

DANIEL SUEK ZANIN

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA MORFOAGRONÔMICA E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS
AVANÇADOS DE MORANGUEIRO**

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal. Orientadora: Prof. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar.

Lages, SC
2019

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Zanin, Daniel Suek

Divergência genética morfoagronômica e seleção de
genótipos avançados de morangueiro / Daniel Suek Zanin. --
2019.

221 p.

Orientadora: Aike Anneliese Kretzschmar

Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2019.

1. *Fragaria x ananassa* Duch.. 2. seleções avançadas. 3.
melhoramento genético. 4. dissimilaridade. I. Kretzschmar,
Aike Anneliese. II. Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal. III. Título.

DANIEL SUEK ZANIN

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA MORFOAGRONÔMICA E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS
AVANÇADOS DE MORANGUEIRO**

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

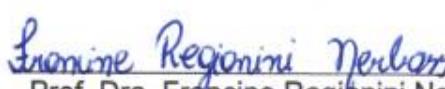
Banca examinadora:

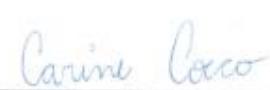
Orientadora:


Prof. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membros:


Prof. Dr. Leo Rufato
Universidade do Estado de Santa Catarina


Prof. Dra. Francine Regianini Nerbass
Universidade do Estado de Santa Catarina


Prof. Dra. Carine Cocco
Universidade de Caxias do Sul


Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende
Universidade Estadual de Londrina

Lages, SC, 19/02/2019.

À todas as pessoas que contribuíram para
a realização deste trabalho, mesmo que
apenas em forma de apoio e motivação,
dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e por todas as bênçãos.

À minha mãe Lindalva, meu padrasto Valmor, pela ajuda e paciência em todos os momentos. Eu lhes devo tudo.

À minha orientadora, professora Aike Anneliese Kretzschmar, pelo conhecimento repassado e auxílios em muitos assuntos.

Ao professor Leo Rufato, membro do comitê de orientação, por ter acreditado no meu potencial e transmitido diversos conhecimentos.

Aos funcionários do programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Kátia, Melissa, Leandro e Gustavo, pelo valioso auxílio nas questões burocráticas.

Aos amigos e colegas do grupo de pesquisa em Fruticultura do CAV-UDESC. Um trabalho como este tem o mérito de toda uma equipe. Agradeço não apenas pela ajuda nos trabalhos de campo e laboratório, mas também pela amizade. Ao longo do tempo no qual fiz parte deste grupo, conheci várias pessoas que vou lembrar por toda a minha vida, e com as quais gostaria de continuar convivendo.

Aos amigos e colegas do programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

Aos pesquisadores e funcionários do Instituto CREA-OFA-FRF, que me receberam da melhor maneira possível durante o meu estágio sanduíche, e transmitiram muitos conhecimentos. Agradecimento em especial a Maria Luigia Maltoni, pelo valioso auxílio na ambientação em um país e uma cultura desconhecida.

Aos vizinhos do Edifício JK (“Carandi”), pela amizade e momentos muito agradáveis que foram compartilhados.

A todos que, de uma maneira ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

ZANIN, Daniel Suek. **Divergência genética morfoagronômica e seleção de genótipos avançados de morangueiro.** Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. 221 p. Lages, SC, 2019.

O cultivo de morangos é uma cadeia produtiva complexa e altamente exigente do ponto de vista técnico. Nesta atividade, para que se atinja o retorno econômico esperado e se produzam frutos com boa aceitação no mercado, além de realizar o manejo da melhor maneira possível, é indispensável que se faça a escolha correta das cultivares. No Brasil, as opções de cultivares adaptadas às condições ambientais dos principais polos produtores são limitadas. Sendo assim, é preciso incrementar a disponibilidade de cultivares de morangueiro a nível nacional. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho agronômico de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, e estudar a divergência genética entre alguns destes genótipos, a fim de fornecer informações úteis à continuidade do programa de melhoramento genético de morangueiro realizado na Universidade do Estado de Santa Catarina. Os experimentos foram conduzidos na área experimental de Fruticultura da referida instituição, localizada no município de Lages, em Santa Catarina. As variáveis cor da polpa do fruto, densidade da folhagem, produção total por planta, cor da cavidade central do fruto e acidez titulável foram as que mais contribuíram para a formação de variabilidade dentro da população estudada. O agrupamento dos genótipos avaliados foi coerente com o local de origem e resposta ao fotoperíodo dos mesmos. As cultivares Írma e Sabrina foram as mais dissimilares em relação à média dos genótipos estudados, podendo constituir bons parentais em novas hibridações, no sentido de explorar o efeito da heterose. Verificaram-se nas cultivares Sabrina, Pircinque, Camino Real e Benicia os melhores desempenhos produtivos. As seleções avançadas FRF 57.6, FRF 104.1, FRF LAM 119.1, ITA 10,128-9, ITA 10,133-2 e ITA 13,097-5 se destacaram pela elevada qualidade de frutos. Os genótipos ITA 12,103-15 e ITA 10,107-12 apresentaram os maiores graus de resistência simultânea à mancha-de-micosferela, ódio e antracnose. Durante o estágio realizado no CREA-OFA-FRF, na Itália, houve colaboração com diversas atividades de melhoramento de morangueiro. Nestas atividades, foram somados conhecimentos que podem servir de base para a melhoria de técnicas de pesquisa e de produção comercial de morangos em território brasileiro.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch., seleções avançadas, melhoramento genético, dissimilaridade.

ABSTRACT

ZANIN, Daniel Suek. **Morphoagronomic genetic divergence and selection of advanced strawberry genotypes.** Thesis (Doctorate in Crop Production) – State University of Santa Catarina, UDESC. 221 p. Lages, SC, Brazil, 2019.

Strawberry cultivation is a complex and highly demanding production chain from the technical point of view. In this activity, in order to achieve the expected economic return and produce fruits with good acceptance in the market, besides performing the management in the best possible way, it is indispensable to make the correct choice of cultivars. In Brazil, the cultivar options adapted to the environmental conditions of the major producing sites are limited. Therefore, it is necessary to increase the availability of strawberry cultivars at the national level. The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of new cultivars and advanced selections of strawberries and to study the genetic divergence among some of these genotypes in order to provide useful information for the continuity of the strawberry genetic improvement program carried out in the State University of Santa Catarina. The experiments were conducted in the Experimental Area of Fruticulture of the mentioned institution, located in the municipality of Lages, in Santa Catarina State, South of Brazil. The variables color of the fruit pulp, foliage density, total production per plant, color of the central cavity of the fruit and titratable acidity were the ones that contributed the most to the variability formation within the study population. The grouping of the evaluated genotypes was consistent with its place of origin and response to the photoperiod. The cultivars Írma and Sabrina were the most divergent in relation to the average of the studied genotypes, being able to constitute good parents in new crosses, in order to explore the heterosis effect. In the cultivars Sabrina, Pircinque, Camino Real and Benicia the best productive performance were verified. The advanced selections FRF 57.6, FRF 104.1, FRF LAM 119.1, ITA 10,128-9, ITA 10,133-2 and ITA 13,097-5 were distinguished by high fruit quality. The genotypes ITA 12,103-15 and ITA 10,107-12 presented the highest degrees of resistance simultaneously to the strawberry leaf spot, powdery mildew and anthracnose. During the internship held at CREA-OFA-FRF in Italy, there was cooperation with several strawberry breeding activities. In these activities were added knowledge that can serve as a basis for the improvement of research techniques and strawberries growing in Brazil.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch., advanced selections, breeding, dissimilarity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Anteras de flores de morangueiro, acondicionadas em uma placa de Petri, sendo submetidas ao processo de secagem, no interior de uma câmara de fluxo laminar desligada.....	51
Figura 2 - a) Emasculação de flores para realização de cruzamentos; b) frutos provenientes de cruzamento, em fase inicial de desenvolvimento.....	52
Quadro 1 - Países e instituições de origem das cultivares e seleções avançadas utilizadas no estudo de divergência genética	61
Quadro 2 - Relação de conjunto de caracteres morfoagronômicos utilizados no estudo da divergência genética entre genótipos de morangueiro	63
Figura 3 - Contribuição das variáveis para os quatro primeiros componentes principais, em estudo de divergência genética entre genótipos de morangueiro	68
Figura 4 - Contribuição dos genótipos na variância acumulada dos quatro componentes principais, em estudo de divergência genética de genótipos de morangueiro	72
Figura 5 - Dendrograma de cultivares e seleções de morangueiro, elaborado com base no coeficiente de similaridade de Gower, utilizando-se o método de agrupamento de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA).....	78
Figura 6 - Detalhe do ensaio de avaliação de cultivares e seleções de morangueiro, no ciclo 2016/2017, logo após a sua implantação. Os quatro canteiros da esquerda correspondem ao experimento em questão	86
Figura 7 - Ensaio de avaliação de cultivares e seleções de morangueiro, referente ao ciclo 2017/2018. Os quatro canteiros do canto inferior esquerdo da imagem correspondem ao experimento em questão	89
Figura 8 - Variação sazonal da produção comercial (g planta ⁻¹) nos genótipos a) Benicia, b) Camarosa, c) Camino Real, d) CE 51, e) CE 56, f) FRF LAM 119.1, g) FRF LAM 269.18, h) FRF PA 109.2, i) Jonica, j) Pircinque, k) Albion, l) Aromas, m) FRF 104.1, n) FRF 57.6, o) Monterey e p) Portola, durante o ciclo 2016/2017	96
Figura 9 - Variação sazonal da massa média de frutos comerciais (g fruto ⁻¹) nos genótipos a) Benicia, b) Camarosa, c) Camino Real, d) CE 51, e) CE 56, f) FRF LAM 119.1, g) FRF LAM 269.18, h) FRF PA 109.2, i) Jonica, j) Pircinque, k) Albion, l) Aromas, m) FRF 104.1, n) FRF 57.6, o) Monterey e p) Portola, durante o ciclo 2016/2017	99
Figura 10 - Análise de componentes principais para as variáveis e genótipos estudados no Ensaio de Adaptabilidade, na safra 2016/2017	110

Figura 11 - Variação sazonal da produção comercial (g planta ⁻¹) nos genótipos a) Jonica, b) Pircinque, c) Sabrina, d) FRF LAM 119.1, e) FRF LAM 263.1, f) FRF LAM 269.18, g) FRF PA 109.2, h) FRF PIR 256.4, i) FRF PIR 75.8, j) FRF PIR 79.6, k) Albion, l) Írma, m) FRF 104.1, n) FRF 191.2 e o) FRF 57.6, durante o ciclo 2017/2018	115
Figura 12 - Variação sazonal da massa média de frutos comerciais (g fruto ⁻¹) nos genótipos a) Jonica, b) Pircinque, c) Sabrina, d) FRF LAM 119.1, e) FRF LAM 263.1, f) FRF LAM 269.18, g) FRF PA 109.2, h) FRF PIR 256.4, i) FRF PIR 75.8, j) FRF PIR 79.6, k) Albion, l) Írma, m) FRF 104.1, n) FRF 191.2 e o) FRF 57.6, durante o ciclo 2017/2018	119
Figura 13 - Análise de componentes principais para as variáveis e genótipos estudados no Ensaio de Adaptabilidade, na safra 2017/2018	133
Figura 14 - Aspecto do campo de semensais de morangueiro, referente ao ciclo 2015/2016	142
Figura 15 - Parcelas marcadas no campo de seleções avançadas de morangueiro, referente à segunda etapa de seleção de genótipos, na fase final do ciclo	144
Figura 16 - Detalhe do experimento da terceira etapa de seleção de genótipos, no ciclo 2017/2018. Os quatro canteiros do canto inferior direito da imagem referem-se ao experimento em questão	146
Figura 17 - Sazonalidade da produção comercial (g planta ⁻¹) nos genótipos a) San Andreas; b) ITA 10,107-12; c) ITA 10,107-6; d) ITA 10,107-7; e) ITA 10,128-9; f) ITA 10,133-2; g) 12,103-12; h) ITA 12,103-15; i) ITA 12,103-22; j) ITA 12,103-6 e k) ITA 13,097-5, durante o ciclo 2017/2018	158
Figura 18 - Sazonalidade da massa média de frutos comerciais (g fruto ⁻¹) nos genótipos a) San Andreas; b) ITA 10,107-12; c) ITA 10,107-6; d) ITA 10,107-7; e) ITA 10,128-9; f) ITA 10,133-2; g) 12,103-12; h) ITA 12,103-15; i) ITA 12,103-22; j) ITA 12,103-6 e k) ITA 13,097-5, durante o ciclo 2017/2018	160
Figura 19 - Análise de componentes principais de seleções pertencentes ao programa de melhoramento genético do CAV-UDESC, no ciclo agrícola 2017/2018	171
Figura 20 - Experimento de confronto de seleções avançadas de morangueiro com frutos providos de aroma	184
Figura 21 - Representação de uma parcela do experimento de confronto de seleções com frutos providos de aroma, durante o período das colheitas	185
Figura 22 - Implantação de um viveiro para multiplicação de seleções avançadas em Cervia, RA, Itália	190

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativas das variâncias de cada componente principal e das variâncias acumuladas, em estudo de divergência genética entre genótipos de morangueiro	67
Tabela 2 - Estimativas dos <i>loadings</i> das variáveis nos quatro primeiros componentes principais, em estudo de divergência genética entre genótipos de morangueiro	71
Tabela 3 - Estimativas dos escores dos genótipos nos quatro primeiros componentes principais, em estudo de divergência genética entre genótipos de morangueiro	74
Tabela 4 - Maiores e menores valores de similaridade entre genótipos de morangueiro do Banco de Germoplasma do CAV-UDESC, estimados por meio da Distância de Gower	75
Tabela 5 - Médias dos coeficientes de similaridade de Gower de 16 genótipos de morangueiro, em relação aos demais acessos estudados	76
Tabela 6 - Desempenho produtivo de cultivares e seleções avançadas de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2016/2017	92
Tabela 7 - Número de frutos por planta, total e comercial, e massa média de frutos comerciais, em cultivares e seleções avançadas de morangueiro, nas condições de Lages, SC, na safra 2016/2017	94
Tabela 8 - Produção de frutos em diferentes categorias, em porcentagem da produção total, de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, na safra 2016/2017, nas condições do Planalto Sul Catarinense.....	102
Tabela 9 - Rendimento bruto total estimado (R\$ ha ⁻¹) de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, na safra 2016/2017, nas condições do Planalto Sul Catarinense	104
Tabela 10 - Características qualitativas de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2016/2017	106
Tabela 11 - Matriz de correlações de Pearson entre as variáveis obtidas, no estudo de adaptabilidade de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, na safra 2016/2017	108
Tabela 12 - Desempenho produtivo de cultivares e seleções avançadas de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) nas condições do município de Lages, SC, na safra 2017/2018	112

Tabela 13 - Número de frutos por planta, totais e comerciais, e massa média de frutos comerciais, em cultivares e seleções avançadas de morangueiro, nas condições de Lages, SC, na safra 2017/2018	113
Tabela 14 - Produção de frutos em diferentes categorias, em porcentagem da produção total, de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, na safra 2017/2018, nas condições do Sul do Brasil	122
Tabela 15 - Rendimento bruto total estimado ($R\$ \text{ ha}^{-1}$) de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, na safra 2017/2018, nas condições do Planalto Sul Catarinense	125
Tabela 16 - Principais características qualitativas de natureza física de frutos em cultivares e seleções avançadas de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2017/2018	126
Tabela 17 - Principais características qualitativas de natureza química de frutos em cultivares e seleções avançadas de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2017/2018	129
Tabela 18 - Matriz de correlações de Pearson entre as variáveis obtidas, no estudo de adaptabilidade de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, na safra 2017/2018	131
Tabela 19 - Porcentagens de genótipos selecionados por cruzamento, no ciclo de seleção 2015/2016	149
Tabela 20 - Desempenho produtivo de genótipos de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) nas condições do município de Lages, SC, na safra 2016/2017	150
Tabela 21 - Número de frutos por planta e massa média de frutos comerciais de genótipos de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.), na safra 2016/2017	151
Tabela 22 - Porcentagens de frutos em diferentes categorias, em genótipos de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.), na safra 2016/2017	152
Tabela 23 - Parâmetros produtivos, por planta e por colheita, em genótipos de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) nas condições do município de Lages, SC, na safra 2016/2017	153
Tabela 24 - Desempenho produtivo de genótipos de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) nas condições do município de Lages, SC, na safra 2017/2018	154
Tabela 25 - Número de frutos por planta, totais e comerciais, e massa média de frutos comerciais, em genótipos de morangueiro, nas condições de Lages, SC, na safra 2017/2018	156

