

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

Dissertação

**PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES
AGRONÔMICOS NO CRUZAMENTO DE CULTIVARES DE
TOMATE CEREJA (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*)
TOLERANTES A REQUEIMA (*Phytophthora infestans*).**

Diogo de Vilela Marinho



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES
AGRONÔMICOS NO CRUZAMENTO DE CULTIVARES DE
TOMATE CEREJA (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*)
TOLERANTES A REQUEIMA (*Phytophthora infestans*).

DIOGO DE VILELA MARINHO

Sob a Orientação do Professor
Maurício Ballesteiro Pereira

e Co-orientação do Professor
Marilene Hilma dos Santos

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Fitotecnia** no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia na Área de Concentração em Produção Vegetal com a linha de pesquisa em Melhoramento Vegetal.

Seropedica
2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M337p

Marinho, Diogo de Vilela, 1985-
Parâmetro genético para caracteres de tomate cereja
(*Solanum Lycopersicum* var. *cerasiforme*) tolerantes a
requeima (*Phytophthora infestans*). / Diogo de Vilela
Marinho. - 2018.
76 f.: il.

Orientador: Maurício Ballesteiro Pereira.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Fitotecnia, 2018.

1. Tomate. 2. Tomate Cereja. 3. Melhoramento
Genético. 4. Produção. I. Pereira, Maurício
Ballesteiro, 1954-, orient. II Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Fitotecnia III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DIOGO DE VILELA MARINHO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Produção Vegetal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 13/12/2018

Maurício Ballesteiro Pereira, Dr (UFRRJ)
(Orientador)

Bruna Rafaela da Silva Menezes, Dr (UFRRJ)

Maria do Carmo Araújo Fernandes, Dr

A Deus,

Fonte da Minha Força...

...AGRADEÇO

Aos meus pais Francisco Marinho (in memoriam) e Rozemira Vilela

E meus Irmãos Beatriz Marinho e Diego Marinho

Que me deram todo amor que podiam

e mais do que eu merecia...

...DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado força, iluminação e acalmado meu coração nos momentos difíceis.

Ao meu falecido pai, Francisco Marinho, por ter me dado incentivos e meios para alcançar minhas vitórias e por agora olhar por mim de onde ele está.

À minha mãe, Rozemira Vilela, por me cobrar sempre mais, fazendo de mim alguém autocrítico e um eterno inconformado.

À minha irmã, Beatriz Marinho, por ser minha melhor amiga e me inspirar a trabalhar duro.

Ao meu irmão, Diego Marinho, por ter me incentivado durante toda minha trajetória.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela oportunidade de realizar o Curso de Agronomia e agora por realizar o Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida para realização do Curso de Mestrado em Fitotecnia da UFRRJ.

Ao meu professor orientador Maurício Ballesteiro Pereira, pela dedicação, ensinamentos, conselhos, confiança, conversas e ideias.

À minha co-orientadora Marilene Hilma dos Santos pela ajuda inestimável que ela prontamente me deu e pela paciência para comigo.

Aos meus Padrinhos Evanilson Silva e Madalena Teliz e Silva pelos conselhos e ajuda.

Ao meu Grande Amigo Osiel Espindola por sua amizade e grande ajuda nessa caminhada.

Aos meus Amigos Vanessa Amaral, Rodrigo Penna, Bruna Caroline, David Macedo, Rafael Hydalgo, Fabio Alves, Clayton Dezenove, Gabriel Silva, Pablo Mendes, entre outros, pelo companheirismo e ajuda.

Biografia

Diogo de Vilela Marinho, Filho de Francisco Jerônimo Marinho e Rozemira Telis de Vilela Marinho, Nascido em 10 de agosto de 1985, no Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Ingressou no curso de Agronomia em 2007 na Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro, concluído em 2012.

Trabalhou com produção agrícola de 2013 até 2014 no estado do Mato Grosso. Retornou ao Rio de Janeiro para fazer Residência R1 e R2 em agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, concluindo em 2016.

Ingressou no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, nível Mestrado, em agosto de 2016 na área de concentração de produção vegetal, sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

RESUMO GERAL

MARINHO, Diogo de Vilela. **Parâmetros genéticos para caracteres agronômicos no cruzamento de cultivares de tomate cereja (*solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) tolerantes a requeima (*phytophthora infestans*)**. 2018. 76p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Programas de melhoramento são de grande importância para agricultura moderna e para o aumento sustentável da produção agrícola. Contudo, se tratando de tomate-cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), ainda carece de dados e estudos na literatura, que sejam suficientes para subsidiar, de maneira satisfatória, o melhoramento ou estudos genéticos sobre essa cultura. O presente estudo teve como objetivos: estudar a herdabilidade de características agronômicas em populações P1, P2, F1, F2, F3 e F4 de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* obtidos com o cruzamento dos cultivares ENAS 1125 X PERINHA ÁGUA BRANCA de Tomate Cereja; estimar parâmetros genéticos para caracteres agronômicos e produtivos para orientar a melhor escolha em métodos de condução de melhoramento, para obtenção de linhas puras com potencial de mercado. Os experimentos foram conduzidos em condições de campo entre os meses de novembro de 2016 e setembro de 2018, na Casa de Vegetação no Setor de Grandes Culturas do Instituto de Agronomia e no Campo Experimental do Instituto de Agronomia – Departamento de Fitotecnia – UFRRJ. O delineamento, nos dois experimentos, foi em blocos casualizados (DBC), seguindo a recomendação da literatura para condução da cultura. As características avaliadas no primeiro experimento foram: peso médio dos frutos (gramas), peso médio dos cachos (gramas), produção total por planta (Kg), número de frutos (unidades) e teor de sólidos solúveis (°Brix). Constatou-se dominância completa apenas na característica teor de sólidos solúveis, ausência de Dominância para número de frutos e sobre-dominância para peso médio de frutos, produção total por planta e peso médio dos cachos. As estimativas da herdabilidade no sentido amplo apresentou 58% para peso médio dos frutos, 66% para produção total por planta, 33% para peso médio dos cachos, 67% para número de frutos e 75% para teor de sólidos solúveis. As herdabilidades no sentido restrito foram estimadas em 23% para peso médio dos frutos, 3% para produção total por planta, 2% para peso médio dos cachos, 0% para número de frutos e 53% para teor de sólidos solúveis. No segundo experimento foram avaliadas as características peso médio dos frutos (gramas), produção total

por planta (Kg) e número de frutos (unidades). As estimativas da herdabilidade no sentido restrito aproximada apresentou valores de 14% para número total de frutos, 30% para produção total e 40% para peso médio dos frutos. Assim, as características de peso médio dos frutos, produção total por planta e peso médio dos cachos demonstraram que são características herdáveis e indicadas para realização do melhoramento no cruzamento das cultivares ENAS 1125 X PERINHA ÁGUA BRANCA de tomate cereja. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Palavras-Chave: Tomate-cereja, *Solanum lycopersicum*, Melhoramento, Variação Genética, Herdabilidade

ABSTRACT

MARINHO, Diogo de Vilela. **genetic parameters for agronomic characters in the crossing of cherry tomato cultivars (*solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) tolerant a tomato late blight (*phytophthora infestans*)**. 2018. 76p. Dissertation (Master in Plant Science). Institute of Agronomy, Department of Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Breeding programs are of great importance for modern agriculture and for the sustainable increase of agricultural production. However, in the case of cherry tomatoes (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*), there is still a lack of data and studies in the literature that are sufficient to satisfactorily subsidize breeding or genetic studies on this crop. The present study had as objectives: to study the heritability of agronomic characteristics in populations P1, P2, F1, F2, F3 and F4 of *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* obtained with the crossing of cultivars ENAS 1125 X PERINHA ÁGUA BRANCA of Cherry Tomato; to estimate genetic parameters for agronomic and productive characteristics to guide the best choice in breeding methods to obtain pure lines with market potential. The experiments were conducted under field conditions between November 2016 and September 2018, at the Vegetation House in the Large Crops Sector of the Agronomy Institute and at the Experimental Field of the Institute of Agronomy - Department of Plant Science - UFRRJ. The design, in both experiments, was in randomized blocks (DBC), following the recommendation of the literature to conduct the culture. The characteristics evaluated in the first experiment were: average weight of the fruits (grams), average weight of the bunches (grams), total production per plant (kg), number of fruits (units) and soluble solids content (°Brix). It was found complete dominance only in the characteristic soluble solids content, absence of dominance for number of fruits and over-dominance for average fruit weight, total production per plant and average weight of the bunches. The heritability estimates in the broad sense presented 58% for average fruit weight, 66% for total production per plant, 33% for average weight of bunches, 67% for fruit number and 75% for soluble solids content. The heritabilities in the restricted sense were estimated in 23% for average fruit weight, 3% for total production per plant, 2% for average weight of bunches, 0% for fruit number and 53% for soluble solids content. In the second experiment, the average weight of fruits (grams), total production per plant (kg) and number of fruits (units) were evaluated. Estimates of heritability in the approximate restricted sense presented values

of 14% for total number of fruits, 30% for total production and 40% for average fruit weight. Thus, the characteristics of average fruit weight, total yield per plant and average weight of the bunches showed that they are inheritable characteristics and indicated for the breeding of the cultivars ENAS 1125 X PERINHA ÁGUA BRANCA of cherry tomatoes. This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

Key words: Cherry Tomato, *Solanum lycopersicum*, Breeding, Genetic Variation, Heritability

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Dados Climatológicos do município de Seropédica com as médias de precipitação mensal, temperatura média, temperatura mínima e temperatura máxima obtidas pela organização Climate-data.....	30
Tabela 2: Esquema da análise de variância e esperança de quadrados médios, utilizada para gerações P1, P2, F1, F2 e F3.....	44
Tabela 3: Esquema da análise de variância e esperança de quadrados médios, utilizada para geração F4.	48
Tabela 4: Resumo da análise de variância para peso médio dos frutos, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de <i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> , Seropédica, RJ, 2017.....	54
Tabela 5: Resumo da análise de variância para produção total por planta, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de <i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> , Seropédica, RJ, 2017.....	57
Tabela 6: Resumo da análise de variância para peso médio dos cachos, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de <i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> , Seropédica, RJ, 2017.....	60
Tabela 7: Resumo da análise de variância para número de frutos, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de <i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> , Seropédica, RJ, 2017.....	63
Tabela 8: Resumo da análise de variância para teor de sólidos solúveis, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de <i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> , Seropédica, RJ, 2017.....	66
Tabela 9: ANOVA Fator duplo com repetição das características Peso Médio dos Frutos (PMF), Produção Total (PT) e Número Total de Frutos (NTF) avaliados em plantas das gerações F4, a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de <i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> , Seropédica, RJ, 2018. .	71

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Mudanças de Perinha Água Branca X ENAS 1125 na Estufa do setor de Grandes Culturas do Instituto de Agronomia em 23 de novembro de 2016.....31
- Figura 2:** Foto ilustrativa de qual momento floral foi realizado o cruzamento dos progenitores em que as pétalas são retiradas, a flor é emasculada e o pólen de outra planta é colocado no estilete. Após esse procedimento a flor é marcada e isolada com saco de papel para que não aconteça contaminação por pólen de outras plantas.32
- Figura 3:** Fotografia do primeiro fruto evidenciado do cruzamento de ENA 1125 x Perinha Água Branca em 20 de dezembro de 2016 na casa de vegetação do setor de grandes culturas do Instituto de Agronomia.33
- Figura 4:** Colheita dos frutos do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca.34
- Figura 5:** Bandejas com Mudanças de P1, P2, F1, F2 e F3 na estufa do setor de Grandes Culturas do Instituto de Agronomia da UFRRJ no dia 27 de maio de 2017.....35
- Figura 6:** Cacho de Tomate Cereja no campo da área experimental do Instituto de Agronomia, exemplificando o momento de maturação dos frutos no momento da colheita. Cruzamento dos cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca.36
- Figura 7:** Fotografia da Bandeja de PVC contendo as sementes provenientes dos frutos de F3, conseqüentemente dará plantas da geração F4 na estufa do setor de Grandes Culturas do Instituto de Agronomia da UFRRJ no dia 16 de abril de 2018.....37
- Figura 8:** Mudanças das progênes F4 na estufa do setor de grandes culturas do Instituto de Agronomia da UFRRJ.38
- Figura 9:** Fotografia realizada no dia do transplante das mudanças de F4 para a área experimental do Instituto de Agronomia - UFRRJ.....39
- Figura 10:** Fotografia do cacho de frutos F4 no dia da primeira colheita, exemplificando o momento de maturação dos frutos no momento da colheita. Cruzamento dos cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca.40
- Figura 11:** Gráfico das médias obtidas para peso médio dos frutos expresso em gramas (valor vertical), avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2017.....55

Figura 12: Gráfico das medias obtidas para produção total por planta, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de <i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> , Seropédica, RJ, 2017.	58
Figura 13: Gráfico das medias obtidas para peso médio dos cachos, medido em gramas, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de <i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> , Seropédica, RJ, 2017.	61
Figura 14: Gráfico das medias obtidas para número de frutos, expressos em unidade, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de <i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> , Seropédica, RJ, 2017.	64
Figura 15: Gráfico das medias obtidas para teor de sólidos solúveis expresso em °Brix, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de <i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> , Seropédica, RJ, 2017.	67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo Geral	20
2.2 Objetivo Específico	20
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	21
3.1 Classificação Botânica.....	22
3.2 Importância Nutricional do Tomate Cereja	23
3.3 Cultura do Tomateiro.....	23
3.4 Condições Edafoclimáticas.....	24
3.5 Pragas e Doenças	25
3.6 Tomate Cereja.....	25
3.7 Melhoramento do Tomate	26
3.8 Interação Genótipo Ambiente.....	27
3.9 Herdabilidade.....	28
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 Obtenção das sementes F1 e demais gerações.....	31
4.2 Primeiro Experimento – Avaliação das características genéticas quantitativas do cruzamento ENA 1125 x Perinha Água Branca nas gerações P1, P2, F1, F2 e F3.	34
4.2.1 Delineamento Experimental	36
4.3 Segundo Experimento - Avaliação das características genéticas quantitativas do cruzamento ENA 1125 x Perinha Água Branca na geração F4.	37
4.3.1 Delineamento Experimental	40
4.4 Componentes de Produção Avaliados no Primeiro Experimento	41
4.5 Análise de Dados do Primeiro Experimento	41

4.5.1 Análise da Variância.....	41
4.5.2 Estimativas de Parâmetros Genéticos com Base nos Componentes de Variância	45
4.6 Análise de Dados do Segundo Experimento	47
4.6.1 Características Avaliadas no Segundo Experimento	48
4.6.2 Estimativas de Parâmetros Genéticos com Base nos Componentes de Variância de F4	49
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
5.1 Análise de Variância e Estimativa de Parâmetros Genéticos do Primeiro Experimento.....	51
5.1.1 Peso Médio dos Frutos	51
5.1.2 Produção Total por Planta	56
5.1.3 Peso Médio dos Cachos	59
5.1.4 Número de Frutos	62
5.1.5 Teor de Sólidos Solúveis (°BRIX).....	65
5.2 Análise de Variância e Estimativa de Parâmetros Genéticos do Segundo Experimento.....	68
5.2.1 Peso Médio dos Frutos	68
5.2.2 Produção Total por Planta	68
5.2.3 Número Total de Frutos.....	69
6 CONCLUSÃO.....	72
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma hortaliça da família das solanáceas, sendo ele da mesma família que a berinjela, pimentas e os pimentões e tem como centro de origem a América do Sul (MELO, 2007). O tomateiro geralmente apresenta crescimento indeterminado com folhas alternadas e compostas. A inflorescência é do tipo rácimo com flores hermafroditas, autógamias e apresenta o fruto do tipo baga, podendo ele ser bi, tri ou multiloculado.

