacidade específica de combinação refere-se ao desvio no desempenho do cruzamento em relação ao esperado com base na CGC das linhagens genitoras, ou seja, a heterose resultante do cruzamento (PANDIARANA *et al.*, 2015).

Houve efeito significativo da interação CEC x épocas para o número de frutos por cacho, teor de sólidos solúveis e ciclo produtivo. Para número de cachos, peso médio do fruto a interação CEC x épocas foi não significativa (Tabela 17).

Para o número de frutos por cacho, considerando o nível de significância da 1,5 vezes o desvio padrão, na primeira época, o cruzamento BR14 x BR20 apresentou a maior estimativa da capacidade específica de combinação ($\hat{\sigma}_{ij} = 6,007$), em seguida os cruzamentos FR32 x BR44 ($\hat{\sigma}_{ij} = 5,916$), FR29 x ES37 ($\hat{\sigma}_{ij} = 5,350$) e BR22 x BR65 ($\hat{\sigma}_{ij} = 4,933$) (Figura 4A); para a segunda época os cruzamentos que tiveram estimativas significativas da CEC foram o FR32 x IT55 ($\hat{\sigma}_{ij} = 7,932$), BR14 x BR20 ($\hat{\sigma}_{ij} = 7,913$) e BR20 x BR59 ($\hat{\sigma}_{ij} = 6,790$) (Figura 4B).

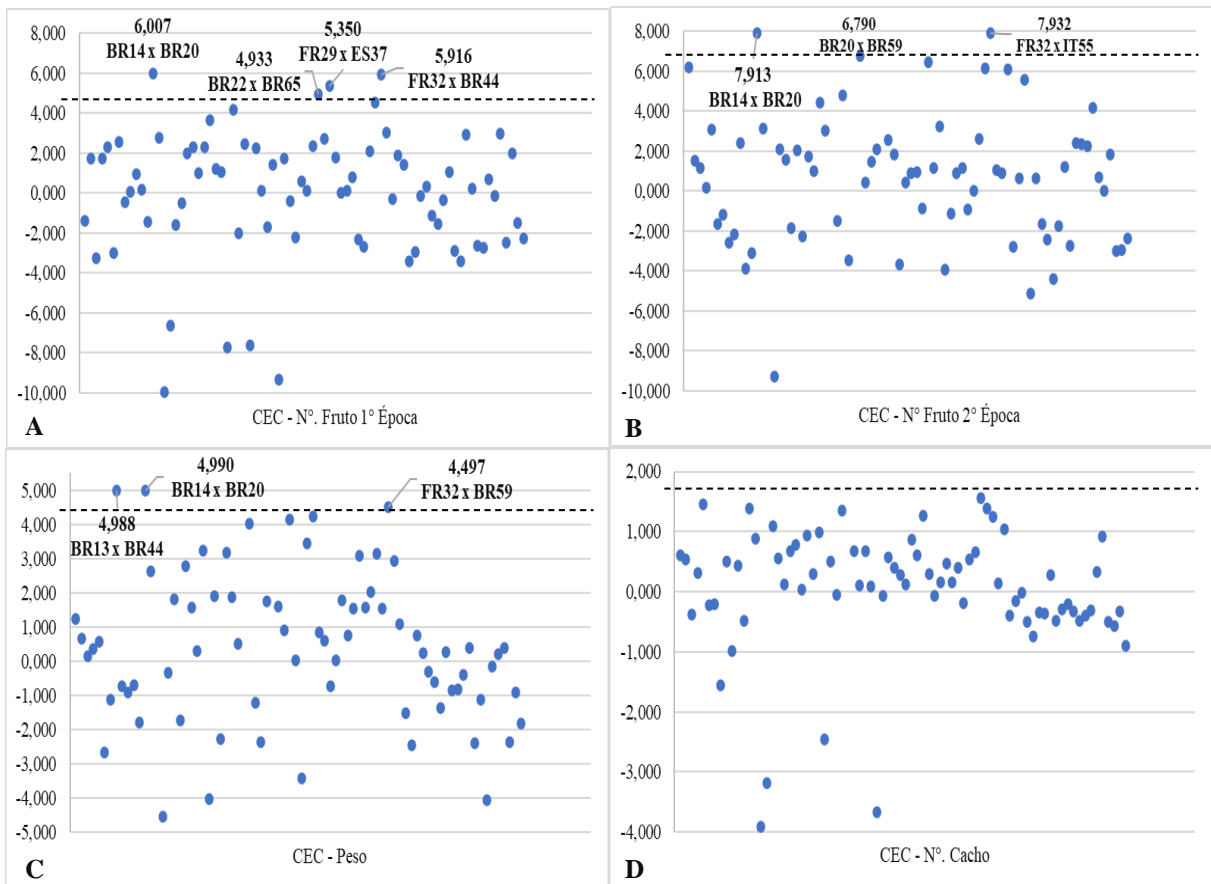


Figura 4. **A.** Estimativas do efeito da capacidade específica de combinação ($\hat{\sigma}_{ij}$) do número de frutos por cacho da 1ª época; **B.** $\hat{\sigma}_{ij}$ número de frutos por cacho da 2ª época; **C.** $\hat{\sigma}_{ij}$ da média do número de cachos; **D.** $\hat{\sigma}_{ij}$ peso médio dos frutos. Linha vertical indica 1,5 vezes o desvio padrão da CEC dos 78 híbridos experimentais de minitomate avaliados nas safras de 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

Quanto ao número de frutos por cacho as linhagens ES37 e BR59 se destacaram para a CGC (Figura 2A e B) com maior contribuição de genes de efeito aditivo, as quais também foram linhagens genitoras em cruzamentos significativos para a CEC (FR29 x ES37 e BR20 x BR59) (Figura 4A e B).

Devido à expressão dos genes de efeito não aditivo sobre número de frutos e considerando a média fenotípica, mesmo o cruzamento FR29 x ES37 não tendo a maior CEC ($\hat{\sigma}_{ij} = 5,350$) teve a maior média fenotípica (20,7 frutos por cacho) na primeira época (Tabela 7), assim como na segunda época, o cruzamento BR20 x BR59 teve $\hat{\sigma}_{ij} = 6,790$ e a média de 25,8 frutos por cacho.

Para o número de cachos por planta não houve cruzamento cuja estimativa da CEC superasse o nível de significância estabelecido (Figura 4C), embora os cruzamentos FR32 x

BR44 ($\hat{\sigma}_{ij} = 1,562$) e BR13 x FR32 ($\hat{\sigma}_{ij} = 1,458$) tenham estimativas da CEC positivas e de boa magnitude. Para peso médio do fruto os cruzamentos com estimativas significativas foram BR14 x BR20 ($\hat{\sigma}_{ij} = 4,990$ g), BR13 x BR44 ($\hat{\sigma}_{ij} = 4,988$ g) e FR32 x BR59 ($\hat{\sigma}_{ij} = 4,497$ g) (Figura 4D), cujas estimativas de $\hat{\sigma}_{ij}$ constam no Anexo 6.

Considerando o número de cachos por planta, não houve linhagens e nem cruzamentos com estimativas significativas da capacidade geral ou específica de combinação, tendo como nível de significância 1,5 vezes o desvio padrão. Sendo uma característica importante na produção de minitomate, pois está diretamente relacionada com a produtividade. Segundo Vargas *et al.* (2017) quanto mais cachos na planta, maior a produtividade.

Para a CGC do peso médio do fruto, se destacou a linhagem BR44 ($\hat{g}_i = 6,328$) (Figura 2D e Anexo 4) com contribuição de genes de efeito aditivo, e a mesma faz parte do cruzamento BR13 x BR44 que apresentou estimativa significativa da CEC ($\hat{\sigma}_{ij} = 4,988$ g) (Figura 4D e Anexo 6) resultante dos genes de efeitos não aditivos responsáveis pela manifestação da heterose, tendo ainda elevadas médias fenotípicas de 29,93 g para a primeira época e 18,95 g na segunda (Tabela 15).

Este estudo mostra que nem sempre quando forem cruzados dois genitores com valores altos para CGC, vão ser os melhores resultados para CEC do híbrido. O que o programa de melhoramento busca, é melhorar principalmente as linhagens que já possuem valores bons, através dos seus cruzamentos, mas dificilmente isso acontece. Vekariya *et al.* (2019) relatam o mesmo acontecimento no seu estudo, em que os melhores resultados foram com genitores que apresentavam valores médios de CGC.