Tabela 26 - Produção de frutos em diferentes categorias, em porcentagem da produção total, de genótipos de morangueiro, na safra 2017/2018, nas condições do Planalto Sul Catarinense	163
Tabela 27 - Rendimento bruto total estimado ($R\$ \text{ha}^{-1}$) de seleções avançadas de morangueiro, na safra 2017/2018, nas condições do Planalto Sul Catarinense	164
Tabela 28 - Principais características qualitativas de natureza física de frutos em genótipos de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2017/2018	166
Tabela 29 - Principais características qualitativas de natureza química de frutos em genótipos de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2017/2018	167
Tabela 30 - Matriz de correlações de Pearson entre as variáveis obtidas, no estudo de comparação entre genótipos de morangueiro, na safra 2017/2018	169
Tabela 31 - Incidência de mancha-de-micosferela e oídio (% dos folíolos infectados) e antracnose (% de flores e frutos com doença) em seleções de morangueiro pertencentes ao programa de melhoramento genético do CAV-UDESC	172
Tabela 32 - Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), para severidade de mancha-de-micosferela, oídio e antracnose, em seleções de morangueiro pertencentes ao programa de melhoramento genético do CAV-UDESC	173
Tabela 33 - Estimativas de correlações de Pearson entre incidência e severidade de mancha-de-micosferela, oídio e antracnose, incidência e severidade total das três doenças, e produção total e comercial, em seleções avançadas de morangueiro pertencentes ao programa de melhoramento do CAV-UDESC	176

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Características químicas do solo da área experimental utilizada no ciclo agrícola 2015/2016	215
Apêndice 2 - Características químicas do solo da área experimental utilizada no ciclo agrícola 2016/2017	215
Apêndice 3 - Características químicas do solo da área experimental utilizada no ciclo agrícola 2017/2018	216
Apêndice 4 - Preço médio mensal do morango (R\$ kg ⁻¹ de fruta fresca) na Central de Abastecimento (CEASA-SC) de Florianópolis-SC, no quinquênio 2014-2018	217
Apêndice 5 - Preço médio mensal do morango (R\$ kg ⁻¹ de fruta fresca) na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) de São Paulo-SP, no quinquênio 2014-2018	218
Apêndice 6 - Médias das notas para densidade da folhagem em cultivares e seleções de morangueiro, durante o ciclo 2017/2018	219
Apêndice 7 - Aplicações de fungicidas e acaricidas realizadas no experimento de comparação de seleções avançadas, durante o ciclo 2017/2018	220
Apêndice 8 - Médias de temperatura e precipitação mensal durante o período de condução dos experimentos. Lages, SC, CAV-UDESC, 2018	221

LISTA DE ABREVIATURAS

AACPD	Área abaixo da curva do progresso da doença
Abr	Abril
Ago	Agosto
<i>Apo Scaligera</i>	Cooperativa de hortifrutigranjeiros da região de Verona, na Itália
CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias
CEASA	Central de Abastecimento
CPACT	Centro de Pesquisa em Agricultura de Clima Temperado
CP	Componente principal
CREA-OFA-FRF	Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e L'Analisi Dell'Economia Agraria - Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura
CV	Coeficiente de variação
DC	Cultivares de morangueiro de dia curto
DHE	Distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade
DL	Cultivares de morangueiro de dia longo
DN	Cultivares de morangueiro de dia neutro
Dez	Dezembro
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Fev	Fevereiro
HCA	Análise de agrupamento
IAC	Instituto Agronômico de Campinas
<i>In natura</i>	Produto comercializado na forma fresca ou natural
Jan	Janeiro
Jul	Julho
Jun	Junho
Mai	Maio
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MAP	Fosfato monoamônico
Mar	Março
Nov	Novembro
NUTA	Núcleo de Tecnologia de Alimentos
Out	Outubro
PCA	Análise de componentes principais
<i>Per se</i>	Potencial agronômico referente a um genótipo isolado
PGIP	Proteína inibidora da enzima poligalacturonase
Planasa S. A.	Plantas de Navarra S. A.
RATIO	Relação sólidos solúveis / acidez titulável
S. A.	Sociedade anônima
Set	Setembro
SBCS	Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
SNPC	Serviço Nacional de Proteção de Cultivares
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UNICENTRO	Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

vs.	Versus
%	Porcentagem
t	Tonelada
t ha ⁻¹	Toneladas por hectare
cm	Centímetro
°C	Graus celsius
kg	Quilograma
spp.	Designação de gênero
g	Gramas
mL	Mililitro
Cfb	Clima temperado quente com verão ameno
mm	Milímetro
m	Metro
Ca(NO ₃) ₂	Nitrato de cálcio
Mg(SO ₄) ₂	Sulfato de magnésio
K ₂ SO ₄	Sulfato de potássio
g planta ⁻¹	Gramas por planta
N	Newton
0,1 N	Normalidade – 0,1 normal
NaOH	Hidróxido de sódio
g 100 g ⁻¹	Gramas por 100 gramas
®	Marca registrada
L	Luminosidade da epiderme do fruto
c	Croma
° hue	Ângulo hue
frutos planta ⁻¹	Frutos por planta
g fruto ⁻¹	Gramas por fruto
arc sen	Arco seno
log	Logaritmo de base 10
° Brix	Graus brix
Σ	Somatória
frutos planta ⁻¹ colheita ⁻¹	Frutos por planta por colheita
g planta ⁻¹ colheita ⁻¹	Gramas por planta por colheita
R\$	Reais
R\$ kg ⁻¹	Reais por quilograma
	Módulo
cmol _c dm ⁻³	centimol de carga por decímetro cúbico
mg dm ⁻³	miligramas por decímetro cúbico
g pc L ⁻¹	gramas de produto comercial por litro
mL pc L ⁻¹	mililitros de produto comercial por litro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	29
1.1	OBJETIVOS	31
1.1.1	Objetivo Geral	31
1.1.2	Objetivos Específicos	31
1.2	HIPÓTESES	31
1.3	JUSTIFICATIVA	32
2	REVISÃO DE LITERATURA	33
2.1	MORANGUEIRO – APRESENTAÇÃO E IMPORTÂNCIA	33
2.2	MORANGUEIRO – BOTÂNICA	35
2.3	EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS	38
2.4	ESCOLHA DA CULTIVAR	40
2.5	CARACTERIZAÇÃO DAS CULTIVARES UTILIZADAS NESTE TRABALHO	41
2.5.1	Cultivares de dia curto (DC)	41
2.5.1.1	<i>Benicia</i>	41
2.5.1.2	<i>Camarosa</i>	42
2.5.1.3	<i>Camino Real</i>	42
2.5.1.4	<i>Jonica</i>	43
2.5.1.5	<i>Pircinque</i>	43
2.5.1.6	<i>Sabrina</i>	44
2.5.2	Cultivares de dia neutro (DN)	44
2.5.2.1	<i>Albion</i>	44
2.5.2.2	<i>Aromas</i>	45
2.5.2.3	<i>Írma</i>	45
2.5.2.4	<i>Monterey</i>	46
2.5.2.5	<i>Portola</i>	46
2.5.2.6	<i>San Andreas</i>	46
2.6	MELHORAMENTO GENÉTICO DE MORANGUEIRO NO BRASIL	47
2.7	MÉTODOS UTILIZADOS EM MELHORAMENTO DE MORANGUEIRO	50
2.7.1	Hibridação	50
2.7.2	Seleção recorrente	54

3	DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MORANGUEIRO COM BASE EM CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS	57
3.1	RESUMO	57
3.2	ABSTRACT	58
3.3	INTRODUÇÃO	59
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	60
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
3.5.1	Análise de Componentes Principais	66
3.5.2	Análise de Agrupamento	74
3.6	CONCLUSÕES	80
4	AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE CULTIVARES E SELEÇÕES AVANÇADAS DE MORANGUEIRO NO SUL DO BRASIL	81
4.1	RESUMO	81
4.2	ABSTRACT	82
4.3	INTRODUÇÃO	83
4.4	MATERIAL E MÉTODOS	84
4.4.1	Safra 2016/2017	85
4.4.2	Safra 2017/2018	88
4.4.3	Análises estatísticas	91
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
4.5.1	Safra 2016/2017	92
4.5.2	Safra 2017/2018	111
4.6	CONCLUSÕES	135
5	SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO	137
5.1	RESUMO	137
5.2	ABSTRACT	138
5.3	INTRODUÇÃO	139
5.4	MATERIAL E MÉTODOS	140
5.4.1	Primeira etapa de seleção - Safra 2015/2016	140
5.4.2	Segunda etapa de seleção – Safra 2016/2017	142
5.4.3	Terceira etapa de seleção – Safra 2017/2018	145
5.4.4	Análises estatísticas	148
5.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	148
5.5.1	Primeira etapa de seleção – Safra 2015/2016	148

5.5.2	Segunda etapa de seleção - Safra 2016/2017	149
5.5.3	Terceira etapa de seleção – Safra 2017/2018	153
5.6	CONCLUSÕES	177
6	ATIVIDADES DE PESQUISA COM MORANGUEIRO DESENVOLVIDAS NO CREA-OFA-FRF, ITÁLIA	179
6.1	RESUMO	179
6.2	ABSTRACT	180
6.3	INTRODUÇÃO	181
6.4	APRESENTAÇÃO DO ESTÁGIO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	182
6.5	CONFRONTO DE SELEÇÕES AROMÁTICAS DE MORANGUEIRO	183
6.5.1	Metodologia	183
6.5.2	Resultados	186
6.6	OUTRAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	189
6.7	ANÁLISE CRÍTICA SOBRE O ESTÁGIO	190
6.8	CONCLUSÕES	192
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	193
8	REFERÊNCIAS	197
9	APÊNDICES	215

1 INTRODUÇÃO GERAL

O morangueiro é, dentro do grupo das pequenas frutas, a principal cultura em importância socioeconômica no Brasil (FACHINELLO et al., 2011). Seu cultivo gera emprego e renda no campo, e é realizado principalmente em pequenas propriedades, com utilização de mão-de-obra familiar (RONQUE et al., 2013). O interesse pelo cultivo do morangueiro é crescente, sendo que nos últimos anos houve incremento no volume produzido, área cultivada e produtividade desta cultura em nível nacional (FAGHERAZZI et al., 2016).

Um dos desafios enfrentados pelo setor é a carência de cultivares nacionais e a dependência de cultivares importadas (ANTUNES; PERES, 2013). Frequentemente cultivares de morangueiro são introduzidas em território brasileiro sem realização de estudos prévios de adaptabilidade, o que pode fazer com que os produtores não obtenham a produtividade e a qualidade de frutos esperada (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Devido à influência decisiva da interação entre fotoperíodo e temperatura sobre o desempenho produtivo, as cultivares de morangueiro tendem a expressar o máximo potencial agronômico dentro da região para a qual foram desenvolvidas. Já em outras condições, estas cultivares podem apresentar comportamento adverso (PÁDUA et al., 2015a). Nas condições do Brasil, as cultivares importadas normalmente apresentam algumas características favoráveis, como alta produtividade, massa média de frutos e elevada firmeza de polpa. No entanto, a falta de sabor e a suscetibilidade às principais doenças da cultura têm sido problemas comuns encontrados com estes genótipos nos pólos produtores brasileiros (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Uma das possíveis soluções para estes problemas é a introdução de novas cultivares, seguida de estudos de adaptabilidade para averiguar o potencial de utilização destes genótipos nas regiões onde se pretende empregá-las (ANTUNES; PERES, 2013). A introdução de germoplasma é uma estratégia de incremento de variabilidade genética largamente utilizada nas diversas culturas agrícolas (BORÉM, 1998). Novas cultivares de morangueiro precisam ser adequadamente avaliadas com relação à todas as características relevantes para a cultura, principalmente quanto à produtividade e qualidade físico-química dos frutos (PÁDUA et al., 2015 a), e resistência a doenças (PÁDUA et al., 2015 b), para que se possa comprovar ou descartar a possibilidade de utilização destas novas cultivares em escala comercial.

Outra medida viável neste sentido é a realização de programas de melhoramento genético dentro das próprias regiões produtoras. Esta é uma das melhores maneiras de se obter genótipos plenamente adaptados, pois eles irão expressar o máximo do potencial de produtividade e qualidade de frutos (GALVÃO et al., 2017). Além disso, existe uma maior chance destes novos genótipos se adaptarem a outras regiões produtoras do mesmo país, em comparação com as cultivares importadas.

No Brasil, entre as décadas de 1945 e 1990, houveram dois programas de melhoramento de morangueiro atuantes, sendo um no Instituto Agronômico de Campinas (IAC), em Campinas, SP, e o outro na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS (ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2007). No entanto, nos últimos anos, não houve o lançamento de novas cultivares nacionais. Isso contribuiu para agravar a dependência das cultivares provenientes de outros países (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Neste sentido, a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em parceria com a instituição *Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e L'Analisi Dell'Economia Agraria - Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura* (CREA-OFA-FRF), da Itália, estabeleceram em 2012 um acordo denominado “Convenção para a experimentação e difusão do material genético de morangueiro italiano no Brasil”, o qual possui como diretrizes a pesquisa com adaptabilidade de novas cultivares, melhoramento genético e micropropagação (FAGHERAZZI, 2017). A finalidade deste acordo é contribuir com a resolução de gargalos na cadeia produtiva de morangos, especialmente por meio do incremento do número de cultivares disponíveis aos produtores.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho agronômico de novas cultivares e seleções avançadas de morangueiro na Região do Planalto Sul Catarinense, visando a possível recomendação de genótipos em escala comercial, bem como estudar a divergência genética entre estes genótipos, para obter resultados que possam servir como diretrizes na elaboração de esquemas alternativos de hibridações.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

- Avaliar e selecionar genótipos de morangueiro com características produtivas e de qualidade de frutos que os tornem aptos ao cultivo no Planalto Sul Catarinense e, possivelmente, em outros polos produtores brasileiros.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar as principais características agronômicas de genótipos de morangueiro provenientes do CREA-OFA-FRF (Itália), relativas à produtividade, aproveitamento dos frutos produzidos e qualidade físico-química dos frutos, nas condições do Planalto Sul Catarinense.

- Verificar o potencial de utilização em escala comercial de seleções avançadas de morangueiro selecionadas no CAV-UDESC.

- Identificar as características fenotípicas e os genótipos que mais contribuem para a geração de variabilidade genética dentro da população avaliada na região de estudo.

- Agrupar os acessos pertencentes à referida população com base em caracteres morfoagronômicos.

1.2 HIPÓTESES

- Cultivares e seleções avançadas de morangueiro, desenvolvidas no programa de melhoramento genético do CREA-OFA-FRF, da Itália, possuem aptidão para o cultivo em escala comercial no Planalto Sul Catarinense, com atributos de produção e qualidade de frutos semelhantes ou superiores às tradicionais cultivares norte-americanas.

- Seleções de morangueiro selecionadas no programa de melhoramento genético do CAV-UDESC apresentam características de produção, qualidade de frutos e resistência às principais doenças da cultura que os tornam aptos para o cultivo no Planalto Sul Catarinense.

- As cultivares e seleções avaliadas na região de estudo apresentam variabilidade genética suficiente entre si para permitir a elaboração de um esquema de hibridações que possibilite a obtenção de progênies promissoras.

1.3 JUSTIFICATIVA

Em nível nacional, a produção de morangos é uma atividade que tem crescido em importância e despertado um interesse cada vez maior por parte de produtores rurais. Além do incremento na área cultivada e volume produzido nos principais polos produtores, a cultura está se expandindo para regiões que não apresentam tradição nesta atividade. Em muitos municípios nos quais o cultivo de morango se faz presente, frequentemente esta se torna a principal atividade econômica no setor primário, sendo responsável por geração de emprego e renda no campo e contribuindo para a redução do êxodo rural. Entretanto, a cadeia produtiva de morangos sofre alguns entraves, dentre os quais a dependência de cultivares importadas figura como um dos mais relevantes.

Diante dessa problemática, propõe-se obter um incremento na disponibilidade de cultivares para os produtores do Planalto Sul Catarinense, e possivelmente também para outras regiões produtoras, por meio de duas estratégias viáveis. Neste caso, uma delas consiste em caracterizar cultivares e seleções provenientes de outros institutos de pesquisa, como é o caso do CREA-OFA-FRF, quanto ao desempenho agronômico nas condições ambientais do local de estudo, para averiguar se estes genótipos têm potencial para cultivo em escala comercial. O outro procedimento é a obtenção e seleção de genótipos promissores desenvolvidos na própria região onde o estudo é realizado. Por meio deste trabalho de melhoramento, pretende-se obter seleções com aptidão para o cultivo comercial no Planalto Sul Catarinense, e possivelmente também para outros polos produtores brasileiros.

O estudo de dissimilaridade genética entre os genótipos avaliados poderá fornecer informações úteis no planejamento de novos esquemas de hibridações para serem incluídas no programa de melhoramento genético de morango do CAV-UDESC, pois as combinações entre os acessos mais divergentes são aquelas com as quais existe maior probabilidade de obter progênies com as características almejadas, em razão do efeito de heterose.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MORANGUEIRO – APRESENTAÇÃO E IMPORTÂNCIA

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma espécie agrícola de importância mundial, sendo apreciada nas mais diversas formas, *in natura* ou industrializada (COELHO JÚNIOR, 2013). Esta espécie pode ser classificada também como uma hortaliça, em razão do seu pequeno porte e pelo fato de ser cultivada como anual, na maior parte do mundo. No Brasil, o cultivo de morangueiro é realizado notadamente em propriedades de pequeno e médio porte, as quais utilizam mão-de-obra familiar. As áreas ocupadas com a cultura dentro destas propriedades normalmente oscilam entre 0,2 e 2 hectares (FAGHERAZZI et al., 2014). O morangueiro também possibilita um expressivo retorno econômico por área de cultivo em comparação com a maioria das culturas agrícolas. Souza; Garcia (2013), por exemplo, relatam valores de receita bruta 159 e 112% maiores do que o custo de produção, para os sistemas de produção orgânico e convencional, respectivamente, nas condições do estado do Espírito Santo.