Uma das hortaliças mais importantes no mundo, o tomate é produzido em quase todos os países, tendo a China como maior produtor mundial seguida pela Índia, de acordo dados da FAO de 2015. O Brasil ocupa a oitava colocação, de acordo com o IBGE. A produção alcançou a marca de 4,18 milhões de toneladas no ano de 2015 e havia produzido até setembro de 2016, cerca 3,61 Milhões de toneladas (IBGE BRASIL, 2016).

O tomate é mundialmente consumido por motivos que vão desde a função nutritiva na alimentação até a sua alta versatilidade na culinária (FERRARI et al., 2008). Sendo fonte de vitaminas e minerais como as vitaminas A, C e B9, além de sais minerais como cálcio, fósforo, magnésio e potássio. Ainda, com grande importância como antioxidante, devido ao alto teor em Licopeno, um inibidor natural à proliferação de células cancerígenas (SOARES JÚNIOR; FARIAS, 2012).

A procura por tomate cereja (*Solanum lycopersicum var cerasiforme*) tem aumentado no mercado para a elaboração de pratos, tanto por parte dos restaurantes como pelos lares, que buscam uma melhor alimentação sendo ela mais nutritiva e atrativa sensorialmente. Com o surgimento de novas receitas de saladas, a utilização de cores, textura, sabor e valor nutritivo, torna o fruto um ingrediente essencial, possuidor de todas essas características desejáveis ao preparo de um prato (HORTIFRUTI BRASIL, 2007).

O mercado de tomate cereja começou a ser explorado no Brasil em 1990 e acabou despertando o interesse de muitos produtores que viram a possibilidade de produzir uma cultura com alta produtividade e rentabilidade financeira. Hoje em dia, se trata de um ótimo nicho de mercado, pois o consumidor aceita muito bem o produto para ornamentação de pratos ou para o consumo processado (SANTOS, 2009).

A agricultura familiar tem no tomate cereja uma grande opção para a produção do fruto com o método de cultivo orgânico (ROCHA, 2009), visto que, esse modo de cultivo é muito interessante economicamente para o agricultor e tido como mais saudável para o consumidor.

Vale destacar que, o cultivo do tomate contribui muito para economia dos agricultores familiares (PETINARI, 2008), já que pode ser plantado em áreas menores e assim possibilita que produtores, com pequena porção de terra, possam produzir e diversificar sua produção, tendo assim, maior segurança econômica em seu ano agrícola.

Apesar do mercado do tomate ser bem consolidado, ainda há muito espaço para o crescimento, com o contínuo desenvolvimento de novas áreas para o cultivo. Ainda, com o aumento das redes de “fast-food”, o crescimento do mercado de alimentos industrializados e a utilização de tomate cereja na ornamentação de pratos e drinks, demonstra o quanto o cultivo ainda pode expandir-se (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007).

Diante disso, tornam-se necessários estudos genéticos em torno do tomate cereja, para auxiliar os melhoristas em programas de melhoramento e assim aumentar o número de cultivares. Pois, mesmo estando no mercado brasileiro desde a década de 90 (ROCHA, 2009), o tomate cereja ainda precisa de materiais comerciais que se adaptem melhor às condições edafoclimáticas das regiões produtivas no Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo, avaliar o controle Genético dos caracteres agronômicos e produtivos no cruzamento ENAS 1125 x Perinha Água Branca no município de Seropédica, no estado do Rio de Janeiro.

2.2 Objetivo Específico

1. Estudar a variabilidade genética de alguns caracteres agronômicos e da produtividade no cruzamento entre as cultivares ENAS 1125 e Perinha Água Branca.
2. Avaliar parâmetros genéticos no cruzamento dos cultivares ENAS 1125 e Perinha Água Branca.
3. Estimar valores da herdabilidade no sentido amplo e restrito no cruzamento das cultivares ENAS 1125 e Perinha Água Branca.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Existem dez espécies de tomateiro no gênero *Solanum*, sendo a *S. lycopersicum* de maior importância econômica dentre elas (ALVARENGA, 2004). Tendo, o tomate cultivado, como ancestral mais próximo, a espécie silvestre de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, que tem como centro de origem a região Andina e ocorre de maneira espontânea, juntamente com as outras espécies de tomates silvestres (FILGUEIRA, 2008).

O tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) trata-se de um grupo de cultivares de tomate com frutos diminutos e, muitas vezes, com sabor mais adocicado quando comparado aos tomates comerciais de tamanho convencional (VILELA; HENZ, 2000). Muito utilizado em saladas (in natura) e enfeitando drinks sofisticados.

O tomateiro, uma das principais hortaliças no Brasil, é de origem Peruana, Boliviana e Equatoriana (região dos Andes). Contudo, sua domesticação foi no México, tratado como centro de origem secundário (COLARICCIO, 2000).

Segundo Dusi et al (1993), o povo nativo Mexicano costumava chama-lo de tomati ou jitomate, sendo introduzido no Brasil por meio dos colonizadores portugueses e pelos espanhóis na época colonial.

Os frutos do tomateiro, assim como os do grupo cereja, podem variar muito em tamanho, forma e cor, podendo ser redondos, alongados, periformes, etc... A planta pode ser de crescimento determinado ou indeterminado (perene), mas as cultivares comerciais, em geral, têm crescimento indeterminado. Apresentam caules eretos, herbáceos ou flexível. Para consumo in natura, as variedades de tomateiro utilizadas são as de crescimento indeterminado, pois permitem alta produção e frutos de boa qualidade visual, porém, é necessário que se utilize técnicas culturais como tutoramento, desbrota, capação ou desponte, amontoa, controle de plantas espontâneas e um bom manejo de irrigação, sendo em cultivo protegido ou aberto (CORRÊA et al, 2012).

Já as variedades que apresentam o hábito de crescimento determinado são utilizadas em produção para frutos destinados ao processamento industrial por apresentar porte reduzido e maior uniformidade na maturação, facilitando assim na mecanização (BITTAR, 2011).

O sistema radicular é pivotante, alcançando em média a profundidade de 60 cm (ALVARENGA, 2004).

3.1 Classificação Botânica

De acordo com a classificação de Linnaeus, o tomateiro integra o gênero *Solanum*. O tomateiro pertence à classe Dicotyledonae, ordem Tubiflorae, família Solanaceae, gênero *Solanum*, e subgêneros *Eulycopersicon* e *Eriopersicon*. O tomate cultivado comercialmente pertence à espécie *Solanum lycopersicon* (ALVARENGA, 2004).

A propagação do tomateiro se dá preferencialmente pelas sementes, podendo também ser propagada vegetativamente e com enxertia (SILVA, 2015). As sementes são de formato reniforme, pequenas pilosas, de coloração marrom-clara e envolvida por mucilagem quando no interior do fruto. O número de sementes por fruto varia conforme a cultivar (FILGUEIRA, 2008).

Seu sistema radicular é formado de raiz principal, raízes secundárias e raízes adventícias com cerca de 70% das raízes localizadas a menos de 0,20 metros de profundidade no solo (FILGUEIRA, 2008).

A inflorescência é do tipo rácimo que se diferencia no meristema apical do caule e pode assumir forma simples, bifurcada ou ramificada. O tipo simples ocorre com maior frequência na parte inferior da planta, o tipo ramificado desenvolve-se na parte superior. O número de flores é variável, sendo estas completas, hermafroditas e de coloração amarela (FILGUEIRA, 2008).

As flores são pequenas, agrupadas em cachos, ligeiramente inclinados para baixo. As sépalas e estames são, geralmente, em número de cinco e sua disposição no conjunto da flor facilita a autopolinização e dificulta a polinização cruzada (ALVES FLHO, 2006).

O fruto do tomateiro é classificado como baga suculenta, apresentando diferentes tamanhos e formatos, tendo películas, polpa, placenta e sementes. Os frutos podem ser bi, tri, tetra ou pluriloculares. Na maturação o tomate apresenta geralmente uma cor vermelha, contudo, os frutos podem apresentar outras cores como o amarelo, cor-de-rosa, alaranjado entre outras (FILGUEIRA, 2008).

A depender da variedade de tomateiro, a planta pode se desenvolver de maneira rasteira, semi-ereta ou ereta (ARAUJO, 2014). Mesmo sendo uma planta perene é cultivada como anual com ciclo desde a sementeira até produção variando de quatro a sete meses, incluindo um a três

meses de colheita (ALVARENGA, 2004). Os frutos amadurecem cerca de 50 a 60 dias depois de polinizados, mas podem demorar mais se no período ocorrerem baixas temperaturas.

A floração e a frutificação ocorrem juntamente com a vegetação. As folhas são alternadas compostas com um grande folíolo terminal e cerca de seis a oito folíolos laterais que podem por sua vez, ser compostos e cobertos com pelos, em sua maioria glandulares, que emitem um cheiro característico ao serem esmagados com o manuseio (ALVARENGA, 2004).

3.2 Importância Nutricional do Tomate Cereja

O valor nutritivo do fruto é variável, pois o ambiente tem grande interferência no fenótipo e que também varia de acordo com a cultivar utilizada. O tomate-cereja apresenta um alto teor de vitamina C e baixo valor energético, devido ao elevado teor de água (NUEZ et al., 1996).

O tomate-cereja tem uma composição de aproximadamente 93% de água. Assim, nos 7% restantes, encontram-se compostos inorgânicos, ácidos orgânicos, açúcares, sólidos insolúveis em álcool e outros compostos (SILVA; GIORDANO, 2006).

Os tomates cerejas apresentam a vitamina K em sua composição, que contribui para a saúde dos ossos e ajudam na flexibilidade dos vasos sanguíneos. Essa vitamina, que fica armazenada no tecido adiposo do organismo humano depois que é consumida, ajuda a fixar o cálcio nos ossos e atua também como um agente de coagulação (DÔRES et al, 2001).

De acordo com Porto & Oliveira (2006), o tomate é rico em licopeno, um carotenoide que dá a cor avermelhada do fruto, sendo ele, um antioxidante que auxilia a proteção das células e do DNA contra as agressões sofridas pelos radicais livres, ajudando assim na prevenção de doenças cardiovasculares e de alguns tipos de câncer.

3.3 Cultura do Tomateiro

Segundo o IBGE (2018), o cultivo de tomate é de grande importância para o agronegócio nacional, que ocupou uma área de aproximadamente 65 mil hectares em 2017 e 62 mil hectares até setembro de 2018, dos quais 70% corresponderam a produção de tomate in natura e os outros 30% foram destinados ao tomate processado industrialmente.

A produção alcançou a marca de 4,373 milhões de toneladas no ano de 2017 e havia produzido até setembro de 2018, cerca 4,243 Milhões de toneladas (IBGE BRASIL, 2018). A maior parte da produção de tomate concentra-se nos Estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais, totalizando cerca de 65% da produção nacional (RIBEIRO et al, 2009).

No mundo, o cultivo de tomate ocupa a segunda colocação dentre as hortaliças, sendo a batata a primeira colocada. No Brasil, o seu cultivo a torna a hortaliça de fruto mais importante, ocupando ocasionalmente o primeiro lugar em valor e volume de produção (SCHMIDT, 2000).

Com uma produção, nos últimos anos, de cerca de 4 milhões de toneladas (IBGE BRASIL, 2016), em área total em torno de 63.000 ha, o Brasil ocupa a oitava colocação no ranking mundial de produção, lugar que pode melhorar, pois o país ocupa o décimo primeiro lugar no que diz respeito a produtividade de acordo dados da FAO de 2015.

No cenário nacional, o Rio de Janeiro é o quarto maior estado produtor, com uma produtividade maior que a média nacional (IBGE BRASIL, 2016). Tendo a produção principalmente para consumo in natura, o Rio de Janeiro pode se expandir sua produção, já que os produtores estão bem próximos dos consumidores e novas tecnologias possibilitam a utilização de áreas não indicadas anteriormente (SILVA et al., 2003).

3.4 Condições Edafoclimáticas

A luminosidade, temperatura, umidade relativa e disponibilidade de nutrientes são as condições ambientais que mais interferem na qualidade do tomateiro (SAMPAIO; FONTES, 1998).

O Cultivo geralmente se dá em locais com climas mais amenos, tendo como preferência a temperatura de 27°C para o dia, podendo variar em torno de 4 graus e 18°C para noite, aceitando a variação de 2°C. Uma variação maior que essa não impede o cultivo, porém impacta na obtenção de maiores produções (MORAES, 1997).

Fontes (2004) destaca a menor incidência de frutos não comerciais e melhor produção de frutos médios de tomates quando o cultivo é feito em ambiente protegido. Em tal estudo, foi evidenciado que em ambiente protegido, não houve diferença significativa em diferentes tipos de cultivo protegido, contudo houve diferença quando as condições climáticas não puderam ser controladas.

3.5 Pragas e Doenças

Assim como todas as culturas agrícolas, o tomate possui diversas pragas e doenças que prejudicam sua produção, sendo ele um dos que mais são prejudicados por ambos os fatores na agricultura (LOPES, 1994). Segundo Lopes (1994), as doenças que causam danos a essa cultura pertencem a diferentes grupos e espécies de Fitopatógenos, algumas das quais apresentam grande importância por sua capacidade de causar danos severos, que podem vir a inviabilizar a produção do tomate.