Para o teor de sólidos solúveis, na primeira época, o cruzamento FR32 x BR65 apresentou a maior estimativa significativa da CEC ($\hat{\sigma}_{ij} = 2,437$ °Brix) (Figura 5A); na segunda época os cruzamentos com estimativas significativas foram FR32 x IT55 ($\hat{\sigma}_{ij} = 2,679$ °Brix), BR14 x BR65 ($\hat{\sigma}_{ij} = 2,652$ °Brix) e BR20 x BR65 ($\hat{\sigma}_{ij} = 2,638$ °Brix) (Figura 5B).

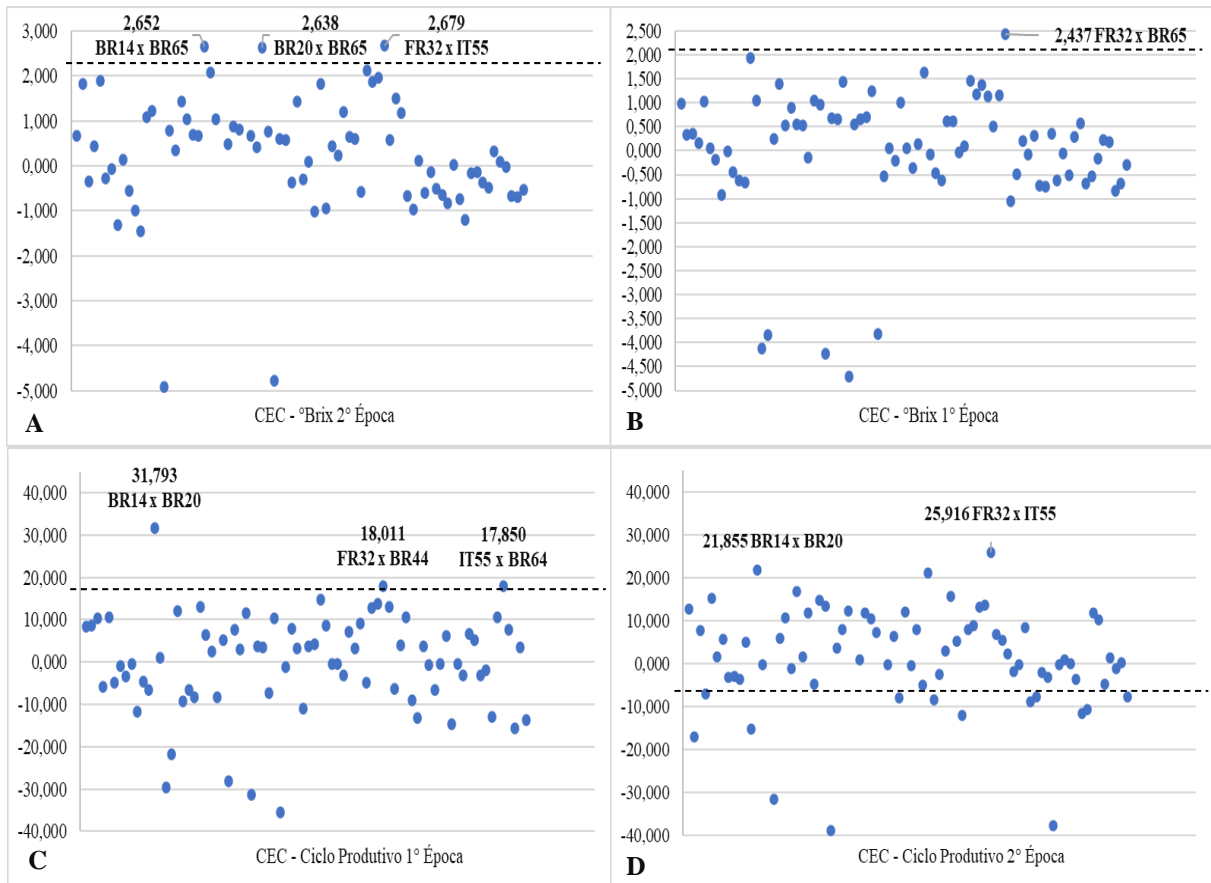


Figura 5. A. Estimativas do efeito da capacidade específica de combinação ($\hat{\sigma}_{ij}$) do teor de sólidos solúveis da 1ª época; B. $\hat{\sigma}_{ij}$ do teor de sólidos solúveis da 2ª época; C. $\hat{\sigma}_{ij}$ do ciclo produtivo da 1ª época; D. $\hat{\sigma}_{ij}$ do ciclo produtivo da 2ª época. Linha vertical indica 1,5 vezes o desvio padrão da CEC dos 78 híbridos experimentais de minitomate avaliados nas safras de 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

No trabalho de Pandianara *et al.* (2015), encontrou-se variação na CEC dos cruzamentos de -5,0 a 5,0 no teor de sólidos solúveis, resultado um pouco diferente do que encontrado nessas linhagens, em que na primeira época variou de -4,7 a 2,4, e na segunda época variou de -6,0 a 2,6 (Anexo 7), segundo os valores que os autores destacaram a contribuição na CEC foi maior.

O teor de sólidos solúveis da linhagem BR65 teve estimativa positiva da CGC em ambas as épocas, mas abaixo da linha de significância e a mesma está presente nos cruzamentos com maior efeito da capacidade específica de combinação. O cruzamento BR14 x BR65 na segunda época, foi destaque para essa característica com uma das maiores média fenotípica de 9,17°Brix (Tabela 15), apresentando incremento de 2,65°Brix devido ao efeito da heterose.

Para ciclo produtivo os híbridos que apresentaram estimativas significativas da CEC

na primeira época foram BR14 x BR20 ($\hat{\sigma}_{ij} = 31,793$ dias), FR32 x BR44 ($\hat{\sigma}_{ij} = 18,011$ dias) e IT55 x BR64 ($\hat{\sigma}_{ij} = 17,850$ dias) (Figura 5C); na segunda época os cruzamentos FR32 x BR65 ($\hat{\sigma}_{ij} = 25,916$ dias) e BR14 x BR20 ($\hat{\sigma}_{ij} = 21,855$ dias) se mostraram significativos (Figura 5D e Anexo 7).

Para o ciclo produtivo a linhagem ES37 se destacou nas duas épocas com a maior CGC (Figura 3C e D), mas quando avaliada a CEC esta linhagem não está presente nos cruzamentos que se mostraram significativos (Figuras 5C e 5D). O cruzamento BR14 x BR20 apresentou estimativas significativas da CEC para as duas épocas avaliadas (Figura 5C e D). Vale ressaltar que essa característica deve ser analisada junto com número de frutos, número de cachos, peso médio do fruto e produtividade, pois o ciclo produtivo mais longo só é interessante se tiver relacionado com uma boa produtividade, caso contrário vai prolongar o ciclo da cultura sem trazer um retorno satisfatório e podendo gerar mais gastos (NEGRISOLI *et al.*, 2015).

Referindo-se ainda ao cruzamento BR14 x BR20, além de ter estimativas significativas da CEC do ciclo produtivo (Figura 5C e D) é o que tem uma boa média de frutos por cacho (Tabela 7) e é significativo para peso médio do fruto na CEC (Figura 4D), sendo considerado um híbrido com bons resultados e que deve continuar nas pesquisas de melhoramento de minitomate. Assim como o cruzamento FR32 x BR44, que apresentou CEC significativa para ciclo produtivo (Figura 5C) e número de frutos por cacho na primeira época (Figura 4A).

A produtividade de frutos foi avaliada apenas na segunda época, mostrando efeito significativo da capacidade geral e específica de combinação (Tabela 18).

Tabela 18. Resumo da análise dialélica da produtividade de frutos (g/planta) dos 78 híbridos de minitomate avaliados na safra 2022/23 em Guarapuava-PR.

FV	GL	QM
Genótipo	77	125974,45**
CGC	12	564544,53**
CEC	65	45007,67**
Resíduo	148	1,00
Média Geral	578,21	

** significativo a 1% pelo teste F.

De acordo com Kaushik e Dhaliwal (2018) quando se trata da produtividade, a seleção deve ser feita com base na CGC, ou seja, selecionar a linhagens que apresentam maiores estimativas de CGC, pois a maior produtividade depende mais dos genes de efeito aditivo.