No ano de 2016, a China ocupou o primeiro lugar na produção mundial de morangos, com 3.793.864 toneladas produzidas, seguida de Estados Unidos (1.420.570 t), México (468.248 t), Egito (464.958 t) e Turquia (415.150 t) (FAO, 2018). No mesmo ano, em território nacional foram produzidas aproximadamente 155.440 toneladas de morangos em 4.300 hectares, resultando em uma produtividade média de 36,1 t ha⁻¹ (FAGHERAZZI et al., 2016).

As principais regiões brasileiras produtoras de morangos estão localizadas entre os paralelos 15° e 32° de latitude Sul. O principal estado brasileiro produtor de morangos é Minas Gerais, aonde se destacam municípios localizados principalmente no Sul deste estado, como Pouso Alegre, Estiva, Cambuí e Senador Amaral. Outros estados que se destacam na produção de morangos, com os respectivos polos produtores, são os seguintes: Rio Grande do Sul (Vale do Caí, Serra Gaúcha, Campos de Cima da Serra e o Sul do Estado); Paraná (Região Metropolitana de Curitiba, e alguns municípios do Sudeste, Norte e Oeste deste Estado); São Paulo (Sul e Sudeste, e região de Campinas); Santa Catarina (Grande Florianópolis e Planalto Sul); Distrito Federal (região administrativa de Brazlândia); Rio de Janeiro (Região Serrana) e Espírito Santo (Região Serrana) (FAGHERAZZI et al., 2014). Nos últimos anos, a

produção de morangos tem migrado para polos produtores não tradicionais, como é o caso da Chapada Diamantina, na Bahia, e da Serra da Ibiapaba, no Ceará. Nestas localidades, o moranguero se configura como uma opção de renda adicional para os produtores, em complemento aos cultivos do tomateiro e batata, culturas tradicionais nestas regiões (BRAINER et al., 2015).

No estado de Santa Catarina, a maior parte do volume produzido de morangos é colhida entre o final de inverno e a primavera, principalmente na Grande Florianópolis, embora se tenha verificado um incremento na produção nos meses de verão, nas regiões de maior altitude (FAGHERAZZI et al., 2014). No ano de 2015, em Santa Catarina, foram produzidas 9.914 t de morangos em 224,8 ha de área cultivada (ROJAS MOLINA, 2016). De acordo com a mesma autora, os maiores volumes produzidos foram observados, em ordem decrescente, nas regiões da Grande Florianópolis, Planalto Sul, Alto Vale do Rio do Peixe, Litoral Sul e Planalto Norte, sendo que apenas na região do Litoral Norte não foi registrada produção de morangos naquele ano.

Brugnara et al. (2017), avaliando 13 cultivares de moranguero na mesorregião do Oeste Catarinense, verificaram maiores potenciais produtivos nas cultivares Camarosa, Tangi e Strawberry Festival, com produtividades esperadas entre 30 e 60 t ha⁻¹. Os mesmos autores obtiveram melhores níveis de resistência à mancha-de-micosferela com as cultivares Camarosa, Camino Real e Strawberry Festival.

No Brasil, já se cultivavam morangueros silvestres para consumo próprio desde o século XIX (SPECHT, 2014). O cultivo em escala comercial teve início por volta de 1950, nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. Em São Paulo, a atividade foi iniciada em municípios como Suzano, Itaquera, Jundiaí, Valinhos, Campinas e Atibaia. No Rio Grande do Sul, a região pioneira na produção de morangos foi o Vale do Rio Caí, na qual se destacam municípios de Feliz e Bom Princípio (CASTRO, 2004). As primeiras cultivares utilizadas no Brasil eram europeias e norte-americanas. A falta de adaptação destas cultivares às condições brasileiras fazia com que as produtividades obtidas fossem baixas. Também contribuía para os baixos rendimentos a falta de técnicas aprimoradas de cultivo, sendo que a ausência de cultivo protegido, a utilização de palhadas vegetais como cobertura de solo e a irrigação manual eram práticas comuns (SPECHT, 2014).

A produção brasileira de morangos começou a se expandir com a criação das primeiras cultivares nacionais, desenvolvidas no Instituto Agronômico de Campinas

(IAC), em Campinas, SP, e na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS. A cultivar Campinas, desenvolvida no IAC por volta de 1960 constituiu um marco na história da produção de morangos no Brasil, sendo adaptada às condições edafoclimáticas dos principais pólos produtores de então. Com esta cultivar foi possível obter bons rendimentos e frutos aptos ao consumo *in natura*. No entanto, desde 1999, não foram lançadas novas cultivares nacionais de morangos. O programa de melhoramento da Embrapa Clima Temperado sofreu descontinuidade no final da década de 1990, sendo retomado em 2008. Já as pesquisas nesta área no IAC foram mantidas, mas sem o lançamento de novas cultivares (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

2.2 MORANGUEIRO – BOTÂNICA

O morangueiro cultivado comercialmente nos dias atuais foi resultado da hibridação de duas espécies silvestres octoploidies: *Fragaria virginiana*, originária da América do Norte, e *Fragaria chiloensis*, proveniente da América do Sul. A hibridação entre estas duas espécies foi realizada no século XVIII, graças ao trabalho de um marinheiro francês que introduziu plantas de *F. chiloensis* na Europa, aonde *F. virginiana* já era cultivada em alguns jardins e hortas caseiras. O resultado desta hibridação foram plantas altamente produtivas, que produziam frutos graúdos e de alta qualidade. A partir daí, surgiu o morangueiro cultivado atual (*Fragaria x ananassa* Duch.) (BUCCI; FAEDI; BARUZZI, 2010; KOSKELA, 2016). A constituição cromossômica desta espécie é $2n = 8x = 56$, com número básico de cromossomos igual a 7. No gênero *Fragaria*, são conhecidas doze espécies diploides ($2n = 2x = 14$), cinco tetraploidies ($2n = 4x = 28$), uma hexaploide ($2n = 6x = 42$), duas octoploidies ($2n = 8x = 56$), uma decaploide ($2n = 10x = 70$), além de algumas espécies híbridas (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

As espécies *F. virginiana* e *F. chiloensis* são as únicas octoploidies silvestres dentro do gênero *Fragaria*. O centro de origem de *F. virginiana* abrange uma área que se estende desde o nordeste dos Estados Unidos até a província da Colúmbia Britânica, no Canadá. Nesta faixa geográfica, ocorrem quatro subespécies: *F. virginiana* spp. *glaucia*, *F. virginiana* spp. *grayana*, *F. virginiana* spp. *platypetala* e *F. virginiana* spp. *virginiana* (LISTON et al., 2014). Esta espécie se caracteriza por produzir elevado número de frutos de cor vermelha. A resistência ao frio, a ampla adaptabilidade a diversas condições ambientais e a presença de frutos com elevado

teor de sólidos solúveis continuam fazendo de *F. virginiana* uma boa fonte de genes de interesse para os programas de melhoramento genético (NJUGUNA, 2010).

A espécie *F. chiloensis*, por sua vez, é originária de áreas localizadas próximas à Costa do Pacífico, em regiões temperadas das Américas do Sul e do Norte, tendo sido primeiramente domesticada no Chile (HEIDE; STAVANG; SØNSTEBY, 2013). Nesta espécie, algumas plantas podem produzir frutos esbranquiçados. Em programas de melhoramento, *F. chiloensis* pode servir como fonte de genes para resistência ao frio, à salinidade, viroses e doenças fúngicas de solo (NJUGUNA, 2010).

Na natureza, as espécies silvestres de morangueiros se comportam como perenes, com sucessivos ciclos de crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e dormência. O morangueiro cultivado, entretanto, é manejado como cultura anual, devido ao elevado acúmulo de doenças de um ciclo para o outro (FRANQUEZ, 2008). O sistema radicular é fasciculado, apesar de botanicamente o morangueiro ser classificado como dicotiledônea. O comprimento das raízes maiores chega a 60 cm, embora a maior parte do volume do sistema radicular concentre-se nos primeiros 10 cm do perfil do solo. Existem as raízes primárias, com a principal finalidade de sustentação da planta, e muitas raízes secundárias e radicelas, as quais são responsáveis pela absorção de água e nutrientes (MACHADO, 2016).

O morangueiro possui dois tipos de caule, sendo que o principal é chamado de ‘coroa’. Esta é formada por várias subdivisões, e na parte superior da coroa encontram-se as gemas que originam todas as estruturas da parte aérea. O segundo tipo de caule do morangueiro são os estolões, o qual constitui uma estrutura rasteira, que se forma em série. Ou seja, da planta mãe são emitidos alguns estolões, que por sua vez originam outros estolões, e assim sucessivamente (FRANQUEZ, 2008; BUCCI; FAEDI; BARUZZI, 2010; COELHO JÚNIOR, 2013). As folhas do morangueiro, por sua vez, são trifoliadas, com folíolos de bordos recortados, os quais contêm elevado número de estômatos, de 300 a 400 por milímetro quadrado. Algumas cultivares apresentam folhas com quatro ou cinco folíolos (MACHADO, 2016).

A inflorescência do morangueiro é classificada como ‘cimeira dicotômica’. Trata-se de uma estrutura composta por um pedúnculo principal, que constitui o eixo primário, do qual se origina a maior flor da inflorescência. Do eixo primário são emitidos dois eixos secundários, a partir dos quais se formam as flores secundárias, e assim sucessivamente, até as flores quaternárias. As flores são andrógenas, ou

seja, contém estruturas masculinas e femininas. A parte masculina é composta por numerosos estames e a parte feminina por centenas de pistilos, sendo que cada pistilo contém um ovário em sua base (QUEIROZ-VOLTAN et al., 1996).

Embora a autofecundação seja possível, uma produção comercial volumosa e de qualidade é favorecida pela presença de insetos polinizadores na área, notadamente abelhas e vespas (MAGALHÃES-BRAGA; KLEINERT, 2007). A parte comercializável do morangueiro é um pseudofruto, o qual é resultado do desenvolvimento do receptáculo floral. Os verdadeiros frutos são os aquênios, que são pequenos frutos secos indeiscentes, dispostos ao redor do receptáculo floral, sendo que cada aquênia contém uma semente botânica em seu interior (VIGNOLO et al., 2016).

Os aquênios possuem coloração variável de acordo com a cultivar, podendo ser amarelos, vermelhos ou amarronzados. A fecundação dos pistilos é necessária para a formação da semente botânica e para o desenvolvimento do receptáculo no local aonde o pistilo está presente. Assim, quanto maior o número de pistilos fertilizados, maior o número de aquênios formados e, consequentemente, maior o desenvolvimento do pseudofruto. A ausência de fertilização de alguns pistilos resulta na obtenção de frutos deformados. E, caso os aquênios sejam todos retirados do pseudofruto ainda imaturo, o mesmo não se desenvolve (MAGALHÃES-BRAGA; KLEINERT, 2007; COELHO JÚNIOR, 2013).

A estrutura utilizada na propagação do morangueiro e implantação de lavouras a nível comercial são os estolões (FRANQUEZ, 2008). As sementes botânicas são utilizadas apenas com finalidade de melhoramento genético, quando se plantam sementes originárias de hibridações controladas (WAGNER JÚNIOR, 2000; GALVÃO, 2014).

O ciclo do morangueiro envolve uma série de etapas vegetativas e reprodutivas. As etapas vegetativas compreendem o enraizamento das mudas, emissão das folhas e formação das coroas secundárias. A fase reprodutiva, por sua vez, engloba a floração e a frutificação do morangueiro (KOSKELA, 2016). O florescimento envolve quatro etapas principais: indução, iniciação, diferenciação e desenvolvimento floral ou antese. A indução floral caracteriza-se pela recepção dos estímulos ambientais corretos (temperatura e fotoperíodo indutores) a partir das folhas, aonde são produzidos os fitohormônios que enviam o sinal para os meristemas apicais iniciarem a formação das flores. A iniciação caracteriza-se por mudanças

físicas e químicas que ocorrem no meristema que recebeu o estímulo indutor. A diferenciação é a formação de partes florais microscópicas no interior da gema induzida. E a antese é o desenvolvimento dos órgãos florais de forma a torná-los visíveis (ANTUNES et al., 2006).

A duração do período de frutificação e colheita é variável de acordo com a cultivar e o local de cultivo. Em condições naturais, após o término do período produtivo, a planta diminui a sua atividade metabólica até entrar na fase de dormência hibernal. O moranguero não chega a perder todas as suas folhas, como ocorre em espécies de clima temperado cultivadas como perenes, mas apresenta as folhas mais velhas secas e prostradas, e as folhas mais novas menores e os pecíolos mais curtos (FRANQUEZ, 2008; GONÇALVES et al., 2016 a).

2.3 EXIGÊNCIAS AMBIENTAIS

O moranguero responde principalmente a dois fatores ambientais no que diz respeito à entrada na fase reprodutiva: fotoperíodo e temperatura, e à interação entre estes fatores (HEIDE; STAVANG; SØNSTEBY, 2013). Assim como outras espécies frutíferas de clima temperado, o moranguero precisa acumular um determinado número de horas de frio para superar a dormência hibernal e iniciar uma nova fase vegetativa (GONÇALVES et al., 2016 a).

Para a maioria das cultivares de moranguero, este número varia de 380 a 720 horas com temperaturas abaixo de 7,2°C (WREGE et al., 2007). Estas horas de frio podem ser acumuladas no campo de produção de mudas ou na câmara fria. Verdial (2004) verificou que a manutenção de mudas por um período de 28 dias em câmara fria a 10°C incrementou a produção de flores e frutos, em ensaios conduzidos em Piracicaba/SP e Caldas/MG. Oliveira; Scivittaro (2009) avaliaram o desempenho produtivo de plantas da cultivar Camarosa, provenientes de mudas produzidas no Chile, aonde as condições dos viveiros permitem o suficiente acúmulo de horas de frio, e de mudas brasileiras, submetidas a diferentes períodos de vernalização. Estes autores verificaram que as mudas nacionais mantidas em câmara fria por períodos de 21 a 24 dias resultaram em plantas com desempenho produtivo semelhante às plantas provenientes de mudas chilenas, confirmando a importância do adequado acúmulo de horas de frio na promoção de índices produtivos elevados.

Durante o período de dormência, as plantas de morangueiro acumulam carboidratos de reserva nas raízes, pecíolos, folhas e principalmente nas coroas. Estas substâncias de reserva constituem a fonte de energia utilizada na saída da dormência hibernal e início da nova fase de brotação e frutificação (GONÇALVES et al., 2016 a).

A exigência em horas de frio é o critério utilizado para classificar as cultivares de morangueiro em precoces, de ciclo mediano e tardio, das menos para as mais exigentes em horas de frio. Entretanto, há cultivares com exigência de acúmulo de frio abaixo de 100 horas, ou mesmo que não apresentam dormência, permitindo o início das colheitas no outono-inverno. Este fato é comum especialmente em cultivares de dia neutro, normalmente menos exigentes em frio do que as de dia curto. Quando o acúmulo de horas de frio é insuficiente, o resultado são plantas com baixo vigor e pouco produtivas, devido à baixa produção de substâncias de reserva. Em contrapartida, excessiva exposição ao frio resulta em plantas com crescimento vegetativo exuberante e elevada produção de estolões, fatores que também reduzem a produção de frutos (FRANQUEZ, 2008).

A resposta ao fotoperíodo no que diz respeito à entrada na fase reprodutiva é fator utilizado para classificar as cultivares de morangueiro em três grandes grupos: dia curto (DC), dia neutro (DN) e dia longo (DL) (HONJO et al., 2016). As cultivares de DC realizam a indução floral mais eficientemente sob fotoperíodos abaixo de 12 horas. Entretanto, a reação ao fotoperíodo nestas cultivares é dependente da temperatura. Assim, sob temperaturas abaixo de 15°C, estas cultivares podem induzir flores independentemente do fotoperíodo. Por outro lado, quanto mais elevada a temperatura, menor deve ser o fotoperíodo para possibilitar a indução floral nestas cultivares (FRANQUEZ, 2008). Em condições de dia curto, a faixa ótima de temperatura para a indução floral nas cultivares de DC situa-se entre 14°C e 20°C, sendo que temperaturas acima de 24°C podem inibir o florescimento nestas cultivares, independentemente do fotoperíodo (KOSKELA, 2016).

Os genótipos de DL, por outro lado, induzem flores quando o fotoperíodo é superior a 12 horas, florescendo e frutificando por longos períodos durante a primavera e o verão, em países de clima temperado. Na atualidade, as cultivares de DL apresentam pouca relevância em nível comercial (GONÇALVES et al., 2016 a). As cultivares de DN, por sua vez, não dependem do fotoperíodo para que ocorra a indução floral, sendo influenciadas apenas pela temperatura. Assim, nestas cultivares

a indução floral acontece sempre quando a temperatura situa-se entre 10°C e 25°C, sendo o ideal entre 15°C e 20°C. Algumas cultivares mais resistentes ao calor podem continuar induzindo flores até enquanto a temperatura ambiente não ultrapassa o valor de 28°C (FRANQUEZ, 2008).