Podemos citar como exemplo de doenças do tomateiro a requeima, doença causada por um oomiceto (Fungo) chamado *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. Essa doença é de grande importância no país por ocorrer em praticamente todas as áreas de produção no território nacional (SHANKARA, 2006). Baixas temperaturas (entre 18 e 22°C) e alta umidade, comum nas áreas utilizadas para a produção, contribuem com o estabelecimento do patógeno.

No mercado há poucos cultivares tolerantes ao patógeno, que apresentam boas características para a comercialização, com isso o controle da requeima é feito de maneira preventiva com o uso de fungicidas ou com a mistura de Bordeaux (composto de sulfato de cobre, cal hidratada e água, mais conhecido como Calda Bordalesa) (MIZUBUTI, 2005).

As brocas de frutos destacam-se entre os insetos que causam danos a lavoura de tomate com maior importância por causarem danos aos frutos de tomate, causando danos já ao final da produção (TEIXEIRA, 2001).

Neste grupo, destacam-se as brocas-dos-frutos, como a traça (*Tuta absoluta*), a broca grande dos frutos (*Helicoverpa zea* (Bod)) que danifica os frutos se alimentando da polpa, se alojando dentro do fruto e tornando-os assim, impróprios para a comercialização ou processamento e a broca pequena dos frutos (*Neuleioinodes elegantalis* (Guenée)), que penetram os tomates por uma perfuração na epiderme e na parede externa do pericarpo e fazem morada na parte interna do fruto consumindo assim a polpa do tomate (LEMOS, 2008).

3.6 Tomate Cereja

Os primeiros tomates cerejas para cultivo no Brasil foram trazidos pelos italianos no final do século XIX e também dispersados em território brasileiros por pássaros migratórios (AZEVEDO FILHO; MELLO, 2001). Ainda assim, possivelmente os nativos americanos

podem ter introduzido algumas variedades com seu deslocamento pelo território sul americano (CARELLI, 2003).

A inflorescência do tomate cereja é do tipo rácimo, e com isso gera um grande número de frutos que são bagas carnosas, biloculares e que pesam em torno de 25 gramas em média. Por apresentar o tamanho diminuto, quando comparado às outras variedades de tomate de mesa, o tomate cereja não necessita de intervenção no manejo dos frutos para melhor produção. (ROCHA, 2010).

Quando comparado ou tomate italiano, o tomate cereja tem menor exigência nutricional, e com isso exige um menor número e volume de aplicações de fertilizantes e conseqüentemente, isso reduz o custo da cultura (ROCHA, 2010). Fato que acaba contribuindo para a produção da cultura em sistemas orgânicos de produção.

Atualmente, o mercado de tomate é diversificado e maduro, isso levou ao desenvolvimento de diversas cultivares disponíveis para o mercado. Fazendo parte desse grupo comercial está o do tomate-cereja (RODRIGUES, 2012). Muitas vezes, o tomate-cereja acaba sendo confundido com o tomate silvestre, contudo, são erros grosseiros, visto que um passou por um processo moderno de melhoramento e o outro não.

Geralmente, o consumidor aceita melhor o tomate-cereja por seu sabor mais adocicado e de maior qualidade se comparado ao tradicional tomate de mesa (RODRIGUES, 2012). Com isso, por apresentar uma curva de oferta e demanda diferente das outras variedades comerciais, o tomate-cereja acaba tendo um preço mais elevado, fato que não atrapalha o consumo, pois os clientes se dispõem a pagar a mais por um produto de qualidade visível (FERNANDES, 2005).

3.7 Melhoramento do Tomate

Com o surgimento da agricultura deu-se início ao processo de domesticação de plantas, ou seja, o melhoramento de plantas surgiu quando a agricultura se iniciou. Neste início, o processo de domesticação era feito pelo empirismo. Com Mendel, o melhoramento tomou proporções maiores e mais concretas com a utilização da matemática e estatística. Segundo Borém (2005), selecionar um indivíduo com características desejáveis foram guiadas ao nível da modificação dos caracteres hereditários, por meio da biotecnologia.

Hoje em dia, o melhoramento genético é usado em todas as espécies de interesse, visando o melhoramento ou expressão de caracteres favoráveis que possam ser explorados. O

tomateiro, por ser uma espécie de grande valor econômico e social, é uma das espécies em que mais se apresentam estudos visando o melhoramento genético e a utilização de variedades melhoradas tem ajudado o aumento de produtividade e qualidade do tomate. (TIKUNOV et al, 2003).

Um dos objetivos dos melhoristas é buscar meios de diminuir a influência da deriva genética em seu programa de melhoramento. Esse esforço é dificultado pelos recorrentes programas de melhoramento e pela domesticação das cultivares longe de seu centro de origem, que acabaram deixando uma margem pequena de variabilidade. Segundo SAAVEDRA et al. (2001), a base estreita é consequência dos vários ciclos de seleção para a cultura, da sua domesticação fora do centro de origem, seleção empírica com poucas linhagens, limitando a base genética e levando a extinção de alguns indivíduos (FERREIRA et al., 2003).

A variabilidade genética é uma ferramenta essencial para a ecologia, ela dá às plantas a capacidade de adaptação aos diferentes ambientes que ela pode se sujeitar (NESBITT; TANSKLEY, 2002).

Segundo Abreu (2005) a utilização de espécies silvestres de *Lycopersicon* por melhoristas, vem acontecendo desde a década de 1940. E com isso, demonstra-se a grande importância dos bancos de germoplasma para os programas de melhoramento, pois são neles que os melhoristas podem buscar fontes de variabilidade para o seu programa de melhoramento.

Pôr o tomate apresentar características de plantas autógamas, o cruzamento vai proporcionar a variância aditiva, que pode ser explorada e assim produzir um híbrido, podendo vir a apresentar vigor híbrido (GUIMARAES, 2014). Vigor híbrido, também conhecido como heterose, é uma expressão de vigor que ocorre nos híbridos de algumas plantas, quando são cruzadas.

3.8 Interação Genótipo Ambiente

Conhecer e entender os componentes da variabilidade fenotípica é muito importante para escolha do método a ser utilizado no programa de melhoramento, visto que ela é o resultado da interação genótipo e ambiente (ARAUJO, 2017). Tal interação pode mascarar os ganhos genéticos do programa e atrapalhar o trabalho do melhorista.

A interação genótipo x ambiente é considerada a interferência que diferentes ambientes têm na expressão fenotípica de determinado genótipo, ou seja, de que modo o genótipo reage

as diferentes variações ambientais a que está sujeito (OLIVEIRA, 2018). Segundo Mascioli (2000), tal efeito é evidenciado quando o mérito de dois ou mais genótipos tem correlação direta com o ambiente em que estão sendo estudados. Sendo assim, um genótipo pode se apresentar como superior em um ambiente e não em outro (FALCONER; MACKAY, 1996).

Tal interação é evidenciada nas mais diversas formas de vida, incluindo bactérias, plantas e animais. Segundo Streck (2017), a interação GxE torna-se de grande importância para o melhorista e seus programas de melhoramento, visto que, um ganho de determinado genótipo em dado ambiente pode não ser evidenciado quando imposto a outras condições ambientais, seja ela geográfica ou temporal.

Por isso, o melhorista deve estar ciente da importância e buscar ao máximo minimizar ou se aproveitar dos efeitos da interação GxE (GUIMARÃES, 2016). Ainda assim, dada interação pode levar o melhorista a atribuir ganhos ou perdas estatísticas ao genótipo, podendo ele ser resultado da interação e assim dificultar a obtenção de nova cultivar melhorada.

3.9 Herdabilidade

A Herdabilidade é a proporção que se refere as influências genéticas e ambientais na expressão fenotípica dos caracteres estudados em dada população e indica o quão fácil ou difícil pode ser melhorar determinadas características (RESENDE, 2002). O seu mérito está em poder demonstrar, quantitativamente, os efeitos genéticos que são expressos nos fenótipos, no qual o valor genotípico que é de relevância será o que influenciará a próxima geração (FALCONER; MACKAY, 1996).

O coeficiente de herdabilidade é estimado e estudado em dois entendimentos, sendo eles, no sentido amplo e restrito (GONÇALVES, 2007). No sentido amplo a estimativa representa a razão da variância genotípica em relação à variância fenotípica, adotando maior importância em trabalhos de melhoramento com plantas propagadas vegetativamente e no sentido restrito a herdabilidade é proporção da variância fenotípica que é devida à variância genética aditiva (BERTI, 2010).

O valor da herdabilidade, varia entre 0 e 1 (ou varia de 0% a 100%). Quando o valor obtido é igual a 1, o genótipo tem influência completa na determinação do fenótipo e o ambiente não afeta a sua expressão. Se o valor for 0, indica que a variabilidade fenotípica observada na característica estudada na seleção é decorrente do ambiente e não dos efeitos genéticos, não

havendo nenhuma correlação entre o valor genético e o valor fenotípico, impossibilitando assim que seja feito um programa de seleção. E quando a estimativa se encontra entre 0 e 1, representa ambos fatores, genéticos e ambientais, influenciam na variância fenotípica (FALCONER, 1987). Sendo assim, quanto mais próximo de 1 ou 100% for a herdabilidade de um caráter, maior será o progresso genético que poderá ser obtido em um programa de seleção.

Portanto, é fundamental o conhecimento da variabilidade genética do material estudado em um programa de melhoramento e a proporção da variabilidade que é devido a diferenças genéticas ou ambientais. Pois com isso, podemos conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para a seleção (RAMALHO et al, 1993). Segundo Ramalho et al (1993), conhecer a herdabilidade, permite prever a possibilidade de sucesso com a seleção, uma vez que ela reflete o quanto da variação fenotípica pode ser herdada.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os dois experimentos foram conduzidos entre os meses compreendidos entre novembro de 2016 e setembro de 2018, na Casa de Vegetação da área de Grandes Culturas (22°45'39"S 43°42'00"W 25m), no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia do instituto de Fitotecnia (22°45'37"S 43°41'52"W 29m) e no Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal – Departamento de Genética, Instituto de Biologia – UFRRJ, localizada em Seropédica no Estado do Rio de Janeiro- RJ (GOOGLETM, 2009). De acordo com a classificação de Köppen (PEEL et al. 2007), o clima da região é Aw, com verão quente e chuvoso e inverno seco, precipitação anual de 1354 mm e temperatura média anual de 23,5°C e média anual das mínimas de 18,7°C e média anual das máximas de 28,4°C (CLIMATE-DATA, 2018).

Dados climáticos no período dos experimentos encontram-se na tabela 1.

Tabela 1: Dados Climatológicos do município de Seropédica com as médias de precipitação mensal, temperatura média, temperatura mínima e temperatura máxima obtidas pela organização Climate-data.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temp méd (°C)	27	27	25	24	22	21	21	22	22	23	25	25
Temp mín (°C)	22	22	21	19	17	16	16	17	18	19	20	20
Temp máx (°C)	32	31	30	28	27	26	26	27	27	28	29	29
Chuva (mm)	194	166	178	118	73	43	39	48	74	101	133	187

Retirado do banco de dados do site Climate-data.org

Foram utilizados duas cultivares de tomate cereja pertencentes à coleção do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ. Uma dessas cultivares é derivada de uma cultivar comercial, Perinha Água Branca, proveniente de sementes retiradas de frutos adquiridos na Feira do Parque da Água Branca, localizada no Bairro de Perdizes no estado de São Paulo e cultivada há anos no (Sistema Integrado de Produção Agroecológica SIPA) e o outro cultivar foi o ENAS 1125 pertencente à coleção do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ.

Essas cultivares foram escolhidas de acordo com estudos realizados anteriormente, pois ambas demonstraram boa produtividade e tolerância a requeima (RODRIGUES, 2012; COSTA et al. 2009), fato que tem sido buscado para produção de cultivares na área de Seropédica.

Ambas características se mostraram nessas cultivares, quando estudados na região de Seropédica, em condições propícias ao patógeno, em experimento no qual outras cultivares mostraram ataque severo da doença, enquanto a cultivar Perinha Água Branca mostrou ataque Moderado e a ENAS 1125 mostrou apenas pequenos danos.

4.1 Obtenção das sementes F1 e demais gerações

Para realização de cruzamentos foi feita a semeadura em casa de vegetação em 01 de novembro de 2016. Foi utilizado o substrato MultiPlant para Hortaliças – Linha Profissional. O transplante para vasos na casa de vegetação foi realizado no dia 23 de novembro de 2016, utilizando nos vasos uma mistura de $\frac{1}{2}$ de composto orgânico, preparado pelo setor de grandes culturas do instituto de agronomia, e $\frac{1}{2}$ de areia, sendo realizadas regas diárias com irrigador manual.

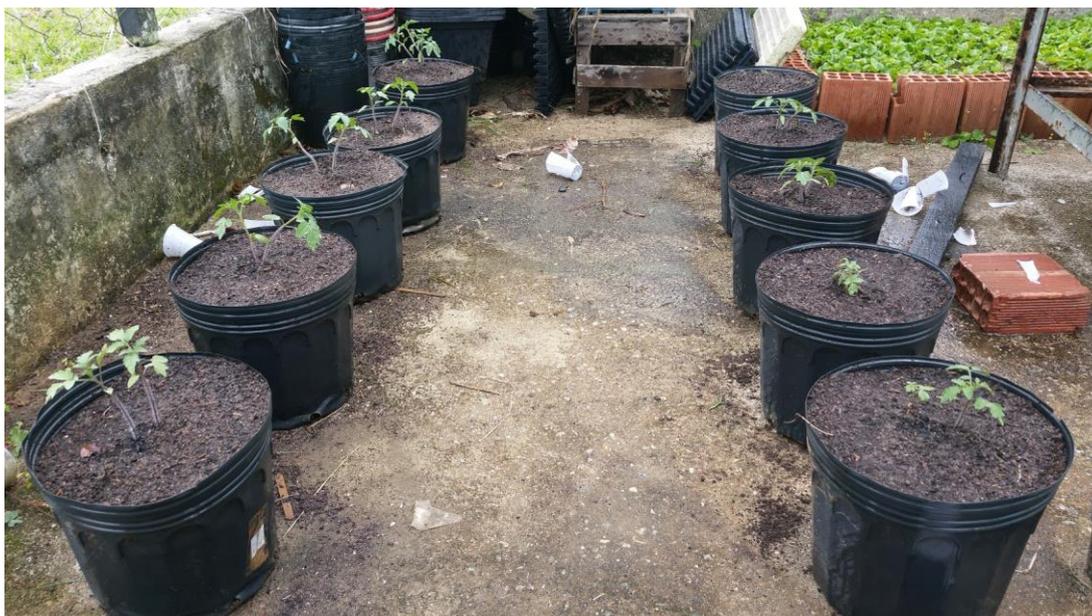


Figura 1: Mudas de Perinha Água Branca X ENAS 1125 na Estufa do setor de Grandes Culturas do Instituto de Agronomia em 23 de novembro de 2016.