Considerando como nível de significância de 1,5 vezes o desvio padrão das estimativas, para a capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) a linhagem BR22 se destacou com o valor de $\hat{g}_i = 306,517$ g (Figura 6), cujas estimativas de \hat{s}_{ij} constam no Anexo 8.

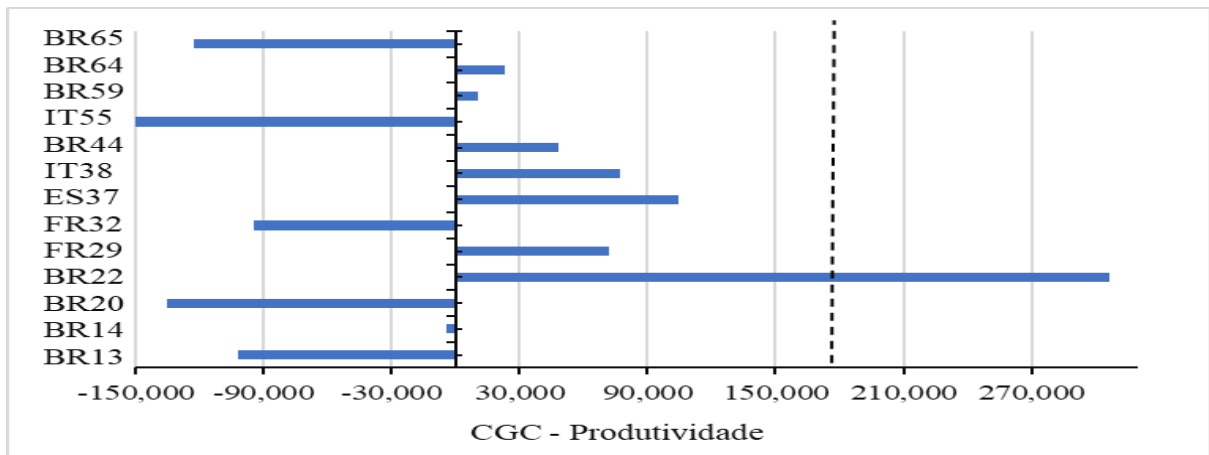


Figura 6. Estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) da produtividade de frutos. Linha vertical indica 1,5 vezes o desvio padrão da CGC das 13 linhagens experimentais de minitomate avaliadas na safra 2022/23 em Guarapuava-PR.

A característica peso médio de fruto está relacionada com a produtividade, neste experimento a linhagem BR22 teve a maior estimativa da CGC, a mesma não apresentou valor significativo para peso, embora um valor positivo. Assim como no trabalho de Nandi (2022), em que as mesmas linhagens apresentaram bons resultados para peso médio de fruto e produtividade, provando assim que existe relação entre as duas características.

Cinco cruzamentos apresentaram estimativas significativas da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}) para a produtividade de frutos, sendo BR22 x IT38 ($\hat{s}_{ij} = 316,24$ g), ES37 x BR59 ($\hat{s}_{ij} = 248,40$ g), BR13 x BR14 ($\hat{s}_{ij} = 196,23$ g), FR29 x FR32 ($\hat{s}_{ij} = 170,66$ g) e BR44 x BR65 ($\hat{s}_{ij} = 169,08$ g) (Figura 7 e Anexo 9).

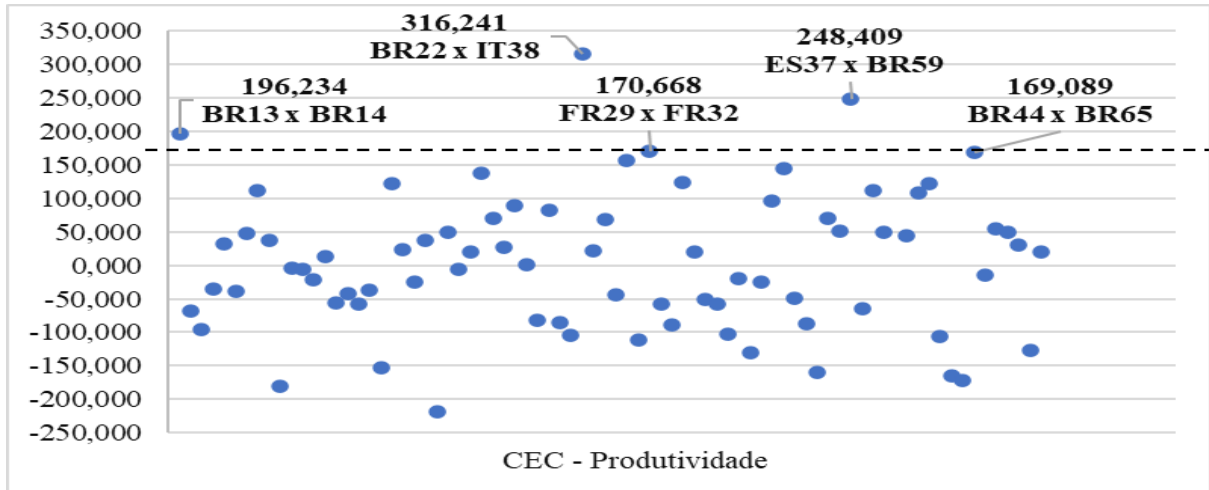


Figura 7. Estimativas do efeito da capacidade específica de combinação ($\hat{\sigma}_{ij}$) da produtividade de frutos. Linha vertical pontilhada indica 1,5 vezes o desvio padrão da CEC dos 78 híbridos experimentais de minitomate avaliados na safra de 2022/23 em Guarapuava-PR.

A linhagem BR22 se destacou na CGC da produtividade de frutos (Figura 6) e está presente no cruzamento BR22 x IT38 que teve a maior estimativa significativa da CEC ($\hat{\sigma}_{ij} = 316,24$) (Figura 7). A mesma linhagem que está presente nos cruzamentos com maiores médias fenotípicas sendo os híbridos BR22 x FR32 (1278,15 g) e o BR22 x IT55 (1189,13 g) (Tabela 15).

Considerando a interação CEC x épocas, o cruzamento FR32 x IT55 se destacou com maior efeito da heterose para a característica número de frutos na segunda época, a mesma situação para °Brix e ciclo produtivo, sendo considerado entre todos os cruzamentos o que possui interação significativa.

As linhagens BR14 e FR32, mesmo estando presentes nos cruzamentos com estimativas significativas da CEC das características avaliadas, apresentaram estimativas negativas da CGC para todas as características, portanto não são recomendadas a continuar no programa de melhoramento de minitomate.

A linhagem BR65 é recomendada para continuar no programa de melhoramento de minitomate, pois apresentou valores altos na CGC para algumas características, como número de cachos e teor de sólidos solúveis (°Brix), e está presente em cruzamentos com $\hat{\sigma}_{ij}$ significativos para o °Brix, que é uma das principais características a serem consideradas no melhoramento de minitomates.

No dendrograma obtido a partir das distâncias generalizadas de Mahalanobis as 13 linhagens foram separadas em dois grupos, utilizando a distância média de 116,49 como linha de corte (Figura 1). Espera-se maior CEC nos cruzamentos entre linhagens mais divergentes,

ou seja, que estejam em grupos diferentes, foi o que aconteceu na característica número de frutos por cacho com os híridos BR14 x BR20, BR22 x BR65 e FR29 x ES37 (Figura 4A e B); peso médio do fruto BR14 x BR20 e FR32 x BR59 (Figura 4D) para o teor de sólidos solúveis (°Brix) BR20 x BR65 (Figura 5A); ciclo produtivo BR14 x BR20 e IT55 x BR64 (Figura 5C e D); e produtividade ES37 x BR65 (Figura 7).

A linhagem BR44 teve a maior distância generalizada de Mahalanobis, configurando-se como a mais divergente entre todas as linhagens, e mostrou estimativas significativas da capacidade geral de combinação para o peso médio do fruto, bem como está presente em cruzamentos com CEC significativa para número de frutos e ciclo produtivo da primeira época, e para o peso médio de fruto.