É importante ressaltar que a reação ao fotoperíodo para a ocorrência da indução floral no morangueiro é uma característica quantitativa, que pode ser controlada por vários genes, e que portanto, a classificação descrita não obedece a critérios rígidos (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008). Assim, muitas cultivares de DC podem ser descritas como de DC facultativas, pois seu florescimento independe do fotoperíodo sob temperaturas inferiores a 14°C ou 15°C. Adicionalmente, cada cultivar pertencente a este grupo possui a sua própria faixa ótima de interação entre temperatura e fotoperíodo para favorecer a indução floral (HEIDE; STAVANG; SØNSTEBY, 2013). Por outro lado, cultivares de DL e DN também apresentam variações nas expressões destas características, bem como nas faixas de temperaturas consideradas ótimas para o florescimento (KOSKELA, 2016).

2.4 ESCOLHA DA CULTIVAR

A escolha correta das cultivares é um dos fatores mais decisivos no sucesso da atividade de produção de morangos. A cultivar precisa ser adaptada às condições de solo e clima locais, resistente às principais pragas e doenças da cultura, adaptar-se ao manejo empregado e possuir frutos com qualidade e durabilidade que viabilizem a comercialização em larga escala. O erro na escolha das cultivares pode tornar a atividade inviável, mesmo que haja mercado consumidor e que todos os tratos culturais sejam realizados da melhor maneira possível (ANTUNES et al., 2010).

A opção por uma determinada cultivar interfere em vários aspectos da cadeia produtiva, tais como fertilização, adequação do espaçamento, sistema de cultivo, tratamentos fitossanitários, período de colheita e aptidão para comercialização (mesa ou indústria). A escolha também deve levar em conta as exigências fisiológicas da cultivar, notadamente a resposta ao fotoperíodo e temperatura, e a exigência em horas de frio (ANTUNES; PERES, 2013).

Quando se realiza a introdução de novas cultivares, é recomendável realizar ensaios de adaptabilidade com as mesmas, por pelo menos três anos, confrontando-as com genótipos já utilizadas na região. Se as cultivares introduzidas expressarem

resultados de produtividade e qualidade de frutos que atendam as exigências de produtores e consumidores locais, as mesmas poderão ser recomendadas para a região (ANTUNES et al., 2010). No Brasil, a introdução de novas cultivares é normalmente realizada sem estudos prévios de adaptabilidade. Esta prática pode resultar em prejuízos aos produtores, pois os novos materiais podem não expressar todo o seu potencial agronômico, ou mesmo apresentar suscetibilidade a pragas e doenças, dificultando o seu manejo (PÁDUA et al., 2015 a).

A adaptabilidade de cultivares de morangueiro é um fator complexo, o qual ocorre em função da cultivar, do ambiente de cultivo e do ano agrícola, bem como das interações entre estes componentes (COSTA et al., 2015). Uma determinada cultivar pode apresentar boa performance em um local de cultivo, mas não obter o mesmo desempenho em outra região. Até mesmo em um ambiente no qual uma cultivar foi bem avaliada em um ciclo produtivo, o resultado pode ser adverso no ciclo seguinte. Isto ocorre porque o desempenho agronômico de genótipos de morangueiro depende de uma série de fatores ambientais difíceis de controlar, como as oscilações de temperatura e umidade, distribuição da precipitação e intensidade de radiação solar (COCCO et al., 2015). Estes fatores, além de variarem entre locais, podem oscilar muito através de diferentes anos dentro de um mesmo local. Sendo assim, somente com experimentos bem conduzidos em diferentes anos e locais, e métodos de avaliação que estimem a contribuição dos fatores genótipo, ambiente, e interação genótipos x ambientes no desempenho agronômico, é que se pode ter segurança na recomendação de uma cultivar para determinada região (COSTA et al., 2015; 2016).

2.5 CARACTERIZAÇÃO DAS CULTIVARES UTILIZADAS NESTE TRABALHO

2.5.1 Cultivares de dia curto (DC)

2.5.1.1 *Benicia*

Cultivar proveniente da Universidade da Califórnia (EUA), lançada em 2009. Suas plantas são vigorosas. Se adapta bem a regiões de clima subtropical e mediterrâneo. O potencial produtivo, na região de origem desta cultivar, é elevado, superior ao da cultivar Camarosa. Os frutos possuem forma cônica, podem chegar a

mais de 30 gramas, com coloração da polpa e da epiderme vermelha intensa, e prestam-se ao consumo *in natura* e à industrialização. Esta cultivar é suscetível à antracnose (*Colletotrichum acutatum*) e à murcha de verticillium (*Verticillium dahliae*). Entretanto, é tolerante ao ácaro-rajado, quando bem manejada (SHAW; LARSON, 2012).

2.5.1.2 Camarosa

Cultivar de dia curto, originária da Universidade da Califórnia (EUA), e lançada em 1994. É uma das cultivares mais plantadas do mundo. É altamente produtiva, produz frutos com elevada massa média (CAMARGO et al., 2009; ANTUNES et al., 2010; OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2011) e de formato cônico levemente achatado no ápice (VOTH; SHAW; BRINGHURST, 1994). Se adapta bem ao cultivo em ambiente protegido (CALVETE et al., 2010; RESENDE et al., 2010). Possui boa adaptabilidade, tendo apresentado desempenho produtivo e qualitativo favorável em diversas regiões produtoras brasileiras (COSTA et al., 2015; PÁDUA et al., 2015a). Os frutos apresentam boa relação açúcar / acidez, sendo indicados para o consumo *in natura* (CALVETE et al., 2010). Apresenta, entretanto, suscetibilidade à mancha-de-micosferela (*Mycosphaerella fragariae*) (NESI et al., 2013). Nas condições de Lages-SC, esta cultivar apresentou maior soma térmica para completar o ciclo em comparação com as cultivares Albion e Camino Real (TAZZO et al., 2015).

2.5.1.3 Camino Real

Desenvolvida na Universidade da Califórnia e registrada a nível comercial em 2004. Produz frutos com massa média acima de 20 gramas (CHANDLER; SUMLER; RONDON, 2005; OLIVEIRA et al., 2008) e apresenta boa capacidade produtiva, quando bem manejada (OLIVEIRA et al., 2008). As plantas são compactas, eretas, e menos vigorosas em comparação com a cultivar Camarosa. Os frutos podem ser direcionados ao mercado *in natura* e ao processamento industrial. Outra característica inerente à cultivar é o elevado aproveitamento dos frutos produzidos, com baixa porcentagem de frutos de descarte (SHAW; LARSON, 2002). Ainda de acordo com os mesmos autores, é considerada suscetível à mancha-de-micosferela (*Ramularia tulasnei*) e ao oídio (*Sphaeroteca macularis*) e resistente à murcha-de-verticillium

(*Verticillium dahliae*), à podridão da coroa (*Phytophthora cactorum*) e moderadamente resistente à antracnose (*Colletotrichum acutatum*). Esta cultivar apresenta bons níveis de resistência ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), em razão da elevada presença de tricomas na superfície dos folíolos (FIGUEIREDO et al., 2013). Em Lages-SC, com esta cultivar se obteve datas de floração e início de colheita de frutos mais tardias em relação às cultivares Albion e San Andreas (TAZZO et al., 2015).

2.5.1.4 *Jonica*

Cultivar de dia curto, desenvolvida no CREA-OFA-FRF (Itália). Foi registrada para comercialização de mudas no Brasil em 2016, por intermédio do convênio entre o CREA-OFA-FRF e a UDESC. Suas plantas apresentam vigor intermediário. É considerada precoce para entrar em produção e possui baixa exigência em horas de frio. Seus frutos são de tamanho médio, cônicos, bastante doces, com boa firmeza de polpa e aspecto externo atrativo. Quando bem manejada, possui elevada capacidade produtiva. Uma característica marcante desta cultivar é a permanência das pétalas nos frutos mesmo após a maturação (FAEDI et al., 2013). No Planalto Sul Catarinense, Fagherazzi (2017) obteve uma produtividade total de 38,4 t ha⁻¹, valor parecido com a média brasileira de produtividade de morangos (FAGHERAZZI et al., 2016).

2.5.1.5 *Pircinque*

Cultivar de dia curto, desenvolvida no CREA-OFA-FRF, da Itália. Foi registrada para comercialização de mudas no Brasil em 2016, por meio de acordo entre o CREA-OFA-FRF e a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Caracteriza-se por apresentar plantas vigorosas, com entradas precoces em produção, e baixa exigência em frio hibernal para o florescimento e a frutificação. Os frutos ficam expostos no dossel da planta, e frequentemente se dispõem individualmente, fato este que facilita a colheita e contribui para manter o tamanho elevado dos frutos ao longo da safra (FAGHERAZZI, 2017).

Esta cultivar enquadra-se no grupo caracterizado como “super doce”. Seus frutos são grandes, cônicos e firmes. Os níveis de produtividade situam-se em torno de 1 kg de frutos por planta, patamar considerado adequado para proporcionar uma

boa rentabilidade ao produtor. Com exceção da suscetibilidade à podridão dos frutos causada por *Botrytis* spp., esta cultivar é rústica, apresentando tolerância à maioria das doenças que comumente acometem a cultura do morangueiro, fato que a torna adaptada ao cultivo orgânico (FAEDI; BARUZZI, 2013). Esta rusticidade foi observada nas condições de Lages-SC, na qual a cultivar Pircinque apresentou maior porcentagem da produção classificada como comercial e de sobrevivência de plantas ao final do ciclo em relação à cultivar San Andreas, em solo de replantio (ZANIN et al., 2017).

2.5.1.6 *Sabrina*

Cultivar obtida na empresa privada Plantas de Navarra S. A. (Planasa S. A.), em Pamplona, na Espanha, em 2010. Esta cultivar possui baixo requerimento em horas de frio para indução ao florescimento. Suas flores produzem grande quantidade de pólen, o que resulta em elevada taxa de autofecundação e baixa produção de frutos deformados. Nas condições onde foi obtida, seu potencial produtivo se mostrou superior ao das cultivares Camarosa e Sabrosa Candonga, com as quais apresenta várias semelhanças em termos de morfologia e fenologia. Os frutos possuem epiderme com brilho e coloração que tende ao vermelho escuro, muito atrativa. O teor de sólidos solúveis e a relação sólidos solúveis / acidez titulável não são elevados, porém são considerados suficientes para permitir a comercialização *in natura* (PIERRON-DARBONNE, 2010).

2.5.2 Cultivares de dia neutro (DN)

2.5.2.1 *Albion*

Cultivar proveniente da Universidade da Califórnia e lançada no mercado em 2006. Suas plantas apresentam arquitetura compacta e aberta, fator que facilita a colheita. Os frutos são grandes, podendo chegar a mais de 30 gramas, possuem sabor agradável e servem ao consumo *in natura* (SHAW, 2004). Esta cultivar é considerada fraca a moderada quanto à expressão da neutralidade ao fotoperíodo. Caracteriza-se por possuir um período de produção prolongado e estável, sem grandes picos produtivos ou quedas bruscas na produção (SHAW; LARSON, 2005). É resistente a

Phytophthora spp. (SHAW, 2004), e suscetível a *Botrytis* spp. (PÁDUA et al., 2015 a). A neutralidade ao fotoperíodo permite que com essa cultivar se possa obter produção mesmo durante o verão, em algumas localidades do sul do Brasil (MARTINS et al., 2011; ANTUNES, 2013). Em Lages-SC, Richter et al. (2018) obtiveram uma produção total acima de 1 kg planta⁻¹ com esta cultivar, em sistema de plantio no solo em estufa, e de pouco mais de 600 g planta⁻¹, no sistema de cultivo semi-hidropônico. Utilizando cultivo no solo em sistema de túneis baixos, Fagherazzi (2017) obteve com Albion o maior aproveitamento de frutos, com 94,2% da produção classificada como comercial.

2.5.2.2 Aromas

Cultivar desenvolvida na Universidade da Califórnia, e disponibilizada em 1998. Logo após sua introdução no Brasil, foi bem aceita pelos produtores, chegando a liderar a produção de morangos de dia neutro no país (FAGHERAZZI, 2017). Seus frutos apresentam aparência externa atrativa, com bom tamanho e coloração vermelho brilhante. É considerada pelos obtentores como suscetível à mancha-de-micosferela (*Ramularia tulasnei*), e à murcha de verticillium (*Verticillium dahliae*), e moderadamente resistente ao ódio (*Sphaeroteca macularis*) e à antracnose (*Colletotrichum acutatum*) (SHAW, 1998). A planta é produtiva, possui hábito de crescimento ereto, e seus frutos podem ser destinados ao mercado *in natura* e industrialização (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2011). No Planalto Sul Catarinense, Fagherazzi (2013) obteve com esta cultivar um auge de produção nos meses de novembro e dezembro, mas que ainda se manteve acima de 100 g planta⁻¹ por mês, até o mês de abril.

2.5.2.3 Írma

Obtida por meio de um trabalho conjunto que contou com a participação do instituto de pesquisa em fruticultura de Forlì, na Itália (CREA-OFA-FRF) e da cooperativa ApoScaligera, de Verona, também na Itália. Possui elevada capacidade de reflorescimento, o que a torna apta a longos períodos de colheita, que podem atravessar os meses de verão e chegar ao início do outono, nas regiões para as quais esta cultivar se mostra adaptada (FAEDI et al., 2004).

2.5.2.4 Monterey

Desenvolvida na Universidade da Califórnia, e disponibilizada comercialmente em 2009. É considerada fraca a moderada na expressão da neutralidade ao fotoperíodo. Apresenta plantas vigorosas, as quais produzem frutos grandes, firmes e doces, de ótima qualidade (SHAW; LARSON, 2009 a). Possui boa tolerância à antracnose (*Colletotrichum acutatum*), murcha de verticillium (*Verticillium dahliae*) e ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), quando bem manejada, porém é suscetível ao oídio (*Sphaerotheca macularis*) (GONÇALVES et al., 2016 b). No Planalto Sul Catarinense, Fagherazzi (2017) verificou com esta cultivar uma combinação de elevada massa fresca média e baixo percentual de frutos deformados.

2.5.2.5 Portola

Obtida na Universidade da Califórnia, e lançada em 2009. As plantas possuem vigor médio e elevado potencial produtivo, devido à alta capacidade de diferenciação floral, e produz frutos de elevada massa média, com qualidade sensorial semelhante à Albion, porém com a epiderme mais clara. Apresenta-se moderadamente resistente à antracnose (*Colletotrichum acutatum*), oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) e murcha de verticillium (*Verticillium dahliae*), e altamente resistente à podridão do colo (*Phytophthora cactorum*) e à mancha-de-micosferela (*Ramularia tulasnei*). Os aspectos qualitativos dos frutos são considerados adequados para a comercialização *in natura* (SHAW; LARSON, 2009 b). No Planalto Sul Catarinense, Fagherazzi (2013) obteve com esta cultivar um pico produtivo no mês de janeiro, mês este que proporciona bons preços de venda, a nível nacional.

2.5.2.6 San Andreas

Cultivar de dia neutro, originária da Universidade da Califórnia e disponibilizada em 2009. Possui elevada produtividade, frutos graúdos e com bons atributos de qualidade, sendo próprios para a comercialização *in natura*. É moderadamente resistente à antracnose (*Colletotrichum acutatum*), oídio (*Sphaerotheca macularis*) e murcha de *Verticillium* (*Verticillium dahliae*) e tolerante ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) (SHAW; LARSON, 2009 c). Nas condições de Lages-SC, se mostrou mais

precoce para o início do florescimento e frutificação em comparação com as cultivares Camarosa, Camino Real e Albion (TAZZO et al., 2015).

2.6 MELHORAMENTO GENÉTICO DE MORANGUEIRO NO BRASIL

O melhoramento genético do morangueiro no Brasil teve início em 1941, no Instituto Agronômico de Campinas (IAC), sob a liderança do pesquisador Leocádio de Souza Camargo. Na década de 1950, o Centro de Pesquisa em Agricultura de Clima Temperado (CPACT), da Embrapa, em Pelotas/RS, também iniciou os esforços neste sentido. No início da década de 1960 foram lançadas as primeiras cultivares brasileiras de morango. Algumas das cultivares brasileiras que prosperaram nas décadas seguintes foram: Campinas, Jundiaí, Guarani e Princesa Isabel (IAC) e Santa Clara, Vila Nova, Cascata e Konvoy-Cascata (Embrapa Clima Temperado). A obtenção de cultivares nacionais e a produção de matrizes livres de vírus permitiram a expansão da produção de morangos em nível comercial. A cultivar Campinas, por exemplo, ocupou a liderança em área plantada e volume produzido em polos produtores de São Paulo e Minas Gerais por cerca de 30 anos. Com as cultivares Cascata, Konvoy-Cascata e Princesa, por sua vez, foi possível profissionalizar a cadeia produtiva de morangos no estado do Rio Grande do Sul. As cultivares Santa Clara, Vila Nova e Burkley estiveram dentre as últimas a serem registradas em território brasileiro, na década de 1990 (CASTRO, 2004; ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2007).

Dentre as instituições brasileiras que mantêm esforços no sentido de desenvolver novas cultivares, citam-se: IAC; Embrapa Clima Temperado; Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC); Universidade Federal de Lavras (UFLA); Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO) e Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG).