O cruzamento entre Perinha Água Branca X ENAS 1125 começou a ser realizado no dia 14 de dezembro de 2016. Foi feita a abertura manual do botão floral (Figura 2), emasculação da flor, polinização com pólen coletado do progenitor no mesmo dia, marcação da flor polinizada artificialmente e isolamento da flor com saco de papel (DEMPSEY; BOYNTON, 1962).



Figura 2: Foto ilustrativa de qual momento floral foi realizado o cruzamento dos progenitores em que as pétalas são retiradas, a flor é emasculada e o pólen de outra planta é colocado no estilete. Após esse procedimento a flor é marcada e isolada com saco de papel para que não aconteça contaminação por pólen de outras plantas.

O primeiro fruto com sementes F1 foi visualizado no dia 20 de dezembro de 2016 (Figura 3).



Figura 3: Fotografia do primeiro fruto evidenciado do cruzamento de ENA 1125 x Perinha Água Branca em 20 de dezembro de 2016 na casa de vegetação do setor de grandes culturas do Instituto de Agronomia.

Foram feitas pulverizações quinzenais com calda bordalesa a 1% e as plantas foram tutoradas e adubadas para obtenção de maior número de flores e consequentemente, maior número de frutos provenientes da polinização artificial.

As sementes F2, F3 e F4 foram obtidas pela autofecundação das respectivas gerações predecessoras, a partir de plantas F1 obtidas em anos anteriores pelo Laboratório de Genética Vegetal da UFRRJ. Sendo que, as sementes de F2 e F3 foram colhidas em Bulk e as sementes F4 foram colhidas das plantas F3 de forma individual.



Figura 4: Colheita dos frutos do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca.

4.2 Primeiro Experimento – Avaliação das características genéticas quantitativas do cruzamento ENA 1125 x Perinha Água Branca nas gerações P1, P2, F1, F2 e F3.

O experimento foi conduzido a campo e o preparo do solo foi realizado com aração e gradagem leve seguido de uma adubação de composto orgânico (500g/cova), realizada no dia 24 de maio de 2017. As sementes dos progenitores e as gerações F1, F2 e F3 foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido, de 128 células com o substrato MultiPlant para Hortaliças – Linha Profissional, em 11 de abril de 2017 (Figura 5). As mudas foram mantidas na casa de vegetação do Setor de Grandes Culturas, onde foram irrigadas com irrigador manual ao longo de todo seu desenvolvimento.



Figura 5: Bandejas com Mudas de P1, P2, F1, F2 e F3 na estufa do setor de Grandes Culturas do Instituto de Agronomia da UFRRJ no dia 27 de maio de 2017.

As mudas foram transplantadas para a área experimental no dia 27 de maio de 2017, depois de terem passado por um processo de aclimatação, em que foi reduzida a quantidade de água aplicada nas bandejas e aumentada a incidência de sol. O espaçamento utilizado foi de 0,50 m entre plantas e 1,20 m entre linha. O transplante para o local definitivo foi feito quando as mudas atingiram o estágio de dois pares de folhas definitivas, sendo plantada uma muda por cova.

A desbrota ou poda dos ramos ladrões, foi realizada todas as semanas, durante toda a fase vegetativa e reprodutiva da cultura.

Foi adotado o tutoramento vertical com o uso de arame esticado na horizontal sobre as fileiras dos tomateiros, fixados em mourões fincados nas cabeceiras das fileiras de plantio. As plantas foram amarradas com fitilho plástico, presos ao arame.

Foram feitas pulverizações quinzenais com calda bordalesa a 1% e adubações foliares de Nitrogênio, também a 1%, de maneira intercalada. A irrigação foi feita por gotejamento, com distância de 0,20 m entre os gotejadores e o turno de rega utilizado foi o de 2 dias.

O controle das plantas espontâneas foi realizado de forma mecânica. A capina foi realizada quinzenalmente desde o momento do transplante até o 75º dia após o plantio das mudas no campo.

A colheita foi iniciada no dia 09 de agosto de 2017 e realizada semanalmente até o dia 18 de outubro de 2017. Os frutos do tomate cereja foram colhidos no ponto avaliado como ideal de maturação, reconhecidos de maneira visual quando o cacho apresentava, no mínimo, metade dos frutos com colocação vermelha (Figura 6).



Figura 6: Cacho de Tomate Cereja no campo da área experimental do Instituto de Agronomia, exemplificando o momento de maturação dos frutos no momento da colheita. Cruzamento dos cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca.

4.2.1 Delineamento Experimental

O experimento foi no delineamento blocos casualizados (DBC) com repetição dentro. Foram usados três blocos, que receberam os mesmos tratamentos. Cada bloco continha dez plantas de P1 (Perinha Agua Branca), dez plantas de P2 (ENAS 1125), dez plantas de F1, oitenta plantas de F2 e oitenta plantas de F3. Todas as plantas foram sorteadas dentro de cada bloco, ficando assim com a distribuição mais aleatória possível. Os blocos continham seis colunas e trinta e duas linhas.

4.3 Segundo Experimento - Avaliação das características genéticas quantitativas do cruzamento ENA 1125 x Perinha Água Branca na geração F4.

A condução do segundo experimento se deu da mesma forma que o primeiro e na mesma área, seguindo os mesmos tratos culturais. As sementes das Famílias F4 foram semeadas em bandejas de Cloreto de polivinila (PVC), de 150 células com o substrato MultiPlant para Hortaliças – Linha Profissional em 16 de abril de 2018 (Figura 7).



Figura 7: Fotografia da Bandeja de PVC contendo as sementes provenientes dos frutos de F3, conseqüentemente dará plantas da geração F4 na estufa do setor de Grandes Culturas do Instituto de Agronomia da UFRRJ no dia 16 de abril de 2018.

As mudas foram mantidas na casa de vegetação, onde foram irrigadas com irrigador manual ao longo de todo seu desenvolvimento.



Figura 8: Mudanças das progênies F4 na estufa do setor de grandes culturas do Instituto de Agronomia da UFRRJ.

As mudas foram transplantadas para a área experimental no dia 18 de maio de 2018, depois de terem passado por um processo de aclimação, em que foi reduzida a quantidade de água aplicada nas bandejas e aumentada a incidência de sol. O espaçamento utilizado foi o mesmo do experimento anterior, 0,50 m entre plantas e 1,20 m entre linha. O transplante para o local definitivo foi feito quando as plantas atingiram o estágio de dois pares de folhas definitivas, sendo plantada uma muda por cova (Figura 09).



Figura 9: Fotografia realizada no dia do transplante das mudas de F4 para a área experimental do Instituto de Agronomia - UFRRJ.

A desbrota ou poda dos ramos ladrões, foram realizadas todas as semanas, durante toda a fase de vegetativa e reprodutiva da cultura. Foi adotado o mesmo tutoramento vertical que foi utilizado no primeiro experimento. As plantas foram amarradas com fitilho plástico preso ao arame.

Foram feitas pulverizações quinzenais com calda bordalesa a 1% e adubações foliares de Nitrogênio, também a 1%, de maneira intercalada. A irrigação foi feita por gotejamento, com distância de 0,20 m entre os gotejadores e o turno de rega utilizado foi o de 2 dias.

O controle das plantas espontâneas foi realizado de forma mecânica. A capina foi realizada quinzenalmente desde o momento do transplante até o 75º dia após o plantio das mudas no campo.

A colheita foi iniciada no dia 24 de agosto de 2018 e realizada semanalmente até o dia 27 de setembro de 2018. Os frutos do tomate cereja foram colhidos no ponto avaliado como ideal de maturação, reconhecidos de maneira visual quando o cacho apresentava, no mínimo, metade dos frutos com colocação vermelha (Figura 10).



Figura 10: Fotografia do cacho de frutos F4 no dia da primeira colheita, exemplificando o momento de maturação dos frutos no momento da colheita. Cruzamento dos cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca.

4.3.1 Delineamento Experimental

O delineamento utilizado foi o DBC, com repetição dentro da parcela, composto por dois blocos, que receberam o mesmo tratamento. Cada bloco era composto por cinco colunas e vinte linhas, cada linha continha genótipo de F4. A disposição das famílias F4 nos blocos foi feita por sorteio. Sendo assim, cada bloco possuía cinco genótipos de uma mesma família e vinte famílias diferentes, com um total de 100 plantas por bloco.

4.4 Componentes de Produção Avaliados no Primeiro Experimento

Foram feitas colheitas semanais de frutos totalmente maduros, os quais foram avaliados para as seguintes características:

1. **Peso médio dos cachos:** Média obtida com a avaliação de cinco cachos de cada planta dentro de cada bloco. Os resultados foram expressos em gramas por planta.
2. **Produção total por planta:** Obtido com a colheita de cinco cachos por planta, dentro de cada bloco. Os resultados expressos em gramas.
3. **Número de frutos:** Número total de frutos nos cinco cachos que foram colhidos de cada planta em cada bloco. Resultado expresso em unidade.
4. **Peso Médio dos frutos:** Média obtida com a colheita de cinco cachos por planta, dentro de cada bloco. Os resultados expressos em gramas.
5. **Teor de Sólidos Solúveis:** Aferido em dez frutos por planta, por meio do refratômetro analógico. Resultado expresso em °Brix.

Para todos os parâmetros avaliados, foram feitas colheitas de no mínimo cinco cachos de cada planta. A colheita era realizada na área experimental e os frutos encaminhados para o Laboratório de Melhoramento Genética Vegetal – Departamento de Genética, Instituto de Biologia – UFRRJ. As avaliações foram realizadas no mesmo dia da colheita.

4.5 Análise de Dados do Primeiro Experimento

4.5.1 Análise da Variância

Foi utilizado para análise de variância e as esperanças dos quadrados médios (Tabela 2) o modelo estatístico utilizado por Ramalho et al (1993), com uma alteração. Ramalho et al. utilizou em seu modelo retrocruzamentos e nesse estudo foram utilizadas autofecundações para as gerações F2, F3 e F4.

Assim:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \delta_{ij} + d_{ijk}$$

Onde:

Y_{ij} = Fenótipo observado no genótipo i da repetição j.

μ = Média Geral.

G_i = Efeito do genótipo i.

B_j = Efeito do bloco j.

δ_{ij} = Erro.

d_{ijk} = Efeito dentro

Para obterem-se as estimativas das variâncias genéticas e ambientais foram usadas as variâncias dentro das gerações P1, P2, F1, F2 e F3. De acordo com o seguinte raciocínio: a variação nos fenótipos parentais e da primeira geração são exclusivamente ambientais. Já as variações de F2 e F3 Contêm variâncias aditivas, de dominância e ambientais. Assim, para chegar a estimativa das variâncias, iremos utilizar o seguinte raciocínio:

A variância de F2 pode ser expressa pela seguinte equação:

$$\sigma_{F2}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_E^2$$

Onde:

σ_{F2}^2 = Variância de F2.

σ_A^2 = Variância Aditiva.

σ_D^2 = Variância de Dominância.

σ_E^2 = Variância Ambiental.

A variância de F3 pode ser estimada através da seguinte equação (COCKERHAM, 1963):

$$\sigma^2_{F3} = \frac{3}{2} \sigma^2_A + \frac{3}{4} \sigma^2_D + \sigma^2_E$$

Onde:

σ^2_{F3} = Variância de F3.

σ^2_A = Variância Aditiva.

σ^2_D = Variância de Dominância.

σ^2_E = Variância Ambiental.

Assim o primeiro passo para resolução das equações é encontrar a variância ambiental.

Pode-se estimar a variância ambiental utilizando a média da variação de P1, P2 e F1.

$$\hat{\sigma}_E^2 = \frac{S^2P1 + S^2P2 + S^2F1}{3}$$

No entanto, Ramalho et al. (1993) recomenda que seja utilizada duas vezes a variância de F1, para que a média se aproxime mais de F1, já que na geração F2 a proporção de heterozigotos é o dobro da de cada homozigoto.

$$\hat{\sigma}_E^2 = \frac{S^2P1 + S^2P2 + 2S^2F1}{4}$$

Agora podemos estimar os componentes da variância a partir da geração F2 e da geração F3 Resolvendo o sistema:

$$\hat{\sigma}_{F2}^2 - \hat{\sigma}_E^2 = \hat{\sigma}_A^2 + \hat{\sigma}_D^2$$

$$\hat{\sigma}_{F3}^2 - \hat{\sigma}_E^2 = \frac{3}{2} \hat{\sigma}_A^2 + \frac{3}{4} \hat{\sigma}_D^2$$

Obtidas as variâncias Aditivas e de Dominância o grau médio de dominância também pode ser estimado através da equação:

$$gmd = \sqrt{\frac{2\hat{\sigma}_D^2}{\hat{\sigma}_A^2}}$$

Tabela 2: Esquema da análise de variância e esperança de quadrados médios, utilizada para gerações P1, P2, F1, F2 e F3.

Fv	GL	SQ	QM
Blocos	(b-1)	QMB	
Gerações	(g-1)	QMG	
Erro	(b-1)(g-1)	QME	
Dentro de P1	(nP1 - b)	QMP1	σ^2_E
Dentro de P2	(nP2 - b)	QMP2	σ^2_E
Dentro de F1	(nF1 - b)	QMF1	σ^2_E
Dentro de F2	(nF2 - b)	QMF2	$\sigma^2_A + \sigma^2_D + \sigma^2_E$
Dentro de F3	(nF3 - b)	QMF3	$3/2\sigma^2_A + 3/4\sigma^2_D + \sigma^2_E$

Onde:

b = Número de Blocos

g = Número de gerações

n = Número de Plantas

σ^2_A = Variância Aditiva.

σ^2_D = Variância de Dominância.

σ^2_E = Variância Ambiental.