A linhagem BR59 apresentou bons resultados na análise dialélica, na capacidade geral de combinação, apresentou valores positivos para número de frutos, °Brix e ciclo produtivo das duas épocas, e para a produtividade. Esta linhagem esteve presente nos cruzamentos com CEC significativa para número de frutos da segunda época, peso de fruto e produtividade, sendo uma linhagem promissora, pois já apresentava valores positivos e resultou em cruzamentos com ganhos no que já se apresentava bom, que é o que se procura em um programa de melhoramento.

4. CONCLUSÃO

As características que mais contribuíram para a divergência genética entre as linhagens foram o peso médio do fruto e a produtividade, e a que menos contribuiu foi a largura do fruto.

Os híbridos resultantes dos cruzamentos entre as linhagens selecionadas apresentaram maiores médias de produtividade quando comparados com as duas testemunhas utilizadas (T1 = 13722 e T2 = 24313).

Os resultados permitem selecionar híbridos que seguirão no programa de melhoramento genético, dentre os destaques, os híbridos 37 (BR22 x IT38) e 41 (BR22 x BR64) que apresentaram maior produtividade, e apresentaram boas médias para número de frutos em ambas as épocas e estão no grupo de genótipos de maiores média para número de cachos na segunda época.

O teor de sólidos solúveis (°Brix) apresentou resultados promissores principalmente na segunda época de avaliação, em que foi possível identificar alguns híbridos com valores acima da média comercial. O híbrido 33 (BR20 x BR65) apresentou 10,15°Brix, híbrido 2 (BR13 x BR20) 9,19°Brix, híbrido 23 (BR14 x BR65) 9,17°Brix.

As linhagens BR44, BR59 e BR65 se destacaram na análise dialélica e devem continuar no programa de melhoramento do minitomate.

As linhagens que se destacaram com bons resultados nos cruzamentos, principalmente para as características °Brix e produtividade de frutos, devem continuar no programa de melhoramento para o desenvolvimento de novos híbridos competitivos.

5. REFERÊNCIAS

- ALESSI, E. S. **Tomate seco obtido por energia solar e convencional a partir de mini-tomates congelados**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. n. 2 ed., p. 455, 2013.
- BASSI, A. B. M. S. **Conceitos Fundamentais da Espectrometria**. São Paulo: Editora Chemkeys – Liberdade para aprender, 2001.
- BERTIN N. Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate greenhouse tomato. **Annals of Botany**, v. 75, p. 55-65, 1995.
- BOITEUX, L. S. *et al.* Melhoramento genético. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (eds). Produção de tomate para processamento industrial. **Brasília: Embrapa.**, p. 31–50, 2012.
- CHATTOPADHYAY, T. *et al.* Skin colour, carotenogenesis and chlorophyll degradation mutant alleles: genetic orchestration behind the fruit colour variation in tomato. **Plant Cell Reports**, v. 40, p. 767–782, 2021.
- CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. Produção de tomate para processamento industrial. Brasília: **EMBRAPA**, p. 344, 2012.
- COSTA, E. S. P. *et al.* Caracterização física, físico-química e morfoagronômica de acessos de tomate cereja sob cultivo orgânico. **Revista de Ciência Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 61, p. 8, 2018.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes – Análise multivariada e simulação**. Viçosa, Ed. UFV, p. 175, 2006.
- CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, p. 271-276, 2013.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético 2. ed. **Revista Viçosa: UFV**, p. 390, 2001.
- EISELE, T. G. *et al.* Genotyping and phenotyping of grape tomato hybrids aiming at possible genitors for breeding program. **Horticultura Brasileira**. v. 40, p. 352-359, 2022.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, p. 279, 1981.
- FIGUEIREDO, A. S. T. Capacidade de combinação e divergência genética de linhagens de tomateiro com aptidão industrial. Guarapuava: Universidade Estadual do Centro Oeste UNICENTRO P. 98, Dissertação (Programa de pós-Graduação em Agronomia - Mestrado). 2013.

- GOMES, D. A. *et al.* Genetic dissimilarity, selection index and correlation estimation in a melon germplasm. **Horticultura Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 46-51, 2021.
- HONGYU, K. Comparação do GGE-biplot ponderado e AMMI-ponderado com outros modelos de interação genótipo × ambiente. p. 155. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.
- KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v. 23, n. 3, p. 187-200, 1958.
- KAUSHIK, P.; DHALIWAL, M. S. Diallel analysis for morphological and biochemical traits in tomato cultivated under the influence of tomato leaf curl virus. **Agronomy**, v. 8, p. 153, 2018.
- LINS JUNIOR, J. C. Manejo integrado de pragas na cultura do tomate: Uma estratégia para a redução do uso de agrotóxicos. **Revista Extensão em Foco**, v. 7, n. 1, p. 6–22, 2019.
- LOLI, A. C.; TOMIO, G. V. O vermelho do tomate em diferentes níveis de maturação calculado por índices de refletância. **TECH & CAMPO**, v. 1, n. 1, p. 17-31, 2018.
- LUZ, J. M. *et al.* Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 483–490, dez. 2016.
- MACIEL, G. M. *et al.* Influência da época de colheita no teor de sólidos solúveis em frutos de minitomate. **Scientia Plena**. v. 11, n. 12, p. 6, 2015.
- MACIEL, G. M. *et al.* Potencial agrônomo de híbridos de minitomate com hábito de crescimento determinado e indeterminado. **Horticultura Brasileira**, v. 34, 2016.
- MATHER, K.; JINKS, J. L. Diallels. Introduction to Biometrical Genetics. **Chapman and Hall**. P. 255-291, 1982.
- MATTEDI, A. P. *et al.* **Genetic divergence of tomato subsamples**. v. 61, p. 7, 2014.
- NANDI, G. Capacidade combinatória de linhagens de tomate cereja roxo. Piracicaba, p. 39 Dissertação (Mestrado) - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2022.
- NEGRISOLI, R. M. Viabilidade econômica no cultivo de minitomate *Sweet Grape* no município de Casa Branca/SP. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 1932, 2015.
- PALARETTI, L. F. *et al.* Soma térmica para o desenvolvimento dos estádios do tomateiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 6, n. 3, p. 240 - 246, 2012.
- PANDIARANA, N. *et al.* Heterobeltiosis, potence ratio and genetic control of processing quality and disease severity traits in tomato. New Zealand, **Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 43, p. 282-293, 2015.
- PRECZENHAK, A. P. *et al.* Caracterização agrônomo de genótipos de minitomate. **Horticultura Brasileira** v. 32, p. 348-356, 2014.

POSTALI, G. B.; SILVA, E. C.; MACIEL, G. M. Produção de híbridos comerciais de tomateiro do grupo cereja cultivados no sistema hidropônico com diferentes números de hastes. **Horticultura Brasileira** 22: Suplemento 2. 2004.

REGULAMENTO (CE) Nº 510/2006 DO CONSELHO TOMATE LA CAÑADA. Conselho relativo à proteção das indicações geográficas e denominações de origem dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios. Artigo 6º, nº2.

REDDY, B. R. *et al.* Genetic diversity studies in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science**. v.4, p. 53-55, 2013.

ROCHA, M. C.; GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R. 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. 10, 2010.

ROCHA, M. Q.; PEIL, R. M. N.; COGO, C. M. Rendimento do tomate cereja em função do cacho floral e da concentração de nutrientes em hidroponia. **Horticultura Brasileira**. v. 28, n. 4, p. 6, 2010.

RODRIGUES, J. C.; FILHO, J. M. L. Análise de qualidade de frutas por imagens multiespectrais. **Revista Científica Eletrônica UNISEB**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 91-110, 2013.

RODRIGUES, M. B. **Variação morfológica, agronômica e tolerância a estresses bióticos e abióticos em genótipos de tomate cereja sob cultivo orgânico**. 2012. p. 65. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica. 2012.

ROSA, C. L. S.; *et al.* Caracterização físico-química, nutricional e instrumental de quatro acessos de tomate italiano (*Lycopersicum esculentum* Mill) do tipo 'Heirloom' produzido sob manejo orgânico para elaboração de polpa concentrada. 2011.

SANTIAGO, E. J. P. *et al.* Yield characteristics of cherry tomato cultivated with and without shading screen at different irrigation levels. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 4, p. 374–381, 2018.

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

SHIRAHIGE, F. H. Produtividade e qualidade de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) dos segmentos Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos, em ambiente protegido. Dissertação de Mestrado. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. p. 80, 2009.