Nos programas de melhoramento de morangueiro, as características mais buscadas são: a) da planta – vigor adequado, com plantas relativamente compactas, produtividade, precocidade, neutralidade ao fotoperíodo, baixo requerimento em frio, tolerância ao calor, seca e salinidade, resistência a pragas e doenças, e resistência a geadas (no caso das flores); b) do fruto (*consumo in natura*) – massa fresca elevada, formato (preferencialmente cônico ou cônico alongado), epiderme com superfície regular e coloração atrativa, polpa firme e consistente, teor alto de açúcares e elevada

relação sólidos solúveis / acidez titulável; c) do fruto (indústria) – elevada firmeza de polpa e conteúdo de açúcares, coloração interna vermelha intensa (BARONI et al., 2000; OLIVEIRA; BONOW, 2012).

A produtividade no morangueiro é determinada em função do número de frutos emitidos por planta e da massa média dos frutos. Esta última, por sua vez, é uma das características com a qual mais se obteve sucesso nos programas de melhoramento. De acordo com Whitaker et al. (2011) já se obteve um incremento médio da ordem de 2,6 g por ano para massa média de frutos nas cultivares e seleções obtidas na Universidade da Flórida, nos Estados Unidos.

O número de frutos por planta, por sua vez, é uma característica quantitativa, com variância predominantemente aditiva e epistática. Entretanto, os níveis de variância aditiva, de dominância e epistática no controle de características ligadas à produtividade em morangueiro têm apresentado grandes variações em diferentes estudos (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

A neutralidade ao fotoperíodo permite obter produção durante os meses de verão, em regiões de altitude com verão ameno, época considerada de entressafra na maioria dos polos produtores brasileiros (OTTO et al., 2009). Outro fator que tem levado ao aumento na importância das cultivares de DN é a possibilidade de prolongamento do período produtivo com estas cultivares, já que as cultivares de DC possuem uma janela de colheita limitada, especialmente em países com invernos rigorosos (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

A herança da resposta ao fotoperíodo em morangueiro é controversa. Weebadde et al. (2007) chegaram à conclusão de que esta característica é quantitativa e controlada por vários genes. Entretanto, Honjo et al. (2016) observaram que este caráter pode ser determinado por apenas um gene dominante. No entanto, a observação conjunta de trabalhos relacionados com este assunto leva à conclusão que há diversos níveis intermediários de expressão de necessidade de dias curtos ou de neutralidade ao fotoperíodo para a indução floral, sugerindo que o controle da resposta ao fotoperíodo em morangueiro é de fato quantitativo (FRANQUEZ, 2008).

Com relação às pragas, a resistência ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) tem sido a principal demanda dos programas de melhoramento vigentes. Quanto à resistência a doenças, por sua vez, esforços maiores têm sido feitos no sentido de obter cultivares resistentes à podridão por *Botrytis* (*Botrytis cinerea*), à mancha-de-micosferela (*Mycosphaerella fragariae*), oídio (*Sphaeroteca macularis*), antracnose

(*Colletotrichum fragariae* e *C. acutatum*), mancha-de-diplocarpon (*Diplocarpon earlianum*) e murcha-de-verticillium (*Verticillium dahliae*) (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Resultados de pesquisa acerca do controle da resistência a patógenos e artrópodes-praga em morangueiro têm sido altamente variáveis. A resistência à antracnose das flores e dos frutos (*C. acutatum*) é quantitativa. A resistência ao mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) também é quantitativa, com herança predominantemente aditiva. Já a tolerância e / ou suscetibilidade ao ácaro-rajado, por sua vez, é quantitativa, com variados graus de herança aditiva e de dominância (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

A firmeza do fruto e a resistência da epiderme são atributos ligados à durabilidade pós-colheita, sendo que em uma cultivar comercial espera-se que ambas sejam elevadas (CHEN et al., 2011). A coloração da epiderme é determinada pela presença de pigmentos pertencentes ao grupo das antocianinas (COCCO, 2014). No mercado para consumo *in natura*, morangos com coloração vermelha uniforme são mais bem aceitos (RESENDE et al., 2008). Já a coloração da polpa vermelha intensa é um atributo desejável em morangos destinados à industrialização (KOVAČEVIĆ et al., 2015). O sabor dos frutos é determinado pela relação sólidos solúveis / acidez titulável e, em menor grau, pelo conteúdo de compostos solúveis. Quanto maior a relação sólidos solúveis / acidez titulável, maior a possibilidade de os frutos serem bem aceitos (JOUQUAND et al., 2011). A docura dos frutos do morangueiro é determinada pelos açúcares solúveis, principalmente glicose, sacarose e frutose, enquanto a acidez titulável possui o ácido cítrico como seu principal componente (BASSON et al., 2010).

A firmeza de polpa em morangueiro é uma característica quantitativa. A acidez titulável e o teor de sólidos solúveis apresentam diferentes graus de herança aditiva e de dominância, dependendo da população que está sendo estudada. Já a coloração da epiderme dos frutos parece ser controlada por um pequeno número de genes, os quais condicionam em sua maior parte herança aditiva para este caráter (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

2.7 MÉTODOS UTILIZADOS EM MELHORAMENTO DE MORANGUEIRO

2.7.1 Hibridação

No morangueiro, o método de melhoramento mais utilizado é o da hibridação complementar entre diferentes cultivares e/ou seleções. Uma das primeiras etapas, e de maior importância, é a escolha correta dos genitores. O melhoramento de apenas uma característica de forma isolada constitui uma tarefa difícil, tendo em vista que muitas características importantes para a cultura são inversamente correlacionadas. Além disso, grande parte destas características são controladas por muitos genes, e sua herança ainda não está totalmente elucidada (FRANQUEZ, 2008). Por isso, cruzamentos envolvendo parentais homozigotos e divergentes para objetivos específicos, embora possíveis de serem realizados, são pouco utilizados no morangueiro (GALVÃO et al., 2017).

A maioria das hibridações realizadas em programas de melhoramento de morangueiro visam combinar diversas características favoráveis em uma única cultivar, com o objetivo de atender às exigências de produtores e do mercado consumidor (BARONI et al., 2000; WHITAKER et al., 2011). Sendo assim, as instituições envolvidas elaboram esquemas de hibridações contendo dezenas ou até mesmo centenas de cruzamentos biparentais, envolvendo genitores heterozigotos para as características a serem buscadas (GALVÃO, 2014).

Uma vez escolhidos os parentais, devem ser realizados os cruzamentos. A coleta de flores nos parentais masculinos é realizada quando estas se encontram no estágio de “balão”, ou seja, com as sépalas abertas e as pétalas expostas (todavia ainda fechadas). Após a coleta das flores, procede-se à retirada das anteras. Em seguida, as anteras são postas para secar por 48 horas, para promover a liberação do pólen (ver Figura 1). Este é então acondicionado em pequenos frascos de vidro ou de plástico, identificados com o nome do genitor masculino. O procedimento prático do cruzamento consiste na emasculação, ou seja, retirada das sépalas, pétalas e estames das flores da cultivar escolhida como parental feminino, e posterior deposição do pólen do parental masculino sobre os estigmas da flor emasculada, com auxílio de um pincel fino (ver Figura 2) (WAGNER JÚNIOR, 2000; HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008). Quando o clima está nublado e frio, condições que dificultam a germinação dos

grãos de pólen e a fecundação, é recomendável repetir a polinização manual no dia seguinte.

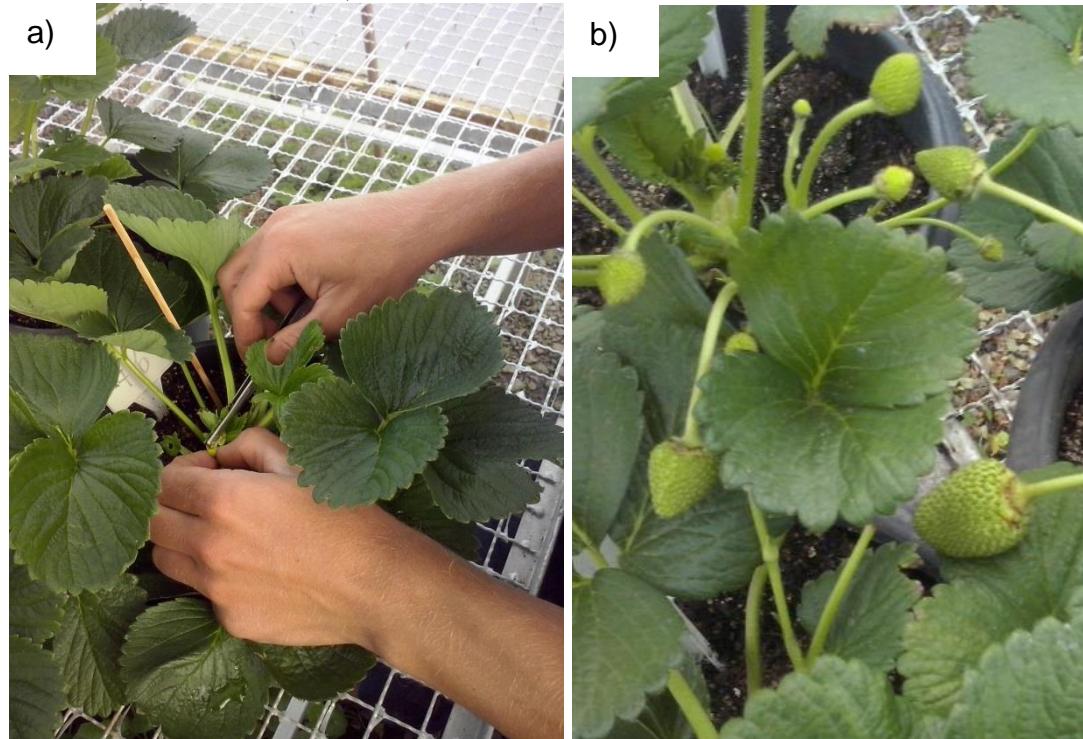
Figura 1 – Anteras de flores de morangueiro, acondicionadas em uma placa de Petri, sendo submetidas ao processo de secagem, no interior de uma câmara de fluxo laminar desligada. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os frutos dos cruzamentos devem ser colhidos completamente maduros. Quando se têm aproximadamente dez frutos por cruzamento, procede-se à extração dos aquênios, a qual é efetuada com auxílio de um liquidificador ou processador de alimentos. Em seguida, os aquênios são postos para secar em temperatura ambiente, por cerca de três dias, sendo posteriormente guardados em tubos ‘Falcon’ identificados. A quebra de dormência é realizada por estratificação, na qual os aquênios são mantidos em câmara fria sob temperatura entre 4 a 5°C por cerca de 45 dias (GALVÃO, 2014). Quando conservadas dentro de envelopes fechados e conservadas sob temperatura de 1 a 4°C e baixa umidade, as sementes do morangueiro podem se manter viáveis por até 20 anos, dependendo do genótipo (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

Figura 2 – a) Emasculação de flores para realização de cruzamentos; b) frutos provenientes de cruzamento, em fase inicial de desenvolvimento. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A germinação das sementes obtidas dos cruzamentos é normalmente realizada em casa-de-vegetação, em recipientes preenchidos com substrato comercial, para formar mudas de torrão, as quais são transplantadas para a área experimental. No campo de ‘seedlings’, os genótipos que apresentam as melhores características agronômicas recebem uma marcação, a qual pode ser feita com varetas de plástico ou estacas de madeira. As inspeções de campo prosseguem até não ser possível marcar ou selecionar novos genótipos (WAGNER JÚNIOR, 2000; HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

No primeiro ano após a realização dos cruzamentos, são obtidos milhares de genótipos F₁, dentre os quais de 1% a 5% são selecionados por características desejáveis, e assim propagados por estolões para serem submetidos à fase subsequente do processo de seleção. Na primeira etapa, cada planta constitui um genótipo distinto. No segundo ano, dezenas de acessos, agora denominados seleções avançadas, são selecionados e propagados para serem submetidas às etapas seguintes do programa, nas quais são realizados experimentos com delineamento estatístico adequado, a fim de tentar obter novas cultivares comerciais (GALVÃO, 2014).

Nas alíneas abaixo, segue uma breve descrição do processo de seleção e obtenção de novas cultivares de morangueiro, elaborada com base nas informações fornecidas por Wagner Júnior (2000):

a) 1º ano: nesta fase, cada planta corresponde a um tratamento (genótipo). São selecionadas as plantas que apresentam vigor médio, produtivas, e providas de frutos bem formados, firmes e de boa qualidade sensorial. Nesta fase, são descartadas as plantas com vigor muito abaixo do normal, o que constitui um indicativo de má adaptação, bem como os genótipos providos de folhas variegadas, característica indesejável numa cultivar comercial, presença de flores com má formação de anteras e estigmas, muito suscetíveis a doenças ou com predominância de frutos deformados;

b) 2º ano: os acessos selecionados no ano anterior são propagados por estolões, os quais são plantados em bandejas para formar mudas de torrão. No campo, os genótipos são plantados formando um ou dois blocos, com cerca de dez plantas por genótipo. Os acessos são avaliados de acordo com todos os critérios da etapa anterior, fazendo-se também uma avaliação mais criteriosa quanto à produtividade;

c) 3º ano: nesta etapa realiza-se um confronto entre os genótipos selecionados na etapa anterior utilizando-se experimentos com repetições e delineamento estatístico adequado. Avaliam-se o potencial produtivo (produção total e comercial) e a qualidade dos frutos (firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, acidez total e relação sólidos solúveis / acidez titulável), bem como outras características específicas consideradas importantes no programa de melhoramento, como neutralidade ao fotoperíodo e resistência a doenças;

d) 4º ano: os acessos remanescentes são confrontados entre si e com cultivares comerciais já utilizadas pelos produtores;

e) 5º ano: as novas seleções são submetidas a ensaios regionais. Nesta etapa inicia-se a limpeza clonal das novas variedades, para validação do germoplasma;

f) 6º ano: nesta etapa, as seleções com potencial para serem registradas como cultivares comerciais são avaliadas em pequenas lavouras demonstrativas, nas principais regiões produtoras. A instituição obtentora pode então solicitar o registro de novas cultivares no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Se tiver interesse, o obtentor pode iniciar o processo de proteção da nova cultivar. Neste caso, deve-se proceder aos testes de Distinguibilidade, Homogeneidade e

Estabilidade (DHE), de acordo com normas específicas do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) (BRASIL, 2002).

2.7.2 Seleção recorrente

Os genótipos que passam pelas etapas de seleção descritas acima, além de serem avaliados quanto ao potencial para registro como novas cultivares comerciais, podem também ser utilizados em novos cruzamentos. Assim, tais acessos podem passar por procedimentos cíclicos de escolha de parentais, hibridações, avaliações, seleção de genótipos mais promissores e novos cruzamentos. O objetivo deste método é, a cada ciclo, aumentar a frequência de alelos favoráveis para as características quantitativas. Além disso, se objetiva minimizar a endogamia, mantendo elevada a variabilidade genética. No caso do morangueiro, os genótipos são selecionados em campo, visualmente, com base em vários critérios de importância agronômica. A este método de melhoramento se dá o nome de “seleção recorrente fenotípica”, pois a seleção tem como critério apenas o fenótipo das plantas (WHITAKER et al., 2011).

Os métodos utilizados em seleção recorrente se dividem em interpopulacionais e intrapopulacionais. Os primeiros são muito úteis quando se pretende melhorar duas populações simultaneamente, com o objetivo de se obter duas linhas superiores para serem intercruzadas, explorando-se o efeito da heterose. Estes métodos são mais trabalhosos e caros. Entretanto, quando o objetivo é obter novas variedades com desempenho agronômico superior ou adaptar material exótico, os métodos intrapopulacionais são os mais indicados (VICENTINI, 2013).

Em trabalhos com seleção recorrente, os parentais escolhidos dentro da população base devem apresentar desempenho agronômico superior e variabilidade genética suficiente para proporcionar o acúmulo de alelos favoráveis e manutenção de elevada variabilidade genética por meio de sucessivas gerações. Entretanto, é difícil atender a estas duas exigências simultaneamente, tendo em vista que genitores com características agronômicas promissoras não raro sãoarentados (BORÉM, 1998).

Resultados expressivos no melhoramento de características quantitativas utilizando seleção recorrente têm sido obtidos em diversas culturas tais como arroz irrigado (CORDEIRO; RANGEL, 2011), milho-pipoca (RANGEL et al., 2011) e

maracujazeiro-amarelo (KRAUSE et al., 2012). Na cultura do morangueiro, realiza-se a seleção recorrente a partir do intercruzamento entre cultivares e / ou seleções avançadas, seguida da seleção dos melhores genótipos nas progêniens, os quais são utilizados como parentais em novos cruzamentos. Os genótipos selecionados podem ser combinados entre si ou com cultivares reconhecidamente bem adaptadas ao local de estudo e com bom desempenho agronômico (BARONI et al., 2000).

No programa de melhoramento de morangueiro da Universidade da Flórida, nos Estados Unidos, faz-se uso da seleção recorrente fenotípica, na qual características de plantas como produtividade e resistência a doenças, e atributos dos frutos como tamanho, coloração, uniformidade, textura e características ligadas à qualidade sensorial, como teor de açúcares, acidez e compostos fenólicos são levados em consideração na obtenção de seleções com potencial para virem a se tornar novas cultivares (WHITAKER et al., 2011).