4.5.2 Estimativas de Parâmetros Genéticos com Base nos Componentes de Variância

Usando da lógica do tópico anterior, podemos estimar os parâmetros genéticos do experimento em questão com P1, P2, F1, F2 e F3. Para tal, utilizaremos o modelo a seguir:

Variância Fenotípica de F2

$$\sigma^2_{\text{Fenotípica de F2}} = \text{QMDF2}$$

Variância Fenotípica de F3

$$\sigma^2_{\text{Fenotípica de F3}} = \text{QMDF3}$$

Variância Ambiental

$$\hat{\sigma}^2_E = \frac{s^2_{P1} + s^2_{P2} + 2s^2_{F1}}{4}$$

Variância Genotípica de F2

$$\hat{\sigma}^2_{\text{Genotípica de F2}} = \sigma^2_{\text{Fenotípica de F2}} - \hat{\sigma}^2_E$$

Variância Genotípica de F3

$$\hat{\sigma}^2_{\text{Genotípica de F3}} = \sigma^2_{\text{Fenotípica de F3}} - \hat{\sigma}^2_E$$

Variância Aditiva

$$\hat{\sigma}^2_A = \frac{4}{3} \hat{\sigma}^2_{\text{Genotípica de F3}} - \hat{\sigma}^2_{\text{Genotípica de F2}}$$

Variância de Dominância

$$\hat{\sigma}^2_D = \hat{\sigma}^2_{\text{Genotípica de F2}} - \hat{\sigma}^2_A$$

Herdabilidade no Sentido Amplo

$$H_{\text{Amplio}} = \frac{\hat{\sigma}^2 A + \hat{\sigma}^2 D}{\hat{\sigma}^2 A + \hat{\sigma}^2 D + \hat{\sigma}^2 E}$$

Herdabilidade no Sentido Restrito

$$H_{\text{Restrito}} = \frac{\hat{\sigma}^2 A}{\hat{\sigma}^2 A + \hat{\sigma}^2 D + \hat{\sigma}^2 E}$$

O grau médio de dominância

$$gmd = \sqrt{\frac{2\hat{\sigma}^2 D}{\hat{\sigma}^2 A}}$$

Coefficiente de Determinação Genotípica para Gerações

$$H^2 = \frac{QMG - QME}{QMG}$$

Número de Genes Mínimos Envolvidos na Determinação de um Caráter

$$\eta = \frac{R^2(1 + 0,5gmd^2)}{8\sigma^2_{\text{Genotípica}}}$$

Sendo R a amplitude dos dados, ou seja, a diferença entre o valor máximo e mínimo dos dados.

Coefficiente de Variação Genotípica

$$CVg\% = \frac{\sqrt{\frac{QMG - QME}{b}}}{m}$$

Coeficiente de Variação

$$CV\% = \frac{\sqrt{QME}}{m} * 100$$

Índice de Variação

$$Iv = \frac{CVg\%}{CV\%}$$

4.6 Análise de Dados do Segundo Experimento

A análise de variância e as esperanças dos quadrados médios a partir da geração F4 encontra-se na tabela 3. Foi feita com ANOVA com famílias F4 como tratamento e blocos com repetição dentro (fator duplo com repetição), com duas repetições (Bloco 1 e Bloco 2).

Modelo:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \delta_{ij} + d_{ijk}$$

Onde:

Y_{ij} = Fenótipo observado.

μ = Média Geral.

G_i = Efeito do genótipo na linha i.

B_j = Efeito do bloco na coluna j.

δ_{ij} = Erro.

d_{ijk} = Efeito da planta k dentro da família i dentro do bloco j

O quadro da ANOVA do segundo experimento encontra-se na tabela 3.

Tabela 3: Esquema da análise de variância e esperança de quadrados médios, utilizada para geração F4.

<i>Fv</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>
Famílias F4	$g - 1$	QMA	$\sigma^2_d + n \sigma^2_e + nb \sigma^2_f$
Blocos	$b - 1$	QMB	
Erro	$(b - 1)(a - 1)$	QME	$\sigma^2_d + n \sigma^2_e$
Dentro	$gb (n - 1)$	QMD	σ^2_d

Onde:

b = Número de Blocos

g = Número de gerações

n = Número de Plantas por linhagem

σ^2_f = Variância entre famílias.

σ^2_d = Variância dentro de famílias

σ^2_e = Variância do erro experimental.

4.6.1 Características Avaliadas no Segundo Experimento

No segundo experimento foram avaliadas as seguintes características, com colheitas semanais de frutos totalmente maduros:

1. **Peso médio dos cachos:** Média obtida com a avaliação de cinco cachos de cada planta dentro de cada bloco. Os resultados foram expressos em gramas por planta.
2. **Número de frutos:** Número total de frutos nos cinco cachos que foram colhidos de cada planta em cada bloco. Resultado expresso em unidade.
3. **Peso Médio dos frutos:** Média obtida com a colheita de cinco cachos por planta, dentro de cada bloco. Os resultados expressos em gramas.

4.6.2 Estimativas de Parâmetros Genéticos com Base nos Componentes de Variância de F4

Foram estimados parâmetros genéticos do cruzamento ENA1125 x Perinha Agua Branca utilizando F4.

Sabendo que a variância entre famílias é:

$$\sigma^2_f = \frac{3}{2} \hat{\sigma}^2_A + \frac{3}{16} \hat{\sigma}^2_D$$

E a variância dentro das famílias é:

$$\sigma^2_d = \frac{1}{4} \hat{\sigma}^2_A + \frac{1}{4} \hat{\sigma}^2_D + \sigma^2_e$$

Observa-se que com esse experimento foi impossível estimar a Variância Ambiental, assim, podemos considerar uma aproximação para o valor da Herdabilidade (h^2).

Herdabilidade no sentido restrito (aproximada)

$$h^2 = \frac{\sigma^2_f}{\sigma^2_f + \sigma^2_e + \sigma^2_d}$$

Variância Entre Famílias

$$\sigma^2_f = \frac{QMA - QME}{6}$$

Variância Dentro

$$\sigma^2_d = QMD$$

Variância do Erro Experimental

$$\sigma^2_e = \frac{QME - QMD}{3}$$

Coeficiente de Variação Experimental

$$CV_e = \frac{100 \cdot \sqrt{QME}}{m}$$

Coeficiente de Variação Genético

$$CV_g = \frac{100 \cdot \sigma_f}{m}$$

Índice de Variação

$$Iv = \frac{CV_g\%}{CV_e\%}$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise de Variância e Estimativa de Parâmetros Genéticos do Primeiro Experimento

Foram observadas diferenças significativas, entre os genótipos testados, nas características Peso Médio dos Frutos (PMF), Peso dos Frutos por Planta (PFM) e Peso Médio dos Cachos (PMC). E não apresentaram diferenças significativa as características testadas de Número de Frutos (NF) e Teor de Sólidos Solúveis (TSS).

Para todas as características foram estimados os parâmetros genéticos com base nos componentes de variância. Quando o valor de variância aditiva ou de dominância era negativo, foram considerados como zero.

5.1.1 Peso Médio dos Frutos

Na tabela 4 observa-se o resumo da análise de variância para Peso médio de Frutos. O Teste F indicou resultado significativo na comparação das variâncias dentro, duas a duas, entre P1 com P2, P1 com F1 e P2 com F1. Este resultado não era esperado, já estas variâncias são todas apenas de origem ambiental. Isso pode significar que há variação genética no progenitor P1 (ENA 1125), não se tratando de linha pura, como se supunha a princípio.

O coeficiente de variação experimental foi calculado em $CV\% = 13,11\%$, valor considerado como médio segundo Pimentel-Gomes (2009). O valor médio para CV pode ter sido gerado por machas de solo arenoso dentro da área experimental. As machas de solo arenoso retêm menos água e nutrientes e mesmo com a utilização de composto orgânico, tal interferência não pôde ser evitada.

O CV% apresentou valores menores do que os estudos feitos por Cunha, Ferreira e Sandri (2016) em classificação de tomate Sweet Grape produzido com efluente de esgoto tratado enriquecido. Em que o CV ficou em 19% para a mesma característica avaliada. E ficou maior do que o encontrado por Andrade et al (2017), em que foi obtido um Coeficiente de variação de 2,75% para peso médio dos frutos por planta, no estudo de Fertirrigação no cultivo de quatro cultivares de tomate irrigado por gotejamento.

O Coeficiente de Variação Genotípica obtido nesse estudo e para característica de peso médio dos frutos foi de $CVg\% = 24,9\%$, considerada alta por Correa et al (2003). Isso significa

que boa parte do quadrado médio do genótipo foi extraído do quadrado médio total. Esse Coeficiente de Variabilidade genética alto significa que tal característica estudada apresentou boa variabilidade.

O Índice de Variação ficou em $I_v = 1,9$ representando boas chances de seleção para o caráter peso médio de frutos no cruzamento Perinha Agua Branca x ENAS 1125.

Para peso médio dos frutos as variâncias fenotípicas foram obtidas através do quadrado médio das variâncias (Tabela 4). Com isso, foi possível obter a Variância Fenotípica das populações P1, P2, F1, F2 e F3.

A variância Ambiental foi calculada como demonstrada no capítulo anterior e teve o valor de $\hat{\sigma}^2_E = 2,89$. A partir da Variância Ambiental, podemos estimar a Variância Aditiva e de Dominância que foram respectivamente $\hat{\sigma}^2_A = 1,62$ e $\hat{\sigma}^2_D = 2,42$. O grau médio de Dominância pode ser estimado e foi obtido o valor de $g_{md} = 1,73$ indicando sobre-dominância o que é corroborado pela relação entre as médias observados dos progenitores e da geração F1 (Figura 12).

A Herdabilidade no sentido amplo foi estimada em 58,3% e a herdabilidade no sentido restrito foi de 23,4%. O número mínimo de genes envolvidos na determinação do caráter peso médio dos frutos foi de $\eta = 7$, caracterizando um caráter quantitativo.

A informação sobre o número de genes é somente aproximada e por isso muitas vezes é negligenciada. Mas, mesmo sendo um valor obtido sob muitas restrições, pode ser útil no planejamento de novos programas de melhoramento.

Por exemplo, no caso o número estimado de genes é 7. Isso em princípio indica que desse cruzamento poderemos obter 128 linhas puras diferentes para esse caráter (2^n). Indica também que na geração F2 a proporção de genótipos que contêm todos os genes favoráveis é $p = 0,133484 (3/4)^n$. Se o melhorista quer obter um F2 tendo 95% de certeza que terá no mínimo uma planta com todos os genes favoráveis, deve-se calcular $(1-p)^n \leq 0,05$. Ou seja n deve ser 20,9 ou 21 plantas. Já na geração F8, $p=0,008708$ e o número necessário é 342,51, ou 353.

Isso enfatiza a necessidade de um número grande de plantas e de seleção para caracteres quantitativos, seja natural (método de Bulk) ou artificial (método do pedigree), no processo de avanço das gerações.

Assim, percebeu-se que a variância ambiental foi responsável por 42% do Fenótipo e as causas genéticas tiveram participação de 58%, sendo 40% relacionado a variância aditiva e 60% a variância de dominância.

O coeficiente de determinação genotípica para gerações, que indica quanto da variabilidade é devido as diferenças genéticas entre os indivíduos, observou-se um valor de 91%. Isso indica que, para esse caráter, a diferença genética entre as gerações foi grande, quando comparada à variação experimental.

Tabela 4: Resumo da análise de variância para peso médio dos frutos, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2017.

Fv	GL	SQ	QM
Blocos	2	154,7829	77,39145
Gerações	4	185,1778	46,29445
Erro	8	31,32007	3,915008
Dentro de P1	8	45,43097	5,678871
Dentro de P2	8	5,069433	0,633679
Dentro de F1	9	23,74352	2,638169
Dentro de F2	85	590,5392	6,947521
Dentro de F3	76	543,7993	7,155254
CVe			13%
CVg			25%
Iv			1,9

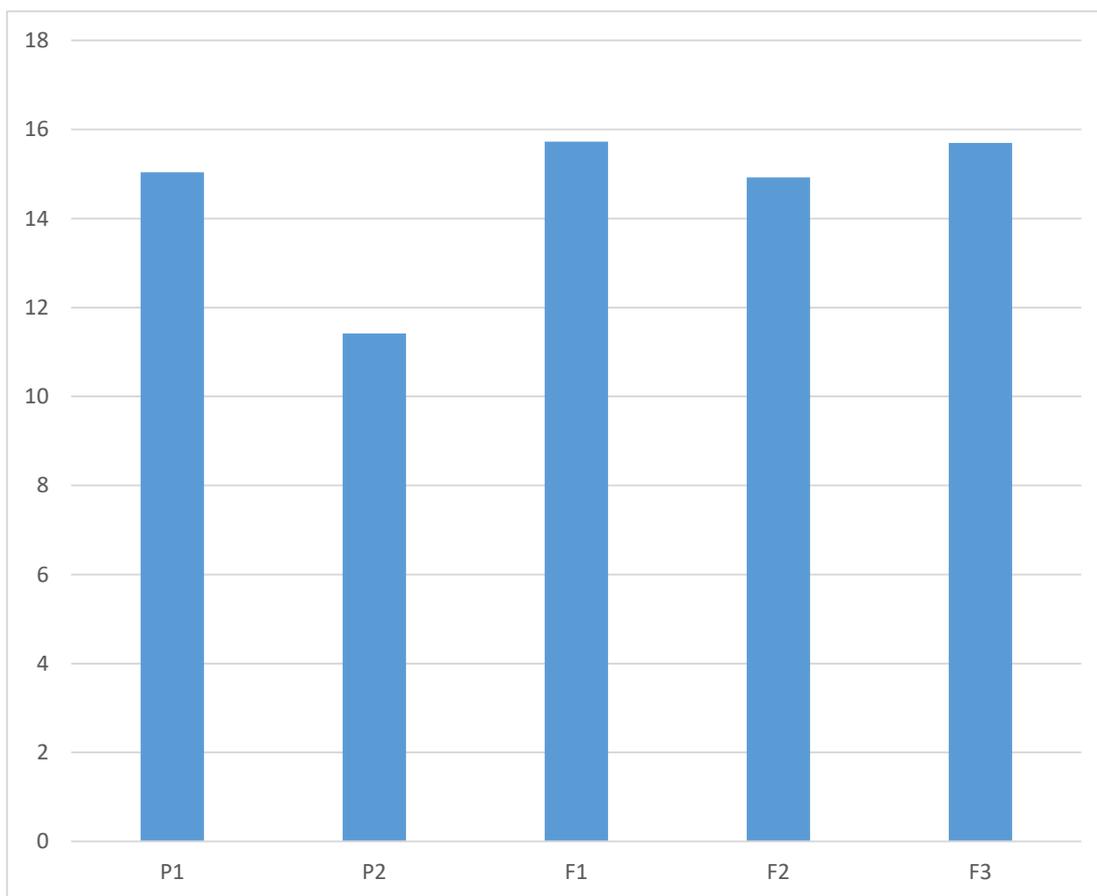


Figura 11: Gráfico das médias obtidas para peso médio dos frutos expresso em gramas (valor vertical), avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2017.