SHIVAPRASAD, P. V. *et al.* Extraordinary transgressive phenotypes of hybrid tomato are influenced by epigenetics and small silencing RNAs. **The EMBO Journal**, v. 31, n. 2, p. 257–266, 2012.

SILVA, J. B. C. *et al.* Cultivo de Tomate para Industrialização: Adubação. **Embrapa Hortaliças**, n. 2, 2006.

- SOARES, I. F. G.; *et al.* Caracterização morfoagronômica, bromatológica e análise da divergência genética entre acessos de tomate. **Revista Ifes ciência**. v. 7, n. 3, p. 02-12, 2021.
- SOUSA, I. M.; *et al.* Avaliação do diâmetro e dos parâmetros a*, b*, L* e croma em tomateiro industrial. "IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano", Goiano-GO. 2015.
- VARGAS, P. F *et al.* Desempenho agrônomico de híbridos de minitomate em diferentes sistemas de condução e número de hastes. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 428-433, 2017.
- VEKARIVA, T. A. *et al.* Combining ability analysis for yield and its components in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Acta Scientific Agriculture**, v. 3, p. 185-191, 2019.
- VIEIRA, D. A. P. *et al.* Qualidade física e química de mini-tomates Sweet Grape produzidos em cultivo orgânico e convencional. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** (Pombal - PB - Brasil), v. 9, n. 3, p. 100 -108, 2014.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As linhagens de tomate não puderam ser classificadas segundo o país de procedência, pois não apresentam uma relação genética com a origem; linhagens procedentes de países diferentes tem proximidade genética, podendo ser classificadas em grupos genéticos que englobam linhagens de diversos países.

As sementes do tomate por serem pequenas, tem um fluxo grande de disseminação, assim gerando variabilidade na cultura em diferentes locais.

A baixa similaridade encontrada nas linhagens escolhidas para os cruzamentos do dialelo é importante para o sucesso no programa de melhoramento.

As características que mais contribuíram para a divergência entre as linhagens foram o peso médio dos frutos (g) e a produtividade de frutos (g/planta).

O teor de sólidos solúveis (°Brix) é uma das características mais importantes, pois influencia no sabor do fruto e na produtividade de frutos do híbrido, pois vai determinar se é rentável produzi-lo.

Os resultados obtidos permitem selecionar linhagens e híbridos que seguirão no programa de melhoramento genético, dentre os destaques estão as linhagens BR14, FR32 e BR65. O híbrido 23 (BR14 x BR65) teve médias altas do °Brix. Para produtividade o híbrido com maior destaque foi o 1 (BR13 x BR14) e o híbrido 13 (BR14 x BR20) que apresentou bons resultados para mais de uma característica avaliada.

Os resultados obtidos a partir dos dados moleculares para algumas características corroboram com as avaliações morfoagronômicas, pois os cruzamentos que mostraram menor similaridade genética são os que possivelmente teriam maior capacidade de combinação, que foi o que aconteceu na produtividade, o híbrido FR29 x FR32 teve linhagens genitoras com a menor similaridade e é um dos cruzamentos com valor significativo para CEC, mesmo não apresentando uma produtividade elevada. Para a característica teor de sólidos solúveis (°Brix) os cruzamentos que tiveram estimativas significativas da CEC na segunda época, são cruzamentos com similaridade das respectivas linhagens menor que 0,35, contudo essa relação de baixa similaridade e maior capacidade de combinação não foi consistente para todas as características avaliadas.

7. ANEXOS

Anexo 1. Resumo da análise de variância da característica distância de cacho da 1^o época, dos 76 tratamentos do tomateiro avaliados em Guarapuava-PR, na safra 2022.

FV	GL	QM
Bloco	2	0,015
Tratamento	75	0,008**
Resíduo	150	0,002
Total	227	
Média Geral		0,33
CV (%)		14,73

** , * significativo a 1 e 5% pelo teste F, respectivamente.

Anexo 2. Resumo da análise de variância da característica distância de cacho da 2^o época, dos 75 tratamentos do tomateiro avaliados em Guarapuava-PR, na safra 2022/23.

FV	GL	QM
Bloco	2	0,002
Tratamento	74	0,008**
Resíduo	148	0,002
Total	224	
Média Geral		0,35
CV (%)		14,29

** , * significativo a 1 e 5% pelo teste F, respectivamente.

Anexo 3. Teste de médias da característica distância de cacho avaliada nas safras 2022 e de 2022/23 em Guarapuava-PR.

	Híbrido	Distância de Cacho	
		Época 1	Época 2
1	BR13 x BR14	0,25	a 0,31 b
2	BR13 x BR20	0,34	a 0,23 b
3	BR13 x BR22	0,31	a 0,33 b
4	BR13 x FR29	0,32	a 0,38 a
5	BR13 x FR32	0,3	a 0,39 a
6	BR13 x ES37	0,32	a 0,37 a
7	BR13 x IT38	0,39	a 0,39 a
8	BR13 x BR44	0,46	a 0,37 a
9	BR13 x IT55	0,28	a 0,29 b
10	BR13 x BR59	0,4	a 0,46 a
11	BR13 x BR64	0,31	a 0,29 b
12	BR13 x BR65	0,37	a 0,34 b
13	BR14 x BR20	0,32	a 0,31 b
14	BR14 x BR22	0,3	a 0,31 b
15	BR14 x FR29	0,37	a

Anexo 3. Continuação...

	Híbrido	Distância de Cacho	
		Época 1	Época 2
16	BR14 x FR32	0,38	a
17	BR14 x ES37	0,3	a 0,31 b
18	BR14 x IT38	0,3	a 0,31 b
19	BR14 x BR44	0,31	a 0,30 b
20	BR14 x IT55	0,29	a 0,29 b
21	BR14 x BR59	0,32	a 0,35 b
22	BR14 x BR64	0,36	a 0,35 b
23	BR14 x BR65	0,29	a 0,28 b
24	BR20 x BR22	0,33	a 0,40 a
25	BR20 x FR29	0,44	a 0,42 a
26	BR20 x FR32	0,39	a
27	BR20 x ES37	0,33	a 0,37 a
28	BR20 x IT38	0,29	a 0,33 b
29	BR20 x BR44	0,27	a 0,32 b
31	BR20 x BR59	0,32	a 0,46 a
32	BR20 x BR64	0,31	a 0,43 a
33	BR20 x BR65	0,28	a 0,29 b
34	BR22 x FR29	0,34	a 0,42 a
36	BR22 x ES37	0,28	a 0,30 b
37	BR22 x IT38	0,33	a 0,27 b
38	BR22 x BR44	0,24	a 0,25 b
39	BR22 x IT55	0,29	a 0,30 b
40	BR22 x BR59	0,34	a 0,37 a
41	BR22 x BR64	0,31	a 0,30 b
42	BR22 x BR65	0,25	a 0,30 b
43	FR29 x FR32	0,39	a 0,45 a
44	FR29 x ES37	0,35	a 0,42 a
45	FR29 x IT38	0,42	a 0,43 a
46	FR29 x BR44	0,35	a 0,37 a
47	FR29 x IT55	0,34	a 0,40 a
48	FR29 x BR59	0,46	a 0,46 a
49	FR29 x BR64	0,39	a 0,42 a
50	FR29 x BR65	0,34	a 0,36 a
51	FR32 x ES37	0,44	a 0,34 b
52	FR32 x IT38	0,36	a 0,43 a
53	FR32 x BR44	0,32	a 0,35 b
54	FR32 x IT55	0,42	a 0,33 b
55	FR32 x BR59	0,46	a 0,35 b
56	FR32 x BR64	0,4	a 0,46 a
57	FR32 x BR65	0,24	a 0,36 a
58	ES37 x IT38	0,31	a 0,38 a
59	ES37 x BR44	0,34	a 0,30 b
60	ES37 x IT55	0,31	a 0,33 b
61	ES37 x BR59	0,45	a 0,40 a

Anexo 3. Continuação...