3 DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MORANGUEIRO COM BASE EM CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS

3.1 RESUMO

Estudos de variabilidade genética constituem importantes bases para programas de melhoramento genético de espécies cultivadas, pois permitem obter informações muito úteis nas tomadas de decisão relativas às etapas subsequentes do programa. Objetivou-se com este trabalho estudar a divergência genética entre 16 genótipos de morangueiro, com base em caracteres morfoagronômicos. O estudo foi realizado na área experimental de fruticultura do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC), no município de Lages, SC, no ciclo agrícola 2017/2018. As cultivares e seleções foram cultivadas no solo, em campo aberto, sobre canteiros levantados com rotoencanteiradora e revestidos com filme de polietileno preto. Foram obtidas 29 variáveis, relativas a caracteres agronômicos e morfológicos. Realizou-se o procedimento multivariado de Análise de Componentes Principais (PCA), com a finalidade de identificar os genótipos e variáveis que mais contribuíram para a geração de variabilidade genética dentro da população estudada. Também se realizou a análise de agrupamento (HCA), com o objetivo de agrupar os genótipos com base na semelhança ou divergência entre os mesmos e estimar a distância genética entre as cultivares e seleções estudadas, identificando os pareamentos mais divergentes, com os quais seria possível realizar hibridações com maior efeito de heterose. As variáveis que mais contribuíram para a formação de diversidade genética dentro da população estudada foram: cor da polpa do fruto, densidade da folhagem, produção total por planta, cor da cavidade central do fruto e acidez titulável. Os genótipos que obtiveram maior participação na variabilidade total foram Sabrina, Írma, FRF PIR 256.4 e FRF 57.6. Na análise de agrupamento, foram formados quatro grupos distintos. As cultivares Írma e Sabrina foram as mais divergentes em relação à média dos genótipos, sendo indicadas como parentais em novos cruzamentos, dentro da população estudada, visando-se explorar o efeito de heterose.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch., genótipos, variabilidade, planejamento de cruzamentos.

3.2 ABSTRACT

Genetic divergence among strawberry genotypes based on morphoagronomic traits

Genetic variability studies are important bases for breeding programs, since they provide very useful information in decision-making regarding the subsequent stages of the program. This work aimed to study the genetic divergence among 16 strawberry genotypes, based on morphoagronomic characters. The study was carried out in the experimental area of fruit cultivation of the Agroveterinary Sciences Center of the State University of Santa Catarina (CAV-UDESC), in the municipality of Lages, SC, in the 2017/2018 growing season. The cultivars and selections were cultivated in the soil, in the open field, on beds prepared with the aid of an implement coupled to a tractor, and covered with black polyethylene film. We obtained 29 variables, related to agronomic and morphological characters. *Principal Component Analysis* (PCA) was carried out to identify the genotypes and variables that contributed most to the generation of genetic variability within the studied population, allowing the possible elimination of redundant variables for later studies of genetic divergence. *Cluster Analysis* (HCA) was also carried out, aiming to group the genotypes based on the similarity or divergence between them and to estimate the genetic distance between the cultivars and selections studied, identifying the most divergent pairings, with which it would be possible make crosses with high heterotic effect. The variables that most contributed to the formation of genetic diversity within the studied population were: fruit pulp color, foliage density, total yield per plant, color of the central fruit cavity and titratable acidity. The genotypes that obtained the greatest participation in the total variability, in turn, were Sabrina, Írma, FRF PIR 256.4 and FRF 57.6. In the *Cluster Analysis*, four distinct groups were formed. The cultivars Írma and Sabrina were the most divergent in relation to the average of the genotypes, being indicated as parental in new crosses, within the study population, in order to explore the heterosis effect.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch., genotypes, variability, planning of crosses.

3.3 INTRODUÇÃO

Normalmente os programas de melhoramento genético requerem a disponibilidade de um banco de germoplasma com variabilidade suficiente para permitir a obtenção de combinações híbridas capazes de gerar progêneres promissoras (BATISTA et al., 2015). O conhecimento da diversidade genética presente no germoplasma disponível é um importante auxiliar na definição das estratégias a serem adotadas para este fim (MELÃO et al., 2015). A procura por combinações híbridas altamente divergentes constitui uma ferramenta auxiliar na predição dos efeitos da heterose, por meio da qual é possível acumular alelos favoráveis para as características que constituem objetivos dos programas de melhoramento (PRAZERES; COELHO, 2016).

Em estudos de variabilidade genética dentro de populações de espécies de importância agronômica é frequente a utilização de procedimentos multivariados. Estes métodos possuem algumas vantagens em relação aos procedimentos univariados tradicionais, tendo em vista que estudos genéticos e experimentos que visam a seleção e recomendação de novas cultivares frequentemente envolvem a utilização de muitas variáveis (EMATNÉ et al., 2018). Dentre os métodos de análise multivariada, um dos mais empregados é a análise de componentes principais (*Principal Component Analysis – PCA*), o qual tem por finalidade reduzir um grande número de variáveis iniciais a um número menor de variáveis, denominadas de componentes principais (FERREIRA, 2011 a). Este método permite a identificação das características mais importantes na formação de variabilidade dentro da população estudada, bem como quais são as variáveis mais relacionadas com os genótipos que fazem parte do estudo. Assim, esta ferramenta é um bom auxiliar quando se pretende selecionar ou recomendar genótipos para características específicas, como por exemplo, produtividade, precocidade da produção, resistência a estresses bióticos e abióticos, dentre outras (RODRIGUES et al., 2002).

A análise de agrupamento (*Cluster Analysis – HCA*), por sua vez, constitui um procedimento multivariado que tem por finalidade estimar os níveis de similaridade ou distância genética entre acessos de uma população, bem como agrupá-los de acordo com a semelhança ou dissimilaridade entre os mesmos. Este método permite obter estimativas precisas das distâncias genéticas entre indivíduos. O algoritmo utilizado

na análise de agrupamento deve permitir que haja a maior homogeneidade possível dentro dos grupos, e heterogeneidade entre grupos (FERREIRA, 2011 a).

Diversos métodos estão disponíveis para estimar a divergência genética em uma população e realizar análises de agrupamento, os quais variam pela complexidade, custo e robustez. Dentre estes métodos, aqueles baseados em marcadores morfoagronômicos estão entre os mais práticos e de custo menor (MORALES et al., 2013). Entretanto, quando se utilizam marcadores morfoagronômicos, é preciso escolher corretamente os caracteres que serão avaliados, pois algumas características são mais eficientes do que outras para descrever genótipos (RODRIGUES et al., 2002). Em morangueiro, é possível utilizar características de folhas, flores e frutos, bem como parâmetros produtivos, tais como a produção total e a massa média de frutos, nesta modalidade de investigação (FAEDI et al., 2002; MORALES et al., 2011).

Na cultura do morangueiro, estudos de diversidade genética possuem importância primordial para o planejamento de programas de melhoramento, pois permitem o acúmulo de informações úteis para a elaboração de um esquema de hibridações (MORALES et al., 2011). Além disso, muitos caracteres utilizados em estudos de divergência genética em morangueiro são relacionados ao fruto (FAEDI et al., 2002) e o incremento na qualidade dos frutos é um dos objetivos mais utilizados no melhoramento desta espécie (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

O objetivo deste trabalho foi estudar a divergência genética entre 16 genótipos de morangueiro, por meio da utilização de caracteres morfoagronômicos, a fim de orientar a possível utilização destes acessos em novas hibridações e seleções de progêneres promissoras, e identificar as variáveis com maior contribuição para a geração de variabilidade genética dentro do germoplasma estudado.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC), no município de Lages-SC, durante o ciclo 2017/2018. A área experimental está situada nas coordenadas 27°47'05" de latitude Sul e 50°18'08" de longitude Oeste, a uma altitude de 906 metros. O clima local é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfb), com temperatura média anual de 16°C, apresentando verões moderados e invernos com

incidência de geadas frequentes, e pluviosidade média anual em torno de 1.400 mm (WREGE et al., 2012). O solo local é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico argiloso, de textura argilosa (SANTOS et al., 2013).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, e unidade experimental constituída de 11 plantas úteis. O sistema de cultivo utilizado foi no solo, em campo, em canteiros levantados com rotoencanteiradora, com cerca de 0,9 m de largura e 26,4 m de comprimento, e revestidos com plástico preto (“mulching”). O espaçamento de plantio utilizado foi de 30 cm, entre linhas e entre plantas, com uma densidade de plantio de 58.533,64 plantas por hectare.

Os tratamentos consistiram de dezesseis genótipos de morangueiro, sendo seis cultivares comerciais – Albion, Írma, Jonica, Pircinque, Sabrina e San Andreas - além de dez seleções avançadas: FRF 57.6, FRF 104.1, FRF 191.2, FRF LAM 263.1, FRF LAM 269.18, FRF LAM 119.1, FRF PA 109.2, FRF PIR 256.4, FRF PIR 79.6 e FRF PIR 75.8. As instituições e países de origem dos acessos utilizados neste trabalho estão especificadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Países e instituições de origem das cultivares e seleções avançadas utilizadas no estudo de divergência genética. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo (s)	Origem
Albion; San Andreas.	Universidade da Califórnia – Davis, CA, EUA.
Sabrina	Planasa – Plantas de Navarra S.A., Pamplona, Espanha.
Írma	- Unidade de pesquisa em Fruticultura de Forlì, Itália. - Unidade de pesquisa em Fruticultura da Província de Verona, Itália.
Jonica; Pircinque; FRF 57.6; FRF 104.1; FRF 191.2; FRF LAM 263.1; FRF LAM 269.18; FRF LAM 119.1; FRF PA 109.2; FRF PIR 256.4; FRF PIR 79.6; FRF PIR 75.8.	Unidade de pesquisa em Fruticultura de Forlì, Itália.

Fonte: Faedi et al. (2004); SHAW; LARSON (2006, 2009); Pierron-Darbone (2010); Faedi et al. (2013); FAEDI; BARUZZI (2013).

Quanto à resposta ao fotoperíodo, os genótipos acima são classificados como segue: a) dia curto (DC) – Jonica, Pircinque, Sabrina, FRF LAM 263.1, FRF LAM 269.18, FRF LAM 119.1, FRF PA 109.2, FRF PIR 256.4, FRF PIR 79.6 e FRF PIR

75.8; b) dia neutro (DN) – Albion, Írma, San Andreas, FRF 57.6, FRF 104.1 e FRF 191.2.

O plantio foi realizado no início de maio de 2017. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, com três mangueiras gotejadoras por canteiro, e espaçamento de 15 cm entre gotejadores. As irrigações foram realizadas procurando-se manter o solo sempre com umidade adequada para o bom desenvolvimento das plantas e produção de frutos.

A correção de solo e a adubação de base foram realizadas seguindo-se as recomendações para a cultura do morangueiro constantes no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004), de acordo com resultado de análise de solo (ver Apêndice 3). Na correção do solo, foram utilizados $14,8 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário dolomítico. A adubação de base, por sua vez, foi efetuada com 200 kg ha^{-1} de sulfato de amônio; 400 kg ha^{-1} de superfosfato triplo; e 83 kg ha^{-1} de cloreto de potássio.

As adubações de cobertura foram realizadas por fertirrigação. Estas foram efetuadas semanalmente, utilizando-se os seguintes produtos: nitrato de cálcio [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$] ($9,92 \text{ g 100 plantas}^{-1}$); fosfato monoamônico (MAP) ($38,74 \text{ g 100 plantas}^{-1}$), P 51 (adubo líquido contendo 51% de fósforo) ($7,3 \text{ mL 100 plantas}^{-1}$); sulfato de potássio (K_2SO_4) ($31,25 \text{ g 100 plantas}^{-1}$) e sulfato de magnésio (MgSO_4) ($4,55 \text{ g 100 plantas}^{-1}$). O controle de plantas daninhas foi realizado por intermédio de arranque manual nas covas de plantio, e capinas e roçadas entre os canteiros. O controle fitossanitário foi realizado quando necessário, utilizando-se inseticidas e fungicidas recomendados para a cultura.

As colheitas foram realizadas durante o período situado entre 21 de setembro de 2017 e 6 de fevereiro de 2018. As avaliações morfológicas foram realizadas durante as duas primeiras floradas. Foram obtidas, ao todo, 29 variáveis. Para obtenção do número de frutos por planta (frutos planta $^{-1}$) e produção total (g planta $^{-1}$), os frutos obtidos em cada colheita foram contados e pesados, com auxílio de uma balança com três casas decimais. Ao final do ciclo, os resultados de todas as colheitas foram somados, para obtenção das variáveis acima. Por meio da divisão da produção total pelo número de frutos colhidos por planta, obteve-se a variável massa média de frutos (g fruto $^{-1}$).

Para estimar a acidez titulável e o teor de sólidos solúveis, foram realizadas três baterias de análises químicas, sendo uma no início do período produtivo, outra

aproximadamente na metade do ciclo, e a terceira próxima ao término das colheitas. A acidez titulável ($g\ 100\ g^{-1}$ de ácido cítrico) foi estimada por meio da titulação de uma amostra de 5 mL de suco de cada parcela utilizando-se NaOH 0,1N até o ponto de mudança de cor da amostra, utilizando-se azul de bromotimol como indicador ácido-base. O teor de sólidos solúveis foi obtido com auxílio de um refratrômetro digital de bancada, sendo os resultados expressos em graus brix ($^{\circ}\ Brix$).

Os resultados das características morfológicas foram obtidos utilizando-se escalas de notas específicas para cada variável. Para este fim, todas as plantas de cada parcela foram avaliadas, atribuindo-se à parcela inteira a nota mais comum encontrada nas plantas pertencentes à mesma. Os resultados finais para as características morfológicas foram fornecidos por meio das médias das notas de cada bloco. As variáveis utilizadas no presente trabalho estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2 - Relação de conjunto de caracteres morfoagronômicos utilizados no estudo de divergência genética entre genótipos de morangoiro. Lages, SC, CAV- UDESC, 2019. (Continua).

Variável	Descrição	Época de avaliação
A) Caracteres de planta e parte vegetativa		
1 – Hábito de crescimento	1 – ereto; 2 - semi-ereto; 3 - aberto	1ª florada
2 – Densidade da folhagem	3 – esparsa; 5 – média; 7 - densa	1ª florada
3 – Cor da face superior da folha	1 – verde-amarelada; 2 – verde-clara; 3 – verde-média; 4 – verde-escura; 5 – verde-azulada	1ª florada
4 – Forma da secção transversal da folha	1 – côncava; 2 – plana; 3 – convexa	1ª florada
5 – Relação comprimento / largura do folíolo terminal	1 – mais curto; 2- igual; 3 - moderadamente mais longo; 4 – muito mais longo	1ª florada
6 – Tipo de margem do folíolo terminal	1 – serrilhada; 2 – serrilhada a crenada; 3 – crenada	1ª florada
7 – Abaulamento internerval	1 – ausente ou fraco; 2 – médio; 3 – forte	1ª florada
8 – Forma da base do folíolo terminal	1 – aguda; 2 – obtusa; 3 – arredondada	1ª florada
B) Caracteres de flor		
9 – Disposição das pétalas	1 – livres; 2 – tangentes; 3 – imbricadas	1ª florada
10 – Posição da inflorescência na folhagem	1 – abaixo; 2 - no mesmo nível; 3 – acima	1ª florada
11 – Tamanho do cálice em relação à corola	1 – menor; 2 – mesmo tamanho; 3 – maior	1ª florada
12 – Relação comprimento / largura da pétala	1 – muito mais curta; 2 – moderadamente mais curta; 3 – igual; 4 – moderadamente mais comprida; 5 – muito mais comprida	1ª florada

Quadro 2 - Relação de conjunto de caracteres morfoagronômicos utilizados no estudo da divergência genética entre genótipos de morangueiro. Lages, SC, CAV- UDESC, 2019. (Conclusão).