5.1.2 Produção Total por Planta

Para Produção Total por Planta (Tabela 5), o Teste F na comparação das variâncias dentro, foi significativo para os progenitores (P1 vs P2). Porém, quando se comparou a geração F1 com os progenitores, não houve diferença significativa ao nível de 5%.

O coeficiente de variação experimental encontrado foi de 12%. Próximo ao que foi encontrado por Gusmão et al (2006) em Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos, que foi de 14,13%. Esse valor é considerado um valor médio e representa confiabilidade nos resultados obtidos no experimento.

O coeficiente de variação genotípica encontrado no experimento realizado foi 29,12%. Isso significa que boa parte do quadrado médio das gerações é devido a ação gênica e que nesse estudo, para essa característica, foi visualizado boa variabilidade. O Índice de Variação ficou em $Iv = 2,37$, ou seja, a variação genética foi pelo menos duas vezes maior que a variação experimental, representando boas chances de seleção para o caráter peso médio de frutos no cruzamento realizado.

As variâncias Ambiental, Aditiva e de Dominância foram estimadas, respectivamente em $\hat{\sigma}^2_E = 5.168,03$, $\hat{\sigma}^2_A = 509,33$ e $\hat{\sigma}^2_D = 9.591,78$ e o Grau Médio de Dominância foi estimado em $gmd = 6,13$, sendo assim, uma sobre dominância. Com isso, podemos ver que a variação ambiental representou 34% do fenótipo. Em contrapartida, a ação genética se expressou em 66%, a variação de Dominância foi muito superior a variação Aditiva, sendo quase toda ação gênica representada pela Variação de Dominância.

As Herdabilidades também foram estimadas para essa característica nesse estudo e a no sentido amplo apresentou a proporção de 66,15% demonstrando que grande parte da variação genética é transmitida para descendência. A herdabilidade no sentido restrito, apresentou um valor de 3,34% devido a uma baixa variância Aditiva. O número mínimo de genes foi estimado em $\eta = 88$ e demonstrou um caráter poligênico, sendo considerado uma característica quantitativa.

Utilizando o quadrado médio das gerações e o quadrado médio do erro, podemos estimar o coeficiente de determinação genotípica para gerações. Ou seja, quanto da genética do indivíduo é transmitida para sua descendência. O valor estimado de H^2 (coeficiente de determinação genotípica) para as gerações foi de 97%.

Tabela 5: Resumo da análise de variância para produção total por planta, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2017.

Fv	GL	SQ	QM
Blocos	2	208305,1	104152,6
Gerações	4	148360,6	37090,15
Erro	8	16563,32	2070,415
Dentro de P1	8	77523,67	9690,458
Dentro de P2	8	12243,33	1530,417
Dentro de F1	9	42530,6	4725,622
Dentro de F2	98	1496375	15269,14
Dentro de F3	93	1220705	13125,86
CVe			12%
CVg			29%
Iv			2,4

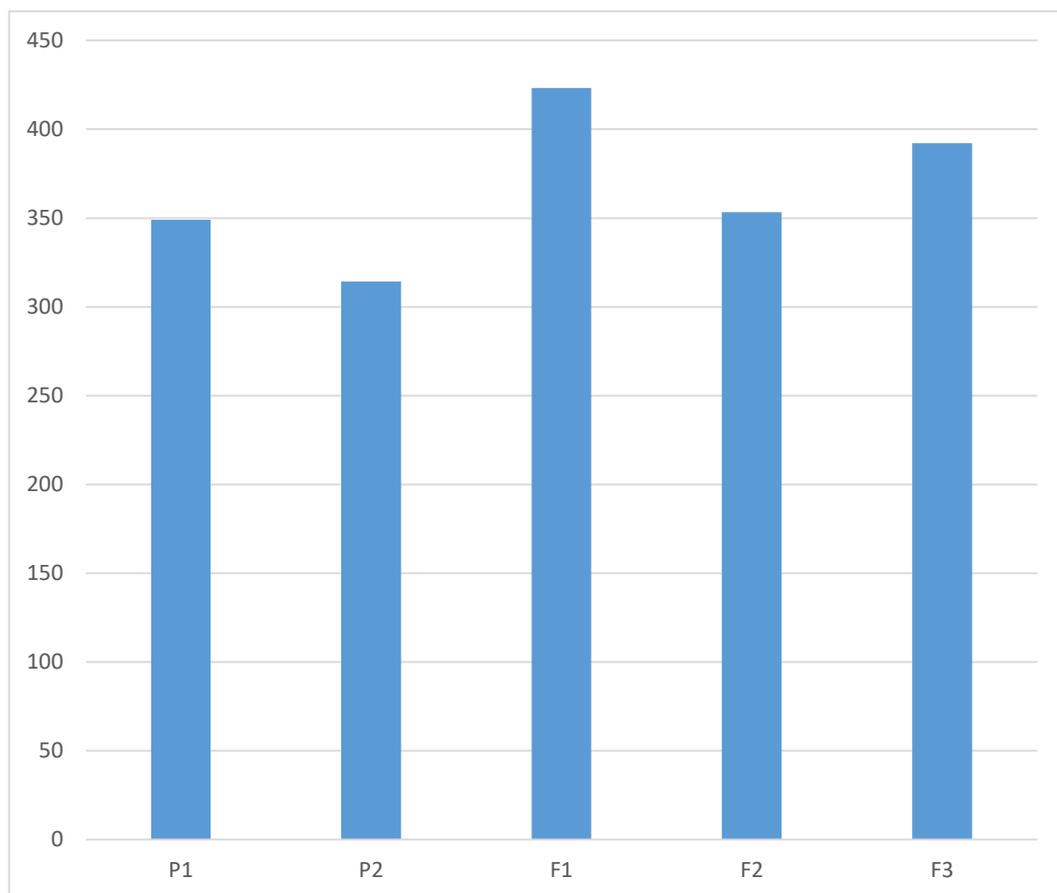


Figura 12: Gráfico das médias obtidas para produção total por planta, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2017.

5.1.3 Peso Médio dos Cachos

Para Peso Médio dos Cachos (Tabela 6), o Teste F deu significativo comparando um dos progenitores (P2) com a primeira geração. Quando aplicado o Teste F comparando o P2 com as gerações F2 e F3 também se obteve significativo. Demonstrando, assim, que houve variação genética no cruzamento para a característica Peso Médio dos Cachos.

O coeficiente de variação experimental para peso médio dos cachos encontrado foi de 8%. O coeficiente de variação genotípica encontrado no experimento realizado foi 19,93%. Isso significa que boa parte da variação no experimento é devido a diferenças entre as gerações testadas e que nesse estudo, para essa característica, foi visualizado boa variabilidade. O Índice de Variação ficou em $Iv = 2,4$ representando que a variação genética foi mais que o dobro da variação ambiental.

As variâncias Ambiental, Aditiva e de Dominância foram estimadas, respectivamente em $\hat{\sigma}^2_E = 328,99$, $\hat{\sigma}^2_A = 7,94$ e $\hat{\sigma}^2_D = 155,13$ e o Grau Médio de Dominância foi estimado em $gmd = 6,25$ caracterizando sobre dominância. Com isso, podemos ver que a variação ambiental representou 67% do fenótipo. Em contrapartida, a ação genética se expressou em 33%, a variação de Dominância foi muito superior a variação Aditiva, sendo quase toda ação gênica representada pela Variação de Dominância e a variância aditiva com pouca interferência ou talvez a interferência seja zero, já que se trata de valores estimados. Tanta interferência ambiental talvez seja explicada pelo ataque de broca grande dos frutos (*Helicoverpa zea* (Bod)) que o experimento sofreu.

As Herdabilidades foram estimadas para essa característica e a no sentido amplo apresentou a proporção de 33,14% demonstrando que grande parte da variação genética é transmitida para descendência. A herdabilidade no sentido restrito, apresentou um valor de 1,6% devido a um baixo valor Aditivo. A estimativa do número mínimo de genes $\eta = 249$ demonstrou um caráter poligênico sendo considerado uma característica quantitativa.

Utilizando o quadrado médio das gerações e o quadrado médio do erro, podemos estimar o coeficiente de determinação genotípica para gerações. Ou seja, quanto da genética do indivíduo é transmitida para sua descendência. O valor estimado de H^2 (coeficiente de determinação genotípica) para as gerações foi de 94,5%.

Tabela 6: Resumo da análise de variância para peso médio dos cachos, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2017.

Fv	GL	SQ	QM
Blocos	2	20553,27	10276,64
Gerações	4	2825,572	706,3929
Erro	8	309,7035	38,71294
Dentro de P1	8	5441,07	680,1337
Dentro de P2	11	1913,605	173,9641
Dentro de F1	8	1847,487	230,9358
Dentro de F2	87	42809,35	492,0615
Dentro de F3	85	38866,08	457,248
CVe			8%
CVg			20%
Iv			2,4

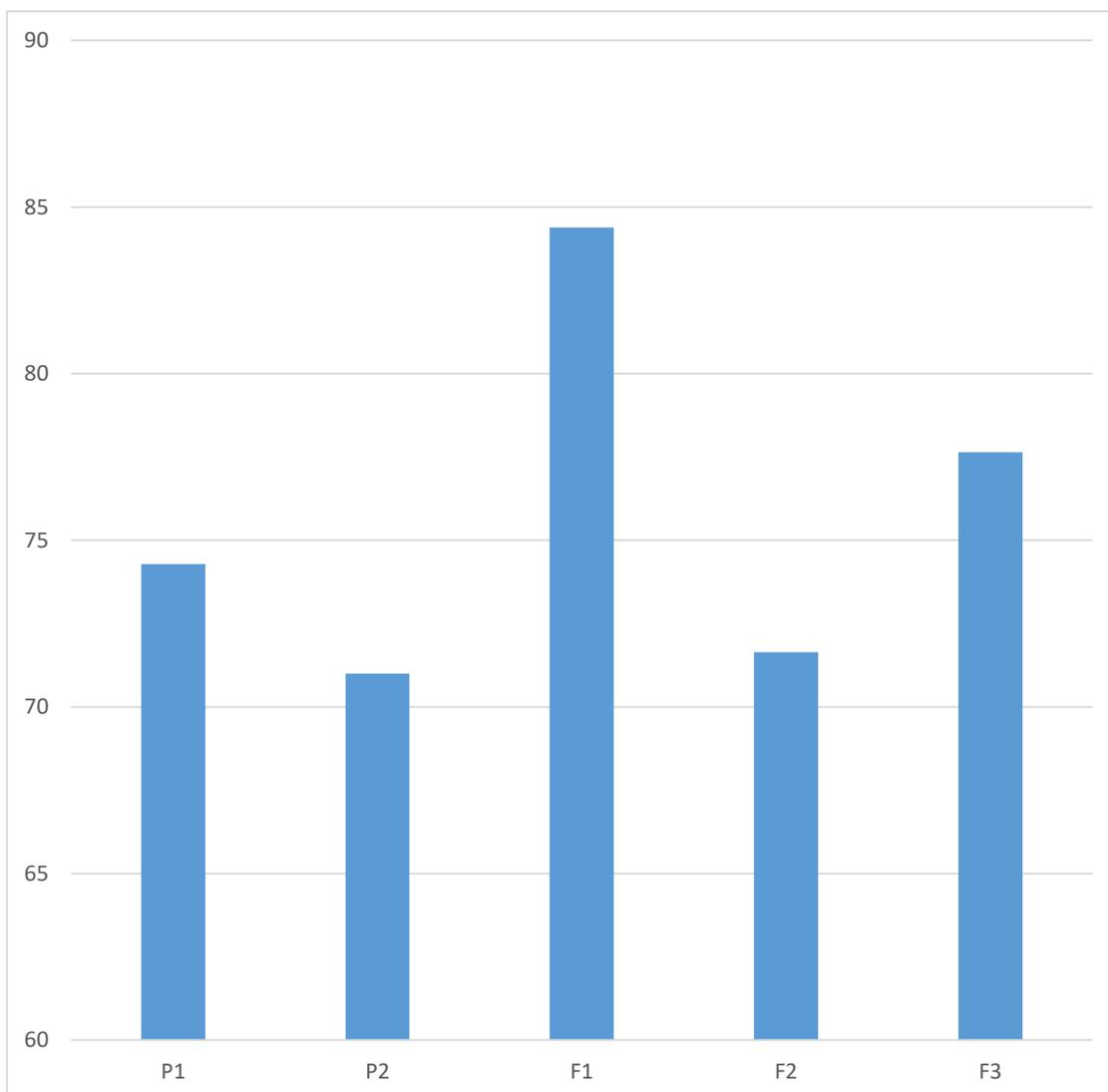


Figura 13: Gráfico das médias obtidas para peso médio dos cachos, medido em gramas, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2017.

5.1.4 Número de Frutos

Na característica Número de Frutos (Tabela 7), o Teste F não foi significativo ao nível de 5% comparando os progenitores com a primeira geração. Ou seja, demonstra que houve apenas variação ambiental dentro das gerações P1, P2 e F1.

O coeficiente de variação experimental encontrado foi de 12,46%. Muito próximo ao que foi encontrado por Abrahão et al (2014) para a mesma característica em Relação K: Ca: Mg na solução nutritiva para a produção de minitomate cultivado em substrato, que foi de 12,5%. Os valores podem ser considerados até mesmo como iguais, visto que são valores estimados. Essa estimativa apresentou um valor médio e representa confiabilidade nos resultados obtidos no experimento.

O coeficiente de variação genotípica encontrado no experimento, para número de frutos, foi de 22,17%. O Índice de Variação foi estimado e indicou que a variação genética foi 1,8 do coeficiente da variação experimental.

As variâncias Ambiental e de Dominância foram estimadas, respectivamente em $\hat{\sigma}_E^2 = 10,41$ e $\hat{\sigma}_D^2 = 21,61$. A variação aditiva teve resultado negativo e como se trata de um valor estimado, ela será considerada igual a zero. O Grau Médio de Dominância não foi possível ser determinado e indicou uma dominância pura. Com isso, podemos supor que a variação ambiental representou 33% do fenótipo. Em contrapartida, a ação genética se expressou em 67%, e toda ação gênica é efeito da Variação de Dominância.