	Híbrido	Distância de Cacho	
		Época 1	Época 2
62	ES37 x BR64	0,38	a 0,41 a
63	ES37 x BR65	0,31	a 0,39 a
64	IT38 x BR44	0,32	a 0,37 a
65	IT38 x IT55	0,31	a 0,22 b
66	IT38 x BR59	0,37	a 0,35 b
67	IT38 x BR64	0,26	a 0,35 b
68	IT38 x BR65	0,29	a 0,31 b
69	BR44 x IT55	0,29	a 0,31 b
70	BR44 x BR59	0,32	a 0,32 b
71	BR44 x BR64	0,3	a 0,33 b
72	BR44 x BR65	0,28	a 0,32 b
73	IT55 x BR59	0,32	a 0,41 a
74	IT55 x BR64	0,29	a 0,33 b
75	IT55 x BR65	0,35	a 0,31 b
76	BR59 x BR64	0,32	a 0,38 a
77	BR59 x BR65	0,34	a 0,37 a
78	BR64 x BR65	0,33	a 0,34 b
T1	13722		0,33 b
T2	24313		0,35 b

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste Scott-Knott a 5%.

Anexo 4. Estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) do número de frutos por cacho, número de cachos e peso médio dos frutos (g) das 13 linhagens experimentais de minitomate avaliadas nas safras de 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

Linhagem	N°. Frutos/cacho			N°. Cachos	Peso médio (g)	
	\hat{g}_i E 1	\hat{g}_i E 2	\hat{g}_i Média	\hat{g}_i Média	\hat{g}_i Média	
1	BR13	0,745	-0,304	0,220	0,248	-0,425
2	BR14	-1,936	-2,414	-2,175	-0,016	-2,352
3	BR20	-0,860	0,419	-0,221	-0,750	-4,617
4	BR22	0,764	1,269	1,017	0,475	4,469
5	FR29	0,908	-0,466	0,221	-0,725	2,873
6	FR32	-2,394	-3,419	-2,907	-1,459	-4,442
7	ES37	3,532	1,829	2,681	0,430	-0,334
8	IT38	0,781	1,487	1,134	0,469	-0,096
9	BR44	-2,661	-0,091	-1,376	0,575	6,328
10	IT55	-2,479	-2,285	-2,382	0,094	0,477
11	BR59	1,958	3,558	2,758	-0,255	-2,054
12	BR64	1,200	0,728	0,964	-0,005	0,644
13	BR65	0,443	-0,311	0,066	0,919	-0,470

Anexo 5. Estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) do teor de sólidos solúveis (°Brix) e ciclo produtivo (dias) das 13 linhagens experimentais de minitomate avaliadas nas safras de 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

Linhagem	°Brix			Ciclo Produtivo (dias)			
	\hat{g}_i E 1	\hat{g}_i E 2	\hat{g}_i Média	\hat{g}_i E 1	\hat{g}_i E 2	\hat{g}_i Média	
1	BR13	0,58	0,59	0,58	6,35	-1,15	2,60
2	BR14	-0,77	-0,74	-0,76	-13,86	-12,94	-13,40
3	BR20	-0,38	0,27	-0,06	-7,38	-5,61	-6,49
4	BR22	-0,79	-0,89	-0,84	-0,16	-1,67	-0,91
5	FR29	-0,43	-0,08	-0,26	-3,64	2,03	-0,81
6	FR32	-0,72	-0,86	-0,79	-11,47	-10,91	-11,19
7	ES37	0,45	0,47	0,46	11,99	14,21	13,10
8	IT38	0,39	0,49	0,44	5,26	7,60	6,43
9	BR44	-0,06	0,04	-0,01	1,40	0,54	0,97
10	IT55	-0,25	-0,77	-0,51	-8,36	-7,70	-8,03
11	BR59	0,51	0,36	0,44	6,68	7,30	6,99
12	BR64	0,79	0,38	0,58	8,45	6,00	7,22
13	BR65	0,67	0,74	0,71	4,72	2,30	3,51

Anexo 6. Estimativas do efeito da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}) do número de frutos por cacho, número de cachos e peso médio dos frutos (g) dos 78 híbridos experimentais de minitomate avaliados nas safras de 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

Híbrido	N°. Frutos/cacho			N°. Cachos	Peso médio (g)	
	\hat{s}_{ij} E 1	\hat{s}_{ij} E 2	\hat{s}_{ij} Média	\hat{s}_{ij} Média	\hat{s}_{ij} Média	
1x2	BR13 x BR14	-1,399	6,217	2,409	0,611	1,233
1x3	BR13 x BR20	1,746	1,503	1,624	0,530	0,658
1x4	BR13 x BR22	-3,229	1,183	-1,023	-0,380	0,142
1x5	BR13 x FR29	1,718	0,178	0,948	0,320	0,363
1x6	BR13 x FR32	2,309	3,081	2,695	1,458	0,573
1x7	BR13 x ES37	-2,997	-1,647	-2,322	-0,225	-2,685
1x8	BR13 x IT38	2,575	-1,165	0,705	-0,209	-1,133
1x9	BR13 x BR44	-0,443	-2,587	-1,515	-1,565	4,988
1x10	BR13 x IT55	0,055	-2,153	-1,049	0,501	-0,721
1x11	BR13 x BR59	0,968	2,384	1,676	-0,986	-0,916
1x12	BR13 x BR64	0,156	-3,896	-1,870	0,434	-0,713
1x13	BR13 x BR65	-1,458	-3,097	-2,278	-0,489	-1,789
2x3	BR14 x BR20	6,007	7,913	6,960	1,389	4,990
2x4	BR14 x BR22	2,782	3,113	2,948	0,884	2,619
2x5	BR14 x FR29	-9,932	-12,232	-11,082	-3,915	-11,865
2x6	BR14 x FR32	-6,630	-9,279	-7,954	-3,182	-4,550
2x7	BR14 x ES37	-1,566	2,083	0,258	1,099	-0,328
2x8	BR14 x IT38	-0,514	1,595	0,540	0,555	1,794
2x9	BR14 x BR44	1,968	-1,867	0,050	0,120	-1,740
2x10	BR14 x IT55	2,286	2,018	2,152	0,681	2,771

Anexo 6. Continuação...

Híbrido		Nº. Frutos/cacho			Nº. Cachos	Peso médio (g)
		\hat{s}_{ij} E 1	\hat{s}_{ij} E 2	\hat{s}_{ij} Média	\hat{s}_{ij} Média	\hat{s}_{ij} Média
2x11	BR14 x BR59	1,029	-2,286	-0,629	0,784	1,572
2x12	BR14 x BR64	2,327	1,734	2,030	0,034	0,284
2x13	BR14 x BR65	3,643	0,993	2,318	0,941	3,219
3x4	BR20 x BR22	1,217	4,419	2,818	0,288	-4,026
3x5	BR20 x FR29	1,073	3,005	2,039	0,983	1,895
3x6	BR20 x FR32	-7,705	-12,113	-9,909	-2,448	-2,285
3x7	BR20 x ES37	4,178	-1,481	1,349	0,498	3,182
3x8	BR20 x IT38	-2,030	4,781	1,376	-0,046	1,869
3x9	BR20 x BR44	2,452	-3,441	-0,494	1,353	0,500
3x10	BR20 x IT55	-7,620	-13,246	-10,433	-4,001	-7,204
3x11	BR20 x BR59	2,233	6,790	4,512	0,682	4,027
3x12	BR20 x BR64	0,141	0,420	0,281	0,097	-1,221
3x13	BR20 x BR65	-1,693	1,449	-0,122	0,674	-2,386
4x5	BR22 x FR29	1,399	2,115	1,757	0,093	1,745
4x6	BR22 x FR32	-9,330	-12,963	-11,146	-3,673	-11,370
4x7	BR22 x ES37	1,754	2,559	2,157	-0,062	1,602
4x8	BR22 x IT38	-0,374	1,831	0,728	0,564	0,909
4x9	BR22 x BR44	-2,212	-3,691	-2,952	0,403	4,129
4x10	BR22 x IT55	0,606	0,454	0,530	0,274	0,020
4x11	BR22 x BR59	0,109	0,890	0,499	0,122	-3,444
4x12	BR22 x BR64	2,347	0,960	1,653	0,872	3,434
4x13	BR22 x BR65	4,933	-0,871	2,031	0,614	4,238
5x6	FR29 x FR32	2,707	6,463	4,585	1,267	0,851
5x7	FR29 x ES37	5,350	1,145	3,248	0,303	0,598
5x8	FR29 x IT38	1,792	3,227	2,509	-0,066	-0,725
5x9	FR29 x BR44	0,004	-3,935	-1,966	0,164	0,010
5x10	FR29 x IT55	0,112	-1,141	-0,514	0,475	1,776
5x11	FR29 x BR59	0,795	0,926	0,860	0,158	0,737
5x12	FR29 x BR64	-2,337	1,146	-0,596	0,403	1,545
5x13	FR29 x BR65	-2,681	-0,895	-1,788	-0,185	3,069
6x7	FR32 x ES37	2,112	0,017	1,065	0,537	1,578
6x8	FR32 x IT38	4,544	2,609	3,577	0,662	2,015
6x9	FR32 x BR44	5,916	6,157	6,037	1,562	3,145
6x10	FR32 x IT55	3,054	7,932	5,493	1,378	1,551
6x11	FR32 x BR59	-0,313	1,078	0,382	1,251	4,497
6x12	FR32 x BR64	1,905	0,908	1,407	0,141	2,920
6x13	FR32 x BR65	1,431	6,107	3,769	1,048	1,074
7x8	ES37 x IT38	-3,403	-2,779	-3,091	-0,391	-1,528
7x9	ES37 x BR44	-2,941	0,659	-1,141	-0,162	-2,473
7x10	ES37 x IT55	-0,153	5,564	2,706	-0,011	0,743
7x11	ES37 x BR59	0,330	-5,130	-2,400	-0,498	0,224
7x12	ES37 x BR64	-1,112	0,640	-0,236	-0,748	-0,303
7x13	ES37 x BR65	-1,555	-1,631	-1,593	-0,341	-0,609