Variável	Descrição	Época de avaliação
C) Caracteres de fruto		
13 – Número de frutos por planta	Característica quantitativa	Ciclo inteiro
14 – Produção total por planta	Característica quantitativa	Ciclo inteiro
15 – Massa média de fruto	Característica quantitativa	Ciclo inteiro
16 – Acidez titulável	Característica quantitativa	Início, metade e final do ciclo
17 – Teor de sólidos solúveis	Característica quantitativa	Início, metade e final do ciclo
18 – Cor dos frutos	1 – amarelo esbranquiçado; 2 – laranjado claro; 3 – laranjado médio; 4 – vermelho alaranjado; 5 – vermelho médio; 6 – vermelho escuro; 7 – vermelho enegrecido	1ª florada
19 – Formato dos frutos	1 – reniforme; 2 – cônico; 3 – cordiforme; 4 – ovalado; 5 – cilíndrico; 6 – romboide; 7 – oblado; 8 – globoso; 9 - cuneiforme	2ª florada
20 – Uniformidade da superfície do fruto	1 – uniforme ou muito levemente irregular; 2 – levemente irregular; 3 – fortemente irregular	2ª florada
21 – Uniformidade da cor	1 – uniforme; 2 – levemente desuniforme; 3 – fortemente desuniforme	2ª florada
22 – Tamanho da zona sem aquênios	1 – ausente ou muito estreita; 3 – estreita; 5 – média; 7 – larga; 9 – muito larga	2ª florada
23 – Posição dos aquênios	1 – abaixo do nível da superfície; 2 – no mesmo nível da superfície; 3 – acima do nível da superfície	2ª florada
24 – Coloração dos aquênios	1 – amarelo; 2 – verde; 3 - vermelho	2ª florada
25 – Atitude das sépalas	1 – para cima; 2 – para fora; 3 – para baixo	2ª florada
26 – Diâmetro do cálice em relação ao do fruto	1 – muito menor; 2 – menor; 3 – igual; 4 – maior; 5 – muito maior	2ª florada
27 – Cór da polpa (excluída a cavidade central)	1 – esbranquiçada; 2 – rosa clara; 3 – rosa alaranjada; 4 – vermelha clara; 5 – vermelha média; 6 – vermelha escura	2ª florada
28 – Cór da cavidade central	1 – branca; 2 – vermelha clara; 3 – vermelha média	2ª florada
29 – Tamanho da cavidade central	1 – ausente ou pequena; 2 – média; 3 - grande	2ª florada

Fonte: adaptado de BRASIL (2002); Morales et al. (2011).

As características de morfologia utilizadas fazem parte de um esquema de avaliações estabelecido pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), para orientar a execução de ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade, utilizados em processos de proteção de cultivares de morangueiro (BRASIL, 2002). Quando a escala de notas de uma determinada variável é composta por valores sequenciais (por exemplo, forma da secção transversal da folha, na qual 1 – côncava; 2 – plana; 3 - convexa), as notas fornecidas devem corresponder obrigatoriamente a um destes valores, ou seja, a forma da secção transversal da folha

obrigatoriamente é considerada côncava, plana ou convexa. Já quando a escala de notas de uma variável é formada por valores não sequenciais (como exemplo, densidade da folhagem, na qual 3 – esparsa; 5 – média; 7 – densa), podem ser atribuídos valores intermediários, por exemplo, nota 6, que corresponde, neste caso, a uma folhagem com densidade entre média e elevada.

As avaliações de planta e parte vegetativa foram realizadas sempre no final da tarde, sob condições de luminosidade moderada e temperatura amena, para evitar que o excesso de radiação das horas mais quentes do dia exercesse interferência sobre a cor da página superior das folhas e sobre o formato dos folíolos. Para as variáveis relacionadas com a folhagem, foram escolhidos apenas os folíolos totalmente expandidos para realização das avaliações. As características de flores, por sua vez, foram avaliadas em flores primárias completamente abertas, situadas no estágio 3 da escala de fenologia proposta por Antunes et al. (2006). Já para as variáveis de frutos foram avaliados aqueles que já haviam completado a maturação, presentes no estágio 9 da escala elaborada pelos mesmos autores. As avaliações de frutos foram realizadas sempre no dia anterior às colheitas, para que se tivesse à disposição o maior número possível de frutos no estágio adequado para a coleta destas variáveis.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variâncias de Levènne. Satisfeitas estas condições, procedeu-se à análise de variância, com auxílio do software R (R CORE TEAM, 2013). Dentre as 29 variáveis, para quatro delas (coloração dos frutos, formato dos frutos, uniformidade da superfície do fruto e tamanho da cavidade central) não houve significância pelo teste F. Sendo assim, estas variáveis foram excluídas dos procedimentos de análise multivariada.

Após a análise de variância, foram realizados os procedimentos de Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis* – PCA), utilizando-se o software R, e Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis* – HCA), com auxílio do software Fitopac 2.1 (SHEPHERD, 2010). Para a análise de componentes principais, os dados foram normalizados e centralizados, com o objetivo de retirar a influência da magnitude dos dados de cada variável sobre os resultados. Foi estimada a contribuição relativa das variáveis nos componentes principais, bem como de cada genótipo na variabilidade total.

Na análise de agrupamento, os valores de dissimilaridade entre os genótipos foram estimados por meio do coeficiente de similaridade de Gower (GOWER, 1966), o qual é calculado de acordo com a equação (1) (ROCHA et al., 2010):

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p W_{ijk} \cdot S_{ijk}}{\sum_{k=1}^p W_{ijk}}$$

Onde: p = número total de características avaliadas; k = número de variáveis; i e j são dois indivíduos quaisquer; W_{ijk} é o peso atribuído à variável k, sendo fornecido o valor 1 para comparações válidas, e o valor 0 para comparações inválidas (quando um ou mais indivíduos não possui nenhum valor para a variável em questão). S_{ijk} , por sua vez, é o peso da variável k na comparação entre os indivíduos i e j, valor este que sempre se situa entre 0 e 1. Para variáveis descontínuas, S_{ijk} equivale a 1 quanto os indivíduos apresentam o mesmo valor para a variável em questão, e 0 quando os indivíduos diferem. Já para variáveis contínuas, S_{ijk} é dado por: $S_{ijk} = 1 - |ik - jk| / R_k$; onde ik e jk são os valores correspondentes aos indivíduos i e j para a variável k, e R_k , por sua vez, é a amplitude total da variável k. A divisão pela amplitude da variável em questão elimina a influência da magnitude de cada variável sobre os resultados, fazendo com que as variáveis possuam pesos iguais no estudo da divergência entre os indivíduos.

Em seguida, os genótipos foram agrupados, utilizando-se o método de agrupamento de médias aritméticas não-ponderadas (UPGMA). Foi calculado o coeficiente de correlação cofenética, para verificar a validade do agrupamento utilizado.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Análise de Componentes Principais

Foi possível verificar a existência de variabilidade genética dentro da população estudada, embora a mesma possa ser aumentada consideravelmente. Os dois primeiros componentes principais foram responsáveis por 49,16% da variância acumulada (Tabela 1).

Quando a soma das variâncias dos dois primeiros componentes é inferior a 80%, recomenda-se complementar a análise com a dispersão gráfica dos objetos de estudo no terceiro e quarto componentes principais (RODRIGUES et al., 2002). Dessa

forma, a participação das variáveis e genótipos na variabilidade total foi estudada com quatro componentes principais, os quais corresponderam a 69,91% da variância total acumulada.

Tabela 1 - Estimativas das variâncias de cada componente principal e das variâncias acumuladas, em estudo de divergência genética entre genótipos de morangueiro. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

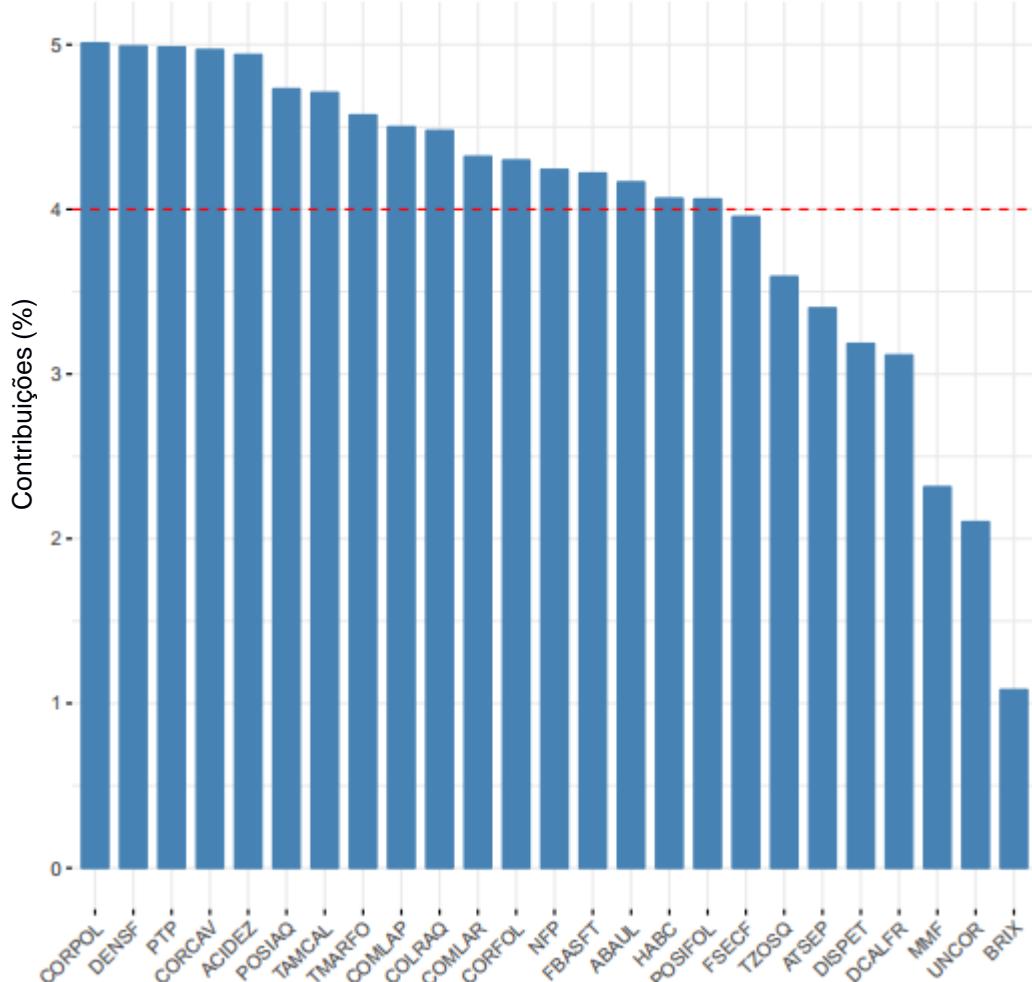
Componente principal	Proporção da variância total (%)	Proporção acumulada da variância total (%)
CP1	30,55	30,55
CP2	18,61	49,16
CP3	10,65	59,80
CP4	10,11	69,91
CP5	6,87	76,78
CP6	5,09	81,87
CP7	4,54	86,41
CP8	3,52	89,93
CP9	2,74	92,67
CP10	2,31	94,98
CP11	2,11	97,09
CP12	1,05	98,14
CP13	0,89	99,03
CP14	0,72	99,74
CP15	0,26	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Dentre as 25 variáveis utilizadas na análise de componentes principais, 17 obtiveram maior participação na formação da variabilidade total, sendo discriminadas das demais pela linha de corte vermelha (ver Figura 3). As variáveis que mais contribuíram para a variabilidade total foram: 1º - cor da polpa do fruto; 2º - densidade da folhagem; 3º - produção total por planta; 4º - cor da cavidade central do fruto; 5º - acidez titulável; 6º - posição dos aquêniros; 7º - tamanho do cálice em relação à corola; 8º - tipo de margem do folíolo terminal; 9º - relação comprimento / largura da pétala; 10º - coloração dos aquêniros; 11º - relação comprimento / largura do folíolo terminal; 12º - cor das folhas; 13º - número de frutos por planta; 14º - forma da base do folíolo terminal; 15º - abaulamento internerval; 16º - hábito de crescimento da planta; 17º - posição da inflorescência na folhagem.

De maneira conjunta, as variáveis acima obtiveram mais de 75% de participação nos 4 componentes principais. A identificação das variáveis que mais contribuem para a geração de variabilidade tem por objetivo orientar a execução de novos estudos de diversidade genética, pois permite eliminar possíveis variáveis redundantes, com pouca participação na variabilidade, resultando na economia de tempo e recursos neste tipo de investigação (RODRIGUES et al., 2002).

Figura 3 - Contribuição das variáveis para os quatro primeiros componentes principais, em estudo de divergência genética entre genótipos de morangueiro. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Legenda: CORPOL = cor da polpa do fruto (excluída a cavidade central); DENSF = densidade da folhagem; PTP = produção total por planta; CORCAV = cor da cavidade central do fruto; ACIDEZ = acidez titulável; POSIAQ = posição dos aquêniós; TAMCAL = tamanho do cálice em relação à corola; TMARFO = tipo de margem do folíolo terminal; COMLAP = relação comprimento/largura da pétala; COLRAQ = coloração dos aquêniós; COMLAR = relação comprimento/largura do folíolo terminal; CORFOL = cor da folha; NFP = número de frutos por planta; FBASFT = forma da base do folíolo terminal; ABAUL = abaulamento internerval; HABC = hábito de crescimento da planta; POSIFOL = posição da inflorescência na folhagem; FSECF = forma da secção transversal da folha; TZOSQ = tamanho da zona sem aquêniós; ATSEP = atitude das sépalas; DISPET = disposição das pétalas; DCALFR = diâmetro do cálice em relação ao diâmetro do fruto; MMF = massa média de frutos; UNCOR = uniformidade da cor do fruto; BRIX = teor de sólidos solúveis.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

As variáveis produção total e número de frutos por planta estiveram dentre aquelas com maior relevância na análise de componentes principais. Estas características figuram dentre as mais importantes em programas de melhoramento genético de morangueiro (OLIVEIRA; BONOW, 2012). Sendo o morangueiro uma cultura característica de pequenas áreas, dispor de genótipos altamente produtivos é um fator imprescindível para permitir a rentabilidade necessária à manutenção dos produtores nesta atividade (RONQUE et al., 2013). A produtividade de frutos em morangueiro é uma característica passível de herdabilidade e ganho genético elevados em programas de melhoramento (MISHRA; RAM; KUMAR, 2015) sendo um caráter quantitativo e controlado por vários genes, com variância predominantemente não-aditiva no controle do caráter (GAWRONSKI, 2011). A variável número de frutos por planta, por sua vez, constitui um dos principais componentes da produtividade, sendo uma característica herdada quantitativamente, com variados níveis de herança aditiva ou não-aditiva, dependendo da população (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

No presente trabalho, dentre as variáveis com maior representação nos 4 componentes principais, a coloração da polpa e da cavidade central do fruto, a acidez titulável, o hábito de crescimento e a densidade da folhagem também constituem características frequentemente levadas em consideração em programas de melhoramento de morangueiro (OLIVEIRA; BONOW, 2012). A coloração da polpa vermelha intensa é uma característica almejada no melhoramento, pois pode promover melhor aceitação pelo consumidor, tendo em vista que este tende a relacionar a coloração com atributos de sabor (WHITAKER et al., 2011).

A acidez titulável, por sua vez, é um dos principais componentes do sabor dos frutos. Quando presente em patamares elevados, a acidez precisa ser equilibrada com o conteúdo de açúcares, para não comprometer a aceitação dos frutos pelos consumidores (CARPENEDO; ANTUNES; TREPTOW, 2016). Já o hábito de crescimento e a densidade da folhagem, por sua vez, estão relacionados com a capacidade da planta de interceptar a energia luminosa para utilizá-la na produção de compostos orgânicos, por meio da fotossíntese, afetando diretamente a produtividade (MOCHIZUKI et al., 2014). A densidade da copa também exerce influência sobre fatores como a adequação do espaçamento de plantio e a adaptação ao sistema de cultivo suspenso, no qual, em razão da utilização de espaçamentos mais densos em

relação ao cultivo no solo, o vigor excessivo da parte aérea pode constituir uma desvantagem (MENEZES JÚNIOR; VIEIRA NETO; RESENDE, 2018).

Nos quatro primeiros componentes principais (ver Tabela 2) os maiores valores de *loadings* foram observados nas seguintes variáveis: A) primeiro componente principal - cor da polpa do fruto; cor da cavidade central do fruto; posição dos aquênios; coloração dos aquênios; densidade da folhagem. B) segundo componente principal – número de frutos por planta; produção total por planta; tamanho do cálice em relação à corola; cor da face superior da folha; tipo de margem do folíolo terminal; C) Terceiro componente principal – posição da inflorescência na folhagem; abaulamento internerval; tamanho da zona sem aquênios; uniformidade da cor do fruto; disposição das pétalas. D) Quarto componente principal – acidez titulável; forma da secção transversal da folha; cor da face superior da folha; massa média de fruto; atitude das sépalas.

Verificou-se que, nos dois primeiros componentes principais, as variáveis com os maiores *loadings* estiveram também entre as que obtiveram maior participação na variabilidade total (ver Figura 3). Os dois primeiros componentes principais corresponderam a cerca de metade da variância total. As características cor da polpa e cor da cavidade central do fruto obtiveram os *loadings* de maiores magnitudes no primeiro componente principal. As variáveis produção total e número de frutos por planta, por sua vez, obtiveram os maiores *loadings* no segundo componente principal. A acidez titulável, quinta característica em importância considerando-se os quatro componentes principais em conjunto, obteve o maior *loading* no quarto componente principal. Valores de *loadings* mais elevados estão relacionados com maior participação da variável na composição do componente principal estudado e, consequentemente, maior contribuição da mesma para a variabilidade total (MOITA NETO; MOITA, 1998).