A herdabilidade no sentido amplo para essa característica nesse estudo apresentou a proporção de 67,5% demonstrando que grande parte da variação fenotípica é genética. A herdabilidade no sentido restrito, apresentou um valor nulo devido ao valor da variância Aditiva. O número mínimo de genes foi de $\eta = 4$, porém ele pode não representar a realidade por causa dos valores estimados na variância aditiva, que foi considerada nula, e grau médio de Dominância.

Utilizando o quadrado médio das gerações e o quadrado médio do erro, podemos estimar o coeficiente de determinação genotípica para gerações. Ou seja, quanto da genética do indivíduo é transmitida para sua descendência. O valor estimado de H^2 (coeficiente de determinação genotípica) para as gerações foi de 90,4%.

Tabela 7: Resumo da análise de variância para número de frutos, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2017.

Fv	GL	SQ	QM
Blocos	2	241,703	120,851
Gerações	4	400,220	100,055
Erro	8	76,2682	9,533
Dentro de P1	9	76,216	8,468
Dentro de P2	8	55,5	6,937
Dentro de F1	9	118,023	13,113
Dentro de F2	98	3138,086	32,021
Dentro de F3	93	2397,77	25,782
CVe			12%
CVg			22%
Iv			1,8

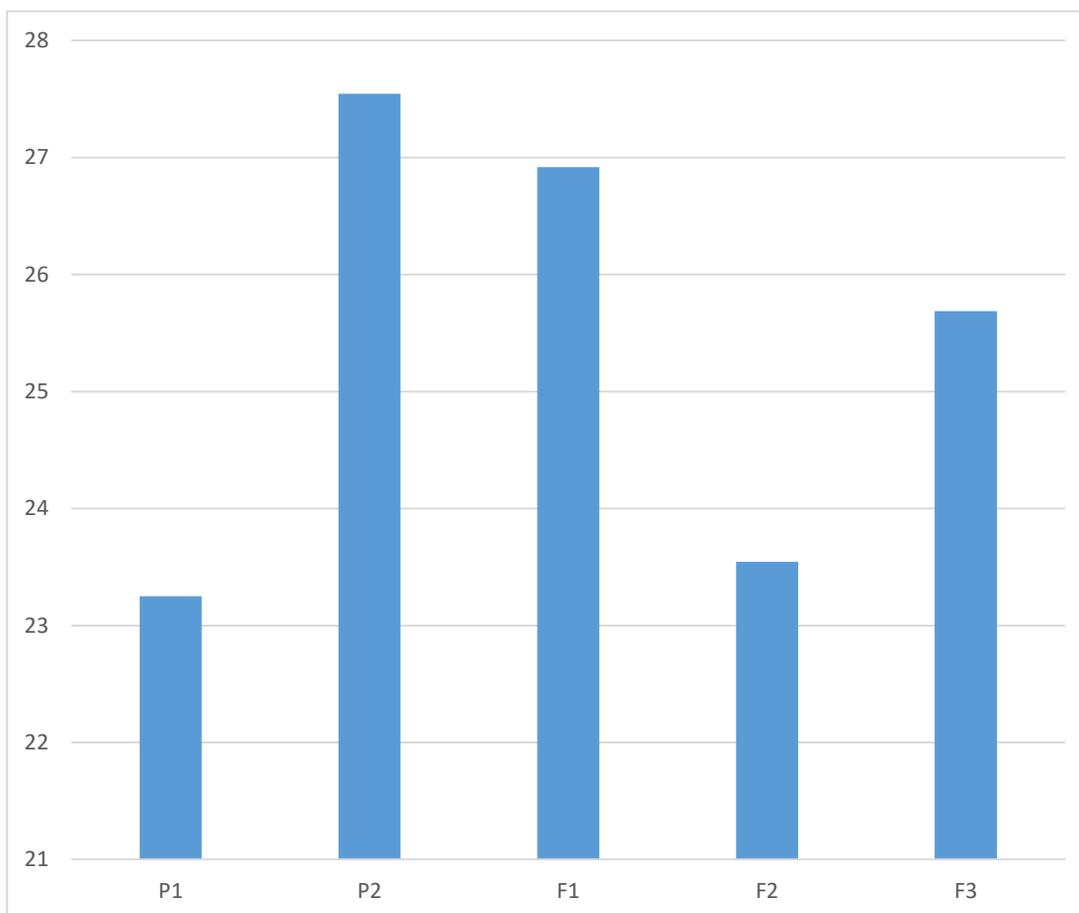


Figura 14: Gráfico das médias obtidas para número de frutos, expressos em unidade, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2017.

5.1.5 Teor de Sólidos Solúveis (°BRIX)

No teor de Sólidos Solúveis (Tabela 8), o Teste F não foi significativo ao nível de 5% comparando os progenitores, porém a geração F1 apresentou diferença significativa quando comparado a ambos os progenitores e com as gerações seguintes (F2 e F3). Já as gerações F2 e F3 não apresentaram diferença significativa quando comparados aos progenitores (P1 e P2) o que não é esperado.

Tal Fenômeno também foi observado por Junior et al (2015) em eficiência da predição do comportamento de híbridos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* mill.) Pela divergência genética dos progenitores.

O coeficiente de variação experimental encontrado foi de 14,03%. O coeficiente de variação genotípica encontrado para essa característica foi de 8%. O Índice de Variação apresentou 0,57.

As variâncias Ambiental, Aditiva e de Dominância foram estimadas, respectivamente em $\hat{\sigma}^2_E = 0,1987$, $\hat{\sigma}^2_A = 0,4159$ e $\hat{\sigma}^2_D = 0,1763$ e o Grau Médio de Dominância foi estimado em $gmd = 0,92$, por se tratar de um valor estimado, podemos considerar como $gmd = 1$ e isso representa uma dominância completa. Portanto, podemos ver que a variação ambiental representou 25% do fenótipo, a ação genética se expressou em 75%. A variação aditiva foi responsável por 70% da ação genética expressa no fenótipo e a variância de Dominância ficou responsável pelos outros 30%.

Utilizando o quadrado médio das gerações e o quadrado médio do erro, podemos estimar o coeficiente de determinação genotípica para gerações. Ou seja, quanto da genética do indivíduo é transmitida para sua descendência.

O valor estimado de H^2 (coeficiente de determinação genotípica) para as gerações foi de 49,6%.

As Herdabilidades então foram estimadas para essa característica nesse estudo e a no sentido amplo apresentou a proporção de 75% demonstrando que grande parte da variação genética é transmitida para descendência. A herdabilidade no sentido restrito, apresentou 53%. O número mínimo de genes foi de $\eta = 8$ caracterizando que tal característica é de classificada como quantitativa.

Tabela 8: Resumo da análise de variância para teor de sólidos solúveis, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2017.

Fv	GL	SQ	QM
Blocos	2	20,106	10,053
Gerações	4	6,145	1,536
Erro	8	6,190	0,773
Dentro de P1	10	2,318	0,231
Dentro de P2	11	4,784	0,434
Dentro de F1	6	0,376	0,062
Dentro de F2	54	42,673	0,790
Dentro de F3	59	56,293	0,954
CVe			14%
CVg			8%
Iv			0,6

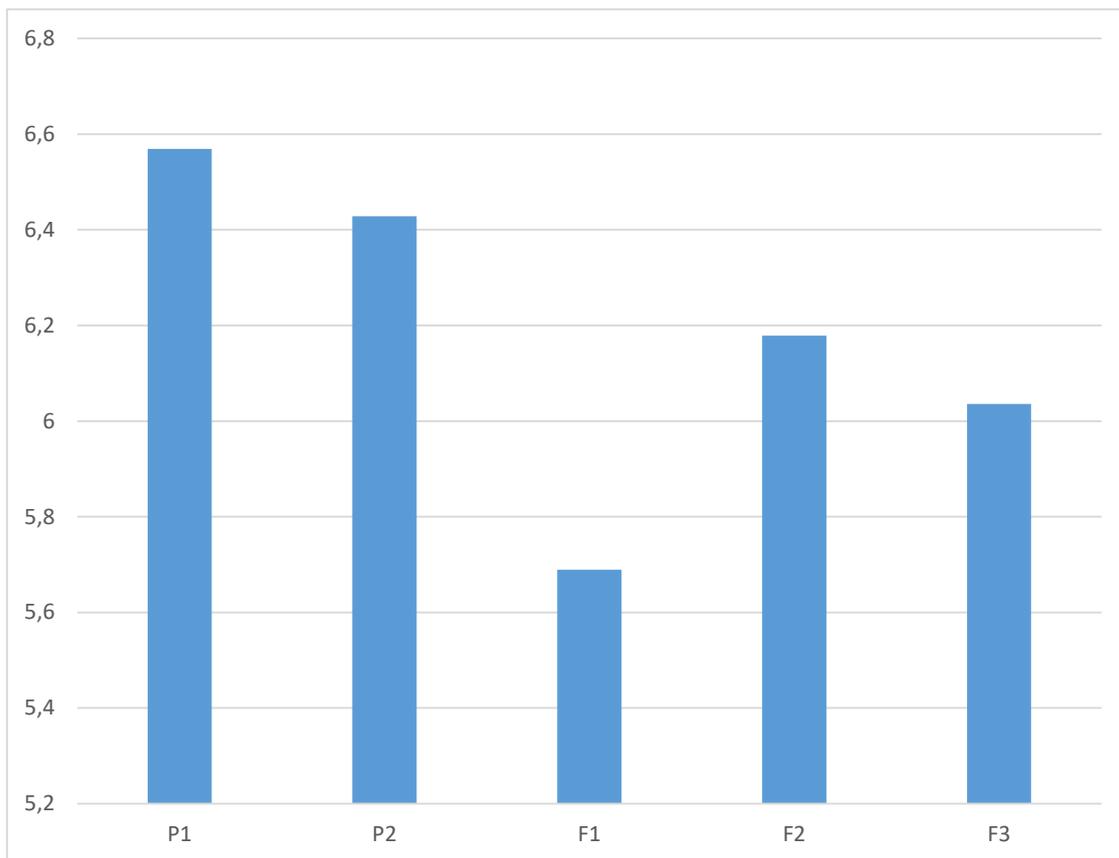


Figura 15: Gráfico das medias obtidas para teor de sólidos solúveis expresso em °Brix, avaliados em plantas das gerações P1, P2, F1, F2 e F3 a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2017.

5.2 Análise de Variância e Estimativa de Parâmetros Genéticos do Segundo Experimento

A análise da variância mostrou resultados significativos para as três características avaliadas, ou seja, a hipótese nula que não havia diferença entre as famílias foi rejeitada, havendo assim diferença significativa entre as mesmas.

Para todas ambas as características foram estimados os parâmetros genéticos com base nos componentes de variância. Quando os valores de variâncias estimadas por diferenças apresentaram-se negativos, foram considerados como zero.

5.2.1 Peso Médio dos Frutos

Para peso médio dos frutos (Tabela 9) a ANOVA Fator Duplo com Repetição possibilitou a obtenção da Variância entre famílias, sendo ela $\sigma^2_f = 3,26$. A variância do erro foi negativa e nesse caso foi considerada como zero, a variância dentro foi o QMD sendo $\sigma^2_d = 4,82$ e a variância fenotípica $\sigma^2_F = 8,08$.

A Herdabilidade no sentido restrito aproximada foi estimada em $h^2 = 0,404$. Ou seja, 40,4% da variação do peso médio dos frutos é explicada pela variação genética aditiva (aproximadamente) e pode ser transmitida para as gerações futuras.

O coeficiente de variação experimental ficou em $CVE = 14\%$, valor próximo ao encontrado no primeiro experimento. O coeficiente de variação genético visualizado foi $CV_g = 28\%$, também próximo ao visto no primeiro experimento. O índice de variação do segundo experimento foi igual ao obtido no primeiro experimento, sendo ambos $I_v = 1,9$, demonstrando que, para tal característica, a variação genética é quase o dobro da variação experimental.

Como o índice de variação foi igual nos dois experimentos, corrobora a confiabilidade dos dados gerados por tal estudo, visto que foi comprovada a repetibilidade.

5.2.2 Produção Total por Planta

Para Produção Total por Planta (Tabela 10), obteve-se significância a nível de 1%, sendo na verdade, altamente significativa a diferença entre as famílias de F4. ANOVA Fator Duplo com Repetição possibilitou a obtenção da Variância Fenotípica das famílias, sendo ela $\sigma^2_f =$

3.910,8. A variância do erro foi $\sigma_e^2 = 1.742,8$, a variância dentro foi o QMD sendo $\sigma_d^2 = 7.333,3$ e a variância fenotípica, $\sigma_F^2 = 12986,9$.

A Herdabilidade no sentido restrito aproximada foi estimada em $h^2 = 0,301$. Ou seja, aproximadamente 30,1% da variação da produção total por planta é explicada pela variação genética aditiva e pode ser transmitida para as gerações futuras.

O coeficiente de variação experimental ficou em $CVe = 38\%$, Valor muito alto e que difere do encontrado no primeiro experimento, talvez esse valor muito alto possa ser explicado pela maior ocorrência do ataque de broca no segundo experimento. O coeficiente de variação genético visualizado foi $CVg = 1.317\%$, o que difere em muito ao calculado no primeiro experimento. O índice de variação do segundo experimento foi $Iv = 34,9$ demonstrando que, para tal característica, o coeficiente de variação genética foi quase 35 vezes maior que o coeficiente de variação experimental.

Mesmo demonstrando valores altos e divergentes, ambos experimentos evidenciaram que a variação genética é superior a variação experimental.

5.2.3 Número Total de Frutos

Na característica Número de Frutos (Tabela 10), houve diferença significativa entre as famílias de F4. ANOVA Fator Duplo com Repetição possibilitou a obtenção da Variância Fenotípica das famílias, sendo ela $\sigma_f^2 = 2,74$. A variância do erro foi $\sigma_e^2 = 0,85$ e a variância dentro foi o QMD sendo $\sigma_d^2 = 16,43$ e a variância fenotípica $\sigma_F^2 = 20,02$.

A Herdabilidade no sentido restrito aproximada foi estimada em $h^2 = 0,137$. Ou seja, aproximadamente 13,7% da variação da produção total por planta é explicada pela variação genética aditiva e pode ser transmitida para as gerações futuras.