Anexo 6. Continuação...

Híbrido	N°. Frutos/cacho			N°. Cachos	Peso médio (g)	
	\hat{s}_{ij} E 1	\hat{s}_{ij} E 2	\hat{s}_{ij} Média	\hat{s}_{ij} Média	\hat{s}_{ij} Média	
8x9	IT38 x BR44	-0,329	-2,419	-1,374	-0,366	-1,361
8x10	IT38 x IT55	1,069	-4,384	-1,658	0,280	0,250
8x11	IT38 x BR59	-2,878	-1,758	-2,318	-0,482	-0,859
8x12	IT38 x BR64	-3,390	1,222	-1,084	-0,287	-0,821
8x13	IT38 x BR65	2,937	-2,759	0,089	-0,215	-0,412
9x10	BR44 x IT55	0,241	2,394	1,318	-0,325	0,391
9x11	BR44 x BR59	-2,636	2,340	-0,148	-0,477	-2,393
9x12	BR44 x BR64	-2,728	2,230	-0,249	-0,392	-1,126
9x13	BR44 x BR65	0,709	4,159	2,434	-0,315	-4,071
10x11	IT55 x BR59	-0,138	0,715	0,288	0,334	-0,167
10x12	IT55 x BR64	2,970	0,005	1,488	0,919	0,195
10x13	IT55 x BR65	-2,483	1,844	-0,320	-0,504	0,394
11x12	BR59 x BR64	2,003	-3,009	-0,503	-0,568	-2,374
11x13	BR59 x BR65	-1,501	-2,940	-2,220	-0,321	-0,905
12x13	BR64 x BR65	-2,283	-2,360	-2,321	-0,906	-1,822

Anexo 7. Estimativas do efeito da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}) do teor de sólidos solúveis (°Brix) e ciclo produtivo (dias) dos 78 híbridos experimentais de minitomate avaliados nas safras de 2022 e 2022/23 em Guarapuava-PR.

S_{ij}		Teor de sólidos solúveis (°Brix)			Ciclo (dias)		
		\hat{s}_{ij} E 1	\hat{s}_{ij} E 2	\hat{s}_{ij} Média	\hat{s}_{ij} E 1	\hat{s}_{ij} E 2	\hat{s}_{ij} Média
1x2	BR13 x BR14	0,982	0,678	0,830	8,447	12,732	10,589
1x3	BR13 x BR20	0,326	1,825	1,075	8,636	-16,932	-4,148
1x4	BR13 x BR22	0,354	-0,338	0,008	10,419	7,789	9,104
1x5	BR13 x FR29	0,150	0,442	0,296	-5,771	-6,907	-6,339
1x6	BR13 x FR32	1,019	1,896	1,457	10,657	15,371	13,014
1x7	BR13 x ES37	0,049	-0,277	-0,114	-4,780	1,581	-1,600
1x8	BR13 x IT38	-0,190	-0,060	-0,125	-1,003	5,857	2,427
1x9	BR13 x BR44	-0,930	-1,322	-1,126	-3,477	-3,083	-3,280
1x10	BR13 x IT55	-0,012	0,137	0,063	-0,383	-2,840	-1,612
1x11	BR13 x BR59	-0,452	-0,552	-0,502	-11,762	-3,510	-7,636
1x12	BR13 x BR64	-0,626	-0,986	-0,806	-4,528	5,123	0,298
1x13	BR13 x BR65	-0,672	-1,442	-1,057	-6,455	-15,179	-10,817
2x3	BR14 x BR20	1,928	1,078	1,503	31,793	21,855	26,824
2x4	BR14 x BR22	1,056	1,215	1,136	0,956	-0,084	0,436
2x5	BR14 x FR29	-4,128	-5,695	-4,911	-29,564	-44,449	-37,007
2x6	BR14 x FR32	-3,840	-4,920	-4,380	-21,736	-31,512	-26,624
2x7	BR14 x ES37	0,241	0,786	0,510	12,137	6,038	9,087
2x8	BR14 x IT38	1,402	0,354	0,878	-9,136	10,644	0,754
2x9	BR14 x BR44	0,522	1,432	0,977	-6,599	-0,966	-3,783
2x10	BR14 x IT55	0,900	1,051	0,976	-8,176	16,947	4,386
2x11	BR14 x BR59	0,550	0,702	0,626	13,115	1,607	7,361

Anexo 7. Continuação...

S _{ij}	Teor de sólidos solúveis (°Brix)			Ciclo (dias)			
	\hat{s}_{ij} E 1	\hat{s}_{ij} E 2	\hat{s}_{ij} Média	\hat{s}_{ij} E 1	\hat{s}_{ij} E 2	\hat{s}_{ij} Média	
2x12	BR14 x BR64	0,536	0,668	0,602	6,350	11,911	9,130
2x13	BR14 x BR65	-0,150	2,652	1,251	2,412	-4,722	-1,155
3x4	BR20 x BR22	1,039	2,082	1,561	-8,195	14,912	3,359
3x5	BR20 x FR29	0,966	1,042	1,004	5,285	13,547	9,416
3x6	BR20 x FR32	-4,236	-5,924	-5,080	-28,217	-38,846	-33,531
3x7	BR20 x ES37	0,685	0,483	0,584	7,656	3,704	5,680
3x8	BR20 x IT38	0,666	0,870	0,768	3,053	7,971	5,512
3x9	BR20 x BR44	1,436	0,818	1,127	11,590	12,371	11,980
3x10	BR20 x IT55	-4,706	-6,013	-5,359	-31,327	-42,057	-36,692
3x11	BR20 x BR59	0,554	0,678	0,616	3,634	0,943	2,289
3x12	BR20 x BR64	0,649	0,425	0,537	3,489	11,917	7,703
3x13	BR20 x BR65	0,694	2,638	1,666	-7,398	10,614	1,608
4x5	BR22 x FR29	1,234	0,769	1,001	10,408	7,278	8,843
4x6	BR22 x FR32	-3,818	-4,767	-4,292	-35,434	-42,785	-39,109
4x7	BR22 x ES37	-0,537	0,600	0,031	-1,221	-0,235	-0,728
4x8	BR22 x IT38	0,044	0,587	0,316	7,836	6,372	7,104
4x9	BR22 x BR44	-0,216	-0,365	-0,290	3,322	-7,909	-2,293
4x10	BR22 x IT55	1,012	1,434	1,223	-10,874	12,004	0,565
4x11	BR22 x BR59	0,042	-0,295	-0,126	3,747	-0,326	1,711
4x12	BR22 x BR64	-0,353	0,102	-0,125	4,322	7,978	6,150
4x13	BR22 x BR65	0,142	-1,025	-0,441	14,714	-4,995	4,860
5x6	FR29 x FR32	1,639	1,824	1,731	8,736	21,190	14,963
5x7	FR29 x ES37	-0,081	-0,950	-0,515	-0,411	-8,270	-4,341
5x8	FR29 x IT38	-0,460	0,447	-0,006	-0,354	-2,324	-1,339
5x9	FR29 x BR44	-0,620	0,235	-0,192	-3,148	3,066	-0,041
5x10	FR29 x IT55	0,609	1,204	0,906	7,266	15,639	11,452
5x11	FR29 x BR59	0,619	0,655	0,637	3,227	5,309	4,268
5x12	FR29 x BR64	-0,026	0,612	0,293	9,132	-12,058	-1,463
5x13	FR29 x BR65	0,099	-0,585	-0,243	-4,806	7,980	1,587
6x7	FR32 x ES37	1,468	2,124	1,796	12,747	9,007	10,877
6x8	FR32 x IT38	1,169	1,862	1,515	13,814	13,273	13,544
6x9	FR32 x BR44	1,379	1,960	1,669	18,011	13,673	15,842
6x10	FR32 x IT55	1,127	2,679	1,903	13,094	25,916	19,505
6x11	FR32 x BR59	0,507	0,580	0,543	-6,325	6,916	0,296
6x12	FR32 x BR64	1,152	1,506	1,329	3,960	5,550	4,755
6x13	FR32 x BR65	2,437	1,180	1,808	10,692	2,247	6,470
7x8	ES37 x IT38	-1,051	-0,662	-0,856	-8,983	-1,847	-5,415
7x9	ES37 x BR44	-0,481	-0,964	-0,722	-13,117	-0,117	-6,617
7x10	ES37 x IT55	0,208	0,115	0,161	3,637	8,456	6,047
7x11	ES37 x BR59	-0,082	-0,604	-0,343	-0,732	-8,874	-4,803
7x12	ES37 x BR64	0,303	-0,147	0,078	-6,498	-7,570	-7,034
7x13	ES37 x BR65	-0,722	-0,504	-0,613	-0,435	-1,873	-1,154
8x9	IT38 x BR44	-0,750	-0,647	-0,698	6,281	-3,180	1,550
8x10	IT38 x IT55	0,349	-0,837	-0,244	-14,636	-37,598	-26,117

Anexo 7. Continuação...

S _{ij}		Teor de sólidos solúveis (°Brix)			Ciclo (dias)		
		$\hat{\sigma}_{ij}$ E 1	$\hat{\sigma}_{ij}$ E 2	$\hat{\sigma}_{ij}$ Média	$\hat{\sigma}_{ij}$ E 1	$\hat{\sigma}_{ij}$ E 2	$\hat{\sigma}_{ij}$ Média
8x11	IT38 x BR59	-0,622	0,014	-0,304	-0,405	-0,268	-0,336
8x12	IT38 x BR64	-0,046	-0,730	-0,388	-3,100	1,036	-1,032
8x13	IT38 x BR65	-0,512	-1,197	-0,854	6,632	0,063	3,348
9x10	BR44 x IT55	0,289	-0,159	0,065	5,231	-3,538	0,847
9x11	BR44 x BR59	0,579	-0,148	0,215	-3,138	-11,538	-7,338
9x12	BR44 x BR64	-0,686	-0,362	-0,524	-1,904	-10,574	-6,239
9x13	BR44 x BR65	-0,522	-0,478	-0,500	-13,051	11,793	-0,629
10x11	IT55 x BR59	-0,173	0,321	0,074	10,615	10,365	10,490
10x12	IT55 x BR64	0,222	0,097	0,160	17,850	-4,661	6,594
10x13	IT55 x BR65	0,177	-0,029	0,074	7,702	1,366	4,534
11x12	BR59 x BR64	-0,838	-0,662	-0,750	-15,519	-0,991	-8,255
11x13	BR59 x BR65	-0,683	-0,688	-0,686	3,543	0,366	1,955
12x13	BR64 x BR65	-0,288	-0,522	-0,405	-13,552	-7,660	-10,606

Anexo 8. Estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) da produtividade (g) das 13 linhagens experimentais de minitomate avaliadas na safra 2022/23 em Guarapuava-PR.

Linhagem	Produtividade (g)	
	\hat{g}_i	CGC
1	BR13	-101,730
2	BR14	-3,960
3	BR20	-135,506
4	BR22	306,517
5	FR29	71,782
6	FR32	-94,363
7	ES37	104,613
8	IT38	77,177
9	BR44	48,119
10	IT55	-183,197
11	BR59	10,764
12	BR64	22,820
13	BR65	-123,032

Anexo 9. Estimativas do efeito da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}) da produtividade (g) dos 78 híbridos experimentais de minitomate avaliados na safra de 2022/23 em Guarapuava-PR.

	S_{ij}	Produtividade
		CEC (\hat{s}_{ij})
1x2	BR13 x BR14	196,234
1x3	BR13 x BR20	-67,750
1x4	BR13 x BR22	-95,363
1x5	BR13 x FR29	-35,198
1x6	BR13 x FR32	32,176
1x7	BR13 x ES37	-37,939
1x8	BR13 x IT38	47,125
1x9	BR13 x BR44	112,224
1x10	BR13 x IT55	37,751
1x11	BR13 x BR59	-180,940
1x12	BR13 x BR64	-3,376
1x13	BR13 x BR65	-4,944
2x3	BR14 x BR20	-21,516
2x4	BR14 x BR22	12,620
2x5	BR14 x FR29	-55,469
2x6	BR14 x FR32	-42,475
2x7	BR14 x ES37	-58,375
2x8	BR14 x IT38	-37,110
2x9	BR14 x BR44	-152,082
2x10	BR14 x IT55	121,565
2x11	BR14 x BR59	23,673
2x12	BR14 x BR64	-25,263
2x13	BR14 x BR65	38,199
3x4	BR20 x BR22	-218,594
3x5	BR20 x FR29	49,011
3x6	BR20 x FR32	-6,204
3x7	BR20 x ES37	21,020
3x8	BR20 x IT38	137,935
3x9	BR20 x BR44	69,753
3x10	BR20 x IT55	27,357
3x11	BR20 x BR59	89,379
3x12	BR20 x BR64	1,262
3x13	BR20 x BR65	-81,654
4x5	BR22 x FR29	82,127
4x6	BR22 x FR32	-85,841
4x7	BR22 x ES37	-104,013
4x8	BR22 x IT38	316,241
4x9	BR22 x BR44	22,589
4x10	BR22 x IT55	68,357
4x11	BR22 x BR59	-44,014
4x12	BR22 x BR64	156,959

Anexo 9. Continuação...

S _{ij}		Produtividade
		CEC (\hat{s}_{ij})
4x13	BR22 x BR65	-111,068
5x6	FR29 x FR32	170,668
5x7	FR29 x ES37	-57,768
5x8	FR29 x IT38	-88,942
5x9	FR29 x BR44	124,405
5x10	FR29 x IT55	20,813
5x11	FR29 x BR59	-50,839
5x12	FR29 x BR64	-56,865
5x13	FR29 x BR65	-101,942
6x7	FR32 x ES37	-18,833
6x8	FR32 x IT38	-130,727
6x9	FR32 x BR44	-24,149
6x10	FR32 x IT55	96,588
6x11	FR32 x BR59	144,516
6x12	FR32 x BR64	-49,290
6x13	FR32 x BR65	-86,427
7x8	ES37 x IT38	-160,584
7x9	ES37 x BR44	70,724
7x10	ES37 x IT55	51,281
7x11	ES37 x BR59	248,409
7x12	ES37 x BR64	-65,206
7x13	ES37 x BR65	111,285
8x9	IT38 x BR44	50,349
8x10	IT38 x IT55	-408,852
8x11	IT38 x BR59	43,955
8x12	IT38 x BR64	107,668
8x13	IT38 x BR65	122,941
9x10	BR44 x IT55	-106,054
9x11	BR44 x BR59	-164,176
9x12	BR44 x BR64	-172,673
9x13	BR44 x BR65	169,089
10x11	IT55 x BR59	-14,299
10x12	IT55 x BR64	55,584
10x13	IT55 x BR65	49,907
11x12	BR59 x BR64	30,462
11x13	BR59 x BR65	-126,125
12x13	BR64 x BR65	20,738