O coeficiente de variação experimental ficou em $CVe = 20\%$, Valor alto e que também difere do encontrado no primeiro experimento, talvez esse valor diferente, também possa ser explicado pela maior ocorrência do ataque de broca no segundo experimento. O coeficiente de variação genético visualizado foi $CVg = 13\%$ e também difere ao visto no primeiro experimento. O índice de variação do segundo experimento foi $Iv = 0,63$ demonstrando que, para tal característica, o coeficiente de variação genética foi menor que o coeficiente de variação

experimental. Tal característica se mostrou contrária ao que foi visualizado no primeiro experimento.

Tabela 9: ANOVA Fator duplo com repetição das características Peso Médio dos Frutos (PMF), Produção Total (PT) e Número Total de Frutos (NTF) avaliados em plantas das gerações F4, a partir do cruzamento entre os cultivares ENA 1125 x Perinha Água Branca de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, Seropédica, RJ, 2018.

Fonte da variação	gl	PMF		PT		NTF	
		SQ	MQ	SQ	MQ	SQ	MQ
Amostra	10	244,09	24,41	360266,81	36026,68	354,24	35,42
Blocos	1	10,52	10,52	20457,50	20457,50	54,52	54,52
Erro	10	33,69	3,37	125616,13	12561,61	189,96	19
Dentro	44	226,84	5,16*	322667,06	7333,34	723,19	16,44
Total	65	515,14		829.007,50		1.321,90	
CV			14%		38%		20%
CVg			28%		1.317%		13%
lv			1,9		34,89		0,63

*Os dados diferem do apresentado no texto por ter sido feito um pool da soma dos quadrados. Tal soma foi realizada por causa da variância do erro ter se mostrado negativa.

6 CONCLUSÃO

Com relação às gerações avançadas do cruzamento das cultivares ENAS 1125 X PERINHA ÁGUA BRANCA de tomate cereja pode-se concluir, de forma geral que:

As características peso médio dos frutos, produção total por planta e peso médio dos cachos mostraram-se boas para realização do melhoramento no cruzamento, tendo em vista os valores das herdabilidade e dos Índices de Variação Genéticos.

Houve variabilidade genética nos caracteres relacionados à produtividade.

Todas as características apresentaram alto coeficiente de determinação genotípico, variando de 91,5% a 94,5%.

As características avaliadas se mostraram poligênicas e com exceção do peso médio dos cachos, todas se mostraram com alta expressão genotípica no fenótipo. Variando de 58% em peso médio dos frutos a 75% em Teor de sólidos solúveis, o que indica que grande parte da variação fenotípica que pode ser herdada.

As características peso médio dos frutos, produção total por planta e peso médio dos cachos apresentaram sobre-dominância, e com isso, podemos supor que a utilização comercial de híbridos com alta capacidade produtiva é recomendável.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCSEM, 2015. Acessado em 16 mar. 2017. Online. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/hortifruti/163574-mercado-de-tomate-fresco-e-promissor-no-brasil.html#.WMsWT6K1uUm>
- ABRAHÃO, C.; BÔAS, R. L. V; BULL, L. T.. **Relação K: Ca: Mg na solução nutritiva para a produção de minitomate cultivado em substrato**. irriga, v. 19, n. 2, p. 214, 2014.
- ABREU, F. B. **Herança da resistência a *Phytophthora infestans*, de características de frutos e seleção de genótipos resistentes em geração F5 de cruzamento interespecífico em tomateiro**. Viçosa MG, 2005.
- ALVARENGA, M. A. R.. **Tomate: produção em campo e casa-de-vegetação e em hidroponia**. UFLA, Lavras, Brasil. 2004. p. 13-23.
- ALVES FILHO, M.. **Colheitadeira de tomate reduz perdas e preserva mão-de-obra**. Jornal da Unicamp, Universidade Estadual de Campinas, 18 a 24 de dezembro, p.1-12, 2006.
- ANDRADE, A. R. et al. **Fertirrigação no cultivo de quatro cultivares de tomate (*Lycopersicum esculentum*) irrigado por gotejamento**. Applied Research & Agrotechnology, v. 10, n. 2, p. 7-21, 2017.
- ARAÚJO, A. L. R. et al. **Desempenho agrônômico de genótipos de tomateiro e reação a geminivírus**. Ufrpe. 2014.
- ARAÚJO, M. F. C. **Interação tripla genótipos× locais× anos: um teste estatístico para verificar a contribuição de cada fator**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- AZEVEDO FILHO, J. A.; MELO A. M. T. **Avaliação de tomate silvestre do tipo cereja**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 19, jul., 2001.
- BERTI, C. L. F. **Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma, em teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*, aos 24 anos de idade em Luiz Antônio-SP**. Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira-SP UNESP. 69 f. 2010.
- BITTAR, C. A. et al. **Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial**. 2011.
- BORÉM, A. et al. **Biossegurança, proteção de cultivares, acesso aos recursos genéticos e propriedade industrial na agropecuária**. Viçosa: Ed. UFV, 1998. 43-58p.
- BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, Ed. UFLA, 2ªed. 2005 969p.
- CARELLI, B.P. **Estimativa de variabilidade genética em acessos crioulos e cultivares comerciais de tomates (*Lycopersicum esculentum* Mill.) do sul do Brasil e avaliação da presença do gene *Mi***. Tese (Doutorado), São Carlos, UFSCAR, 2003.
- CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. **Tomate: Um mercado que não para de crescer globalmente**. Hortifruti Brasil, Piracicaba, v.6, n.58, p.6-14, 2007.

CLIMATE-DATA. Disponível em <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 01 de setembro de 2018.

COLARICCIO, A., EIRAS, M., CHAVES, A.L.R., LOURENÇÃO, A.L., MELO, A.M.T. & SIQUEIRA, W.J. **Detecção do 'Chysoanthemum stem necrosis virus' em tomateiro no Estado de São Paulo**. Summa Phytopathologica 25: 252-254. 2000.

CORRÊA, A. L.; FERNANDES, M. do C. de A.; AGUIAR, L. A. **Produção de tomate sob manejo orgânico**. Niterói: Programa Rio Rural (Manual Técnico, 36), 2012.

COSTA, E. S. P. et al. **Qualificação da severidade da requeima em tomateiro por escalas diagramáticas e suas correlações com a fluorescência da clorofila a E acúmulo de biomassa e nutrientes**. UFRRJ. 2009.

COCKERHAM, C. Clark. Estimation of genetic variances. **Statistical genetics and plant breeding**, v. 982, p. 53-94, 1963.

CUNHA, A H N; FERREIRA, R; SANDRI, D. **Classificação de tomate sweet grape produzido com efluente de esgoto tratado enriquecido**. Global science and technology, v. 9, n. 2, 2016.

DE GUSMÃO, M. T. A; DE GUSMÃO, S. A. L; DE ARAÚJO, JAIRO A. C. **Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos**. Horticultura Brasileira, p. 431-436, 2006.

DEMPSEY WH; BOYNTON JE. 1962. **Effect of the time of the day on controlled pollinations**. Report of the Tomato Genetics Cooperative 12:23-24.

DÔRES, S. M. C.; PAIVA, S. A. R.; CAMPANA, A. O. **Vitamin K: metabolism and nutrition**. Revista de Nutrição, v. 14, n. 3, p. 207-218, 2001.

DUSI, A. N. et al. **Coleção Plantar - a cultura do tomateiro**. Embrapa, Brasília, 1º edição, 1993.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1987. 279p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. Essex: Longman, 1996. 464 p.

FERNANDES, C. **Produtividade e Qualidade dos Frutos do Tomateiro do Grupo Cereja Cultivado em Substrato à Base de Areia**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal- SP, 2005. 84 p.

FERRARI, A. A. et al. **Chemical composition of tomato seed saffected by conventional and organic production systems**. JournalofRadioanalyticaland Nuclear Chemistry, v 278, n. 2, p. 399-402, 2008.

FERREIRA M. A. J. F.; QUEIROZ M. A.; BRAZ L. T.; VENCOSKY R. **Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético**. Horticultura Brasileira, vol. 21, pag. 438-441. 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agro tecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças** – Viçosa, UFV, 2008.

GONÇALVES, G. et al. **Seleção e herdabilidade na predição de ganhos genéticos em maracujá-amarelo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 2, p. 193-198, 2007.

GOOGLE EARTH. Google Maps. Disponível em <http://earth.google.com.br/>. Acesso em: 01 de setembro de 2018.

GUIMARÃES, J. F. R.. **Interação de génotipos com ambientes para qualidade de grãos carioca e caracteres agrônômicos em feijoeiro-comum**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2016

GUIMARÃES, P. H. R. et al. **Parâmetros genéticos e fenotípicos em arroz irrigado estimados por método de análise espacial**. 2014.

HORTIFRUTI BRASIL, 2007. Acessado em 04 nov. 2016. Online. Disponível em: http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/58/mat_capa.pdf

IBGE Brasil, 2016. Acessado em 04 nov. 2016. Online. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rj&tema=lavouratemporaria2015>

IBGE Brasil, 2016. Acessado em 04 nov. 2016. Online. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp>

IBGE Brasil, 2018. Acessado em 24 out. 2018. Online. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>

LEMO, O. L.; **Cultivo e Controle de Insetos do Tomateiro em Diferentes Ambientes**. Dissertação de Mestrado. UNESP-SP. 2008. 71 p.

LOPES, C. A.; DE ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. Embrapa Hortaliças-Livro técnico (INFOTECA-E), 1994.

MASCIOLI, A.S. **Interação genótipo x ambiente sobre o desempenho de animais canchim e cruzados canchim x nelore**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2000. 99p. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, 2000.

MELO P.C; **Produção de sementes de tomate**. 2007. Disponíveis em http://www.abhorticultura.com.br/downloads/Paulo%20C%C3%A9sar-2_Prod_sem_%20tomate.pdf Acesso em: 02 de janeiro de 2019.

MORAES, C. A. G. **Hidroponia: Como cultivar tomates em sistema NFT**. 1ª ed. Jundiaí: DISQ Editora, 1997.

NESBITT, T.C.; TANSKLEY, S.D. **Comparative Sequencing in the Genus Lycopersicon: Implications for the Evolution of Fruit Size in the Domestication of Cultivated Tomatoes**. Genetics, vol 162, pag. 365–379 Set., 2002.

OLIVEIRA, G. A. de et al. **Componentes de produção, produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de materiais de soja no Paraná**. Unioeste. 2018.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification**. Hydrology and earth system sciences discussions, v. 4, n. 2, p. 439-473, 2007.

PETINARI, R. A.; TERESO, M. J. A.; BERGAMASCO, SMPP. **A importância da fruticultura para os agricultores familiares da região de Jales-SP.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 356-360, 2008.

Pimentel-Gomes, F. **Statistics Course Experimental.** 15th Edition. FEALQ, Piracicaba. 2009

PORTO, A.; OLIVEIRA, L. **Tabela da composição de alimentos.** Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, 2006.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro.** Goiânia: UFG, 1993.

RESENDE, M. D. V. **Genética Biométrica e Estatística no Melhoramento de plantas perenes.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1 ed, 975p, 2002

RIBEIRO, I. A.V.; TERESO, M. J. A.; ABRAHÃO, R. F. **Análise ergonômica do trabalho em unidades de beneficiamento de tomates de mesa: movimentação manual de cargas.** Ciência Rural, v.39, n.4, p.1083-1089, 2009.

ROCHA M. Q.; PEIL, R. M. N.; COGO, C. M. **Rendimento do tomate cereja em função do cacho foral e da concentração de nutrientes em hidroponia.** Horticultura Brasileira, vol.28, pag. 466-471, 2010.

ROCHA, M. C. et al. **Descritores quantitativos na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 39 n. 3, p 664-670, mai/jun, 2009

RODRIGUES, M. B., **Variação morfológica agrônômica e tolerância a estresses bióticos e abióticos em genótipos de tomate cereja sob cultivo orgânico.** Tese de mestrado. UFRRJ, Seropédica, 2012.

ROSSMANN, H. **Estimativas de Parâmetros Genéticos e Fenotípicos de Uma População de Soja Avaliada em Quatro Anos.** Piracicaba, 2001. 91p. Dissertação (M.S.) - Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiros", Universidade de São Paulo.

SAAVEDRA, G.; SPOOR, W.; HARRIER L. **Molecular markers and genetic base broadening in *Lycopersicum* spp..** Acta Horticulturae. vol.546, pag. 503-507. 2001.

SANTOS, S. C. L. **Sugestão de cultivo orgânico do tomate cereja no IFRN, campus Ipanguaçu: Procedimentos Técnicos.** Ipanguaçu. 2009

SCHMIDT, D.; SANTOS, S. S.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; PILAU, F. G. **Potencial produtivo de tomate cultivado com alta densidade, em hidroponia.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 18, suplemento junho, p. 273-274, 2000.

SHANKARA, N; JEDUD, J. L. GOFFAU, M. de; HILMI, M.; DAM, B. **A cultura do tomate produção, processamento e comercialização.** Fundação Agromisa e CTA 2006.

SILVA, J. A. C; COSTA, R. A.; STORCH, M. **Panorama da tomaticultura no Brasil e sua evolução no Estado do Rio de Janeiro.** Pesquisa agropecuária & desenvolvimento sustentável. Niterói, v.2, n. 1, 61-74, 2003.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (Org.). **Cultivo de tomate para industrialização.** Brasília, DF: Sistemas de Produção, 2ª edição, Embrapa Hortaliças, 2006.

SILVA, J. O. **Reguladores vegetais e alguns nutrientes minerais no desenvolvimento de plantas de tomateiro Pizzadoro enxertadas e não enxertadas**. Dissertação (mestrado) - Unesp, Botucatu, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/126387>>.

SOARES JÚNIOR, A. P.; FARIAS, L. M. **Efeito do licopeno do tomate na prevenção do câncer de próstata**. Revista Interdisciplinar Novafapi, Teresina, v. 2, n. 5, p.50-54, 28 fev. 2012.

STRECK, Eduardo Anibele. **Contribuição genética do melhoramento de arroz irrigado de terras baixas para o Rio Grande do Sul**. Ufpel. 2017.

TEIXEIRA, R. R. et al. **Pre-processamento de tomate: desenvolvimento de galpão movel utilizando conceitos ergonomicos**. Unicamp-SP 2001.

TIKUNOV Yu.M., KHRUSTALEVA L.I., KARLOV G.I. **Application of ISSR markers in the genus Lycopersicon**. Euphytica, v.131, p.71–80, 2003.

VILELA, N. J.; HENZ, G. P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 71-89, 2000.