Tabela 2 - Estimativas dos *loadings* das variáveis nos quatro primeiros componentes principais, em estudo de divergência genética entre genótipos de morangueiro. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

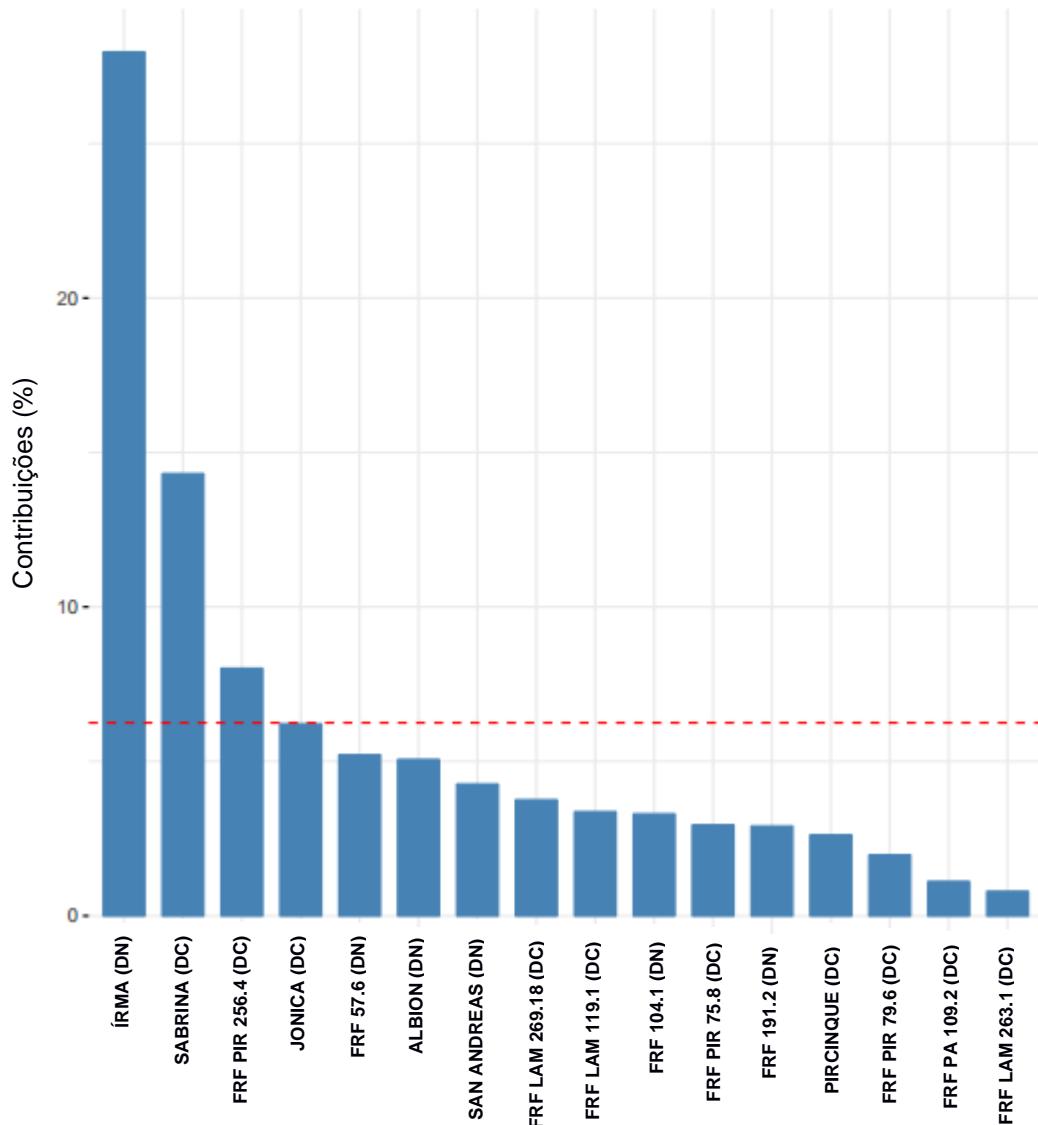
Variável	CP1*	CP2	CP3	CP4
Hábito de crescimento da planta	0,251	0,207	0,060	0,095
Densidade da folhagem	-0,267	-0,239	0,038	0,154
Cor da face superior da folha	-0,018	-0,298	0,034	-0,363
Forma da secção transversal da folha	0,154	0,158	-0,043	-0,392
Comprimento / largura do folíolo terminal	-0,263	-0,145	0,106	0,195
Tipo de margem do folíolo terminal	-0,207	0,279	0,186	0,086
Abaulamento internerval	-0,173	0,086	-0,414	-0,063
Forma da base do folíolo terminal	0,238	0,251	-0,066	-0,005
Disposição das pétalas	-0,173	0,098	-0,276	0,178
Posição da inflorescência na folhagem	-0,059	-0,078	-0,491	0,074
Tamanho do cálice em relação à corola	-0,217	0,311	0,036	-0,059
Comprimento / largura da pétala	0,186	-0,261	-0,242	-0,140
Número de frutos por planta	0,152	0,336	-0,017	-0,126
Produção total por planta	0,197	0,324	-0,158	0,091
Massa média de fruto	0,089	-0,071	-0,184	0,303
Acidez titulável	-0,089	0,083	0,166	0,525
Teor de sólidos solúveis	0,097	-0,085	0,097	-0,151
Uniformidade da cor do fruto	0,098	-0,106	0,299	-0,035
Tamanho da zona sem aquênios	0,127	0,115	0,408	-0,007
Posição dos aquênios	0,285	-0,186	-0,049	0,125
Coloração dos aquênios	0,285	-0,116	-0,115	0,160
Atitude das sépalas	0,169	-0,201	0,088	0,257
Diâmetro do cálice / diâmetro do fruto	0,117	0,272	-0,130	0,144
Côr da polpa do fruto	-0,325	0,087	-0,022	-0,110
Côr da cavidade central do fruto	-0,324	0,070	-0,009	-0,128

*CP1, CP2, CP3 e CP4 = primeiro, segundo, terceiro e quarto componentes principais, respectivamente.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Com relação à contribuição percentual de cada genótipo na variabilidade total (ver Figura 4), houve um claro destaque para as cultivares Írma e Sabrina, as quais, juntas, corresponderam a mais de 40% da variabilidade total. Apenas a cultivar Írma foi responsável por quase 30% desta variabilidade. Desta forma, estes genótipos podem ser indicados como parentais em novas hibridações, dentro do germoplasma estudado, visando ampliar a variabilidade genética e permitir a obtenção de combinações híbridas com maior efeito de heterose. A seleção FRF PIR 256.4 foi o terceiro genótipo com maior participação na variabilidade total, seguida pela cultivar Jonica. Estes quatro genótipos foram discriminados dos demais, por meio da linha tracejada vermelha, como sendo providos de maior peso na variabilidade total.

Figura 4 – Contribuição dos genótipos na variância acumulada dos quatro componentes principais, em estudo de divergência genética de genótipos de morangueiro. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A cultivar Írma foi desenvolvida por meio de uma cooperação entre os Institutos de Pesquisa em Fruticultura (CREA-OFA-FRF) da cidade de Forlì e da província de Verona, na Itália, com a associação dos produtores de frutas da província de Verona (Apo Scaligera Cooperativa Agrícola) (FAEDI et al., 2004). Em contrapartida, a maior parte dos genótipos estudados no presente trabalho foram desenvolvidos no CREA-OFA-FRF de Forlì. Assim, é possível que a genealogia de Írma tenha sido composta por parentais distintos daqueles utilizados na formação da maioria dos genótipos

presentes neste trabalho. Em adição, Írma foi obtida visando adaptação às condições ambientais da província de Verona, localizada no norte da Itália, enquanto a maioria dos demais genótipos foram criados com vistas ao cultivo em regiões localizadas mais ao sul do referido país, sendo, portanto, localidades com condições de temperatura e fotoperíodo distintas das encontradas no norte da Itália. Estes fatores, em conjunto, podem ter contribuído para que Írma tenha se mostrado altamente divergente em relação à maioria dos acessos estudados, em termos fenotípicos.

Os trabalhos que resultaram na obtenção da cultivar Sabrina foram realizados na instituição Plantas de Navarra S. A. (Planasa S. A.), localizada na província de Navarra, na Espanha. Sabrina foi a única cultivar espanhola utilizada no presente trabalho. Os parentais empregados na obtenção de Sabrina foram duas seleções avançadas que, na época da hibridação, constituíam exclusividade do programa de melhoramento de Planasa (PIERRON-DARBONNE, 2010). Assim, este pode ter sido o fator responsável pelo papel de Sabrina como uma das principais fontes de variabilidade genética, neste estudo.

Os genótipos que obtiveram os maiores escores nos quatro primeiros componentes principais, foram (ver Tabela 3): A) primeiro componente principal – Írma, Sabrina, FRF LAM 119.1, San Andreas e Pircinque. B) Segundo componente principal – Sabrina, FRF PIR 256.4, Írma, Jonica e FRF 191.2. C) Terceiro componente principal – Jonica, FRF 57.6; FRF LAM 269.18, FRF PIR 75.8 e Sabrina. D) Quarto componente principal – Albion, FRF 57.6, San Andreas, FRF PIR 256.4 e FRF 104.1.

Em uma abordagem geral, houve concordância entre os escores apresentados pelos acessos nos quatro primeiros componentes principais (ver Tabela 3) com as estimativas de porcentagem de contribuição dos mesmos para a variabilidade total, especialmente nos três primeiros componentes principais (ver Figura 4). A cultivar Írma, por exemplo, se destacou nos componentes principais 1 e 2, tendo obtido o escore de maior magnitude no primeiro componente principal, enquanto Sabrina, por sua vez, esteve entre os cinco genótipos com maior participação nos três primeiros componentes principais. A seleção FRF PIR 256.4, por sua vez, obteve destaque no componente principal 2, com o segundo maior escore, e no componente principal 4. Já com a cultivar Jonica se obteve o escore mais elevado no componente principal 3.

Tabela 3 - Estimativas dos escores dos genótipos nos quatro primeiros componentes principais, em estudo de divergência genética entre genótipos de morangueiro. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	CP1*	CP2	CP3	CP4
Jonica (DC)	1,548	2,125	3,012	-1,175
Pircinque (DC)	1,996	1,511	-0,542	-0,866
Sabrina (DC)	2,601	5,140	-1,962	1,729
FRF LAM 119.1 (DC)	2,338	0,210	1,317	-1,472
FRF LAM 263.1 (DC)	0,634	-0,360	1,241	-0,369
FRF LAM 269.18 (DC)	1,767	-0,637	2,211	1,439
FRF PA 109.2 (DC)	1,471	-0,406	-0,812	-0,332
FRF PIR 256.4 (DC)	1,572	-3,967	0,031	-2,047
FRF PIR 75.8 (DC)	1,071	-1,341	-2,157	0,789
FRF PIR 79.6 (DC)	1,584	0,422	1,076	1,289
Albion (DN)	-1,575	-1,776	0,007	2,917
Írma (DN)	-8,291	2,727	1,146	-0,834
San Andreas (DN)	-2,191	-1,474	-0,805	2,072
FRF 104.1 (DN)	-1,961	-1,085	-1,005	-1,785
FRF 191.2 (DN)	-1,974	-1,884	0,249	0,777
FRF 57.6 (DN)	-0,591	0,795	-3,006	-2,131

*CP1, CP2, CP3 e CP4 = primeiro, segundo, terceiro e quarto componentes principais, respectivamente.

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

3.5.2 Análise de Agrupamento

As maiores e menores estimativas dos valores de dissimilaridade entre os genótipos que fizeram parte deste estudo estão apresentadas na Tabela 4. O maior valor de similaridade observado entre as cultivares e seleções estudadas ocorreu entre Jonica e FRF LAM 119.1 (0,8448). A menor similaridade, ou maior distância genética, por sua vez, foi observada entre Írma e Sabrina (0,4374). Assim, dentro do grupo estudado, Jonica e FRF LAM 119.1 foram os genótipos mais semelhantes entre si, enquanto Írma e Sabrina, por sua vez, caracterizaram-se como os mais divergentes. Dentre os 16 acessos pesquisados, onze obtiveram o menor valor de similaridade com a cultivar Írma (FRF PA 109.2, Albion, FRF LAM 269.18, Pircinque, Sabrina, FRF PIR 256.4, FRF PIR 75.8, FRF PIR 79.6, Jonica, FRF LAM 263.1 e FRF LAM 119.1). Quatro acessos obtiveram menor similaridade com Sabrina (Írma, FRF 104.1, San Andreas e FRF 191.2) e um genótipo (FRF 57.6) obteve a maior dissimilaridade com FRF PIR 256.4.

Tabela 4 - Maiores e menores valores de similaridade entre genótipos de morangueiro do Banco de Germoplasma do CAV-UDESC, estimados por meio da Distância de Gower. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Maior similaridade	Menor similaridade
Jonica (DC)	FRF LAM 119.1 (0,8448)*	Írma (0,4910)
Pircinque (DC)	Jonica (0,8117)	Írma (0,5140)
Sabrina (DC)	Pircinque (0,7671)	Írma (0,4374)**
FRF LAM 119.1 (DC)	Jonica (0,8448)*	Írma (0,4755)
FRF LAM 263.1 (DC)	LAM 269.18 (0,7966)	Írma (0,5226)
FRF LAM 269.18 (DC)	FRF LAM 119.1 (0,8013)	Írma (0,4989)
FRF PA 109.2 (DC)	FRF LAM 263.1 (0,7639)	Írma (0,5121)
FRF PIR 256.4 (DC)	FRF PA 109.2 (0,7581)	Írma (0,4429)
FRF PIR 75.8 (DC)	FRF LAM 263.1 (0,7622)	Írma (0,5094)
FRF PIR 79.6 (DC)	Pircinque (0,8013)	Írma (0,5231)
Albion (DN)	San Andreas (0,7618)	Írma (0,5692)
Írma (DN)	FRF 191.2 (0,6543)	Sabrina (0,4374)**
San Andreas (DN)	Albion (0,7618)	Sabrina (0,5507)
FRF 104.1 (DN)	FRF 191.2 (0,7642)	Sabrina (0,5604)
FRF 191.2 (DN)	FRF 104.1 (0,7642)	Sabrina (0,5393)
FRF 57.6 (DN)	FRF 104.1 (0,7496)	FRF PIR 256.4 (0,5765)

* Maior similaridade obtida.

** Menor similaridade encontrada.

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Em uma abordagem geral, a cultivar Írma obteve o menor coeficiente de similaridade médio em relação aos demais genótipos (0,5323), sendo seguida por Sabrina (0,6119), FRF 57.6 (0,6465) e FRF PIR 256.4 (0,6594) (ver Tabela 5). Estes resultados estão em acordo com os obtidos por meio da análise de componentes principais, confirmando a posição das cultivares Írma e Sabrina como as principais fontes de variabilidade genética dentre os genótipos que fizeram parte deste trabalho.

No planejamento de um esquema de cruzamentos, além da dissimilaridade genética, deve-se levar em consideração o potencial *per se* dos genótipos utilizados como parentais. Ou seja, é preciso utilizar parentais providos de elevado potencial para expressão das principais características buscadas dentro dos programas de melhoramento. No caso de Írma, o seu potencial *per se* já foi comprovado em estudos anteriores. Esta cultivar tem como um dos pontos fortes a neutralidade ao fotoperíodo e a capacidade de obtenção de várias floradas durante a primavera e o verão,

possibilitando um longo período de colheita (FAEDI et al., 2004; YAKOVENKO; LAPSHIN, 2014; GORELIKOVÁ, 2016).

Tabela 5 - Médias dos coeficientes de similaridade de Gower de 16 genótipos de morangueiro, em relação aos demais acessos estudados. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Similaridade média em relação aos demais acessos (Gower)
Jonica (DC)	0,6845
Pircinque (DC)	0,7138
Sabrina (DC)	0,6119
FRF LAM 119.1 (DC)	0,7004
FRF LAM 263.1 (DC)	0,7115
FRF LAM 269.18 (DC)	0,6944
FRF PA 109.2 (DC)	0,6966
FRF PIR 256.4 (DC)	0,6594
FRF PIR 75.8 (DC)	0,6925
FRF PIR 79.6 (DC)	0,7100
Albion (DN)	0,6647
Írma (DN)	0,5323
San Andreas (DN)	0,6700
FRF 104.1 (DN)	0,6806
FRF 191.2 (DN)	0,6736
FRF 57.6 (DN)	0,6465
Média geral	0,6714

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Nas condições brasileiras, ainda é necessário realizar mais estudos de adaptabilidade com a cultivar Írma. Entretanto, se a mesma não se adaptar às condições dos polos produtores brasileiros, ainda poderá ser utilizada no melhoramento genético. Com Sabrina, nas condições de Lages-SC, foi constatado elevado potencial produtivo (ver Tabela 13), o que pode ser um indicativo de boa adaptação às condições estudadas. Dessa maneira, Sabrina viria a constituir uma boa escolha como parental em novos cruzamentos, por combinar elevado desempenho agronômico com a divergência genética necessária para propiciar o efeito de heterose almejado nas hibridações.

Por outro lado, a cultivar Pircinque obteve o maior coeficiente médio de similaridade em relação aos demais acessos (0,7138), seguida por FRF LAM 263.1

(0,7115) e FRF PIR 79.6 (0,7100). A explicação para este resultado pode advir do fato de estes acessos serem originários do programa de melhoramento genético realizado no CREA-OFA-FRF, na Itália, o mesmo de onde advêm a maioria dos acessos que fazem parte deste trabalho. Dessa forma, é possível que alguns parentais em comum tenham sido empregados no esquema de cruzamentos que originaram estes genótipos, contribuindo para uma maior semelhança genética entre os mesmos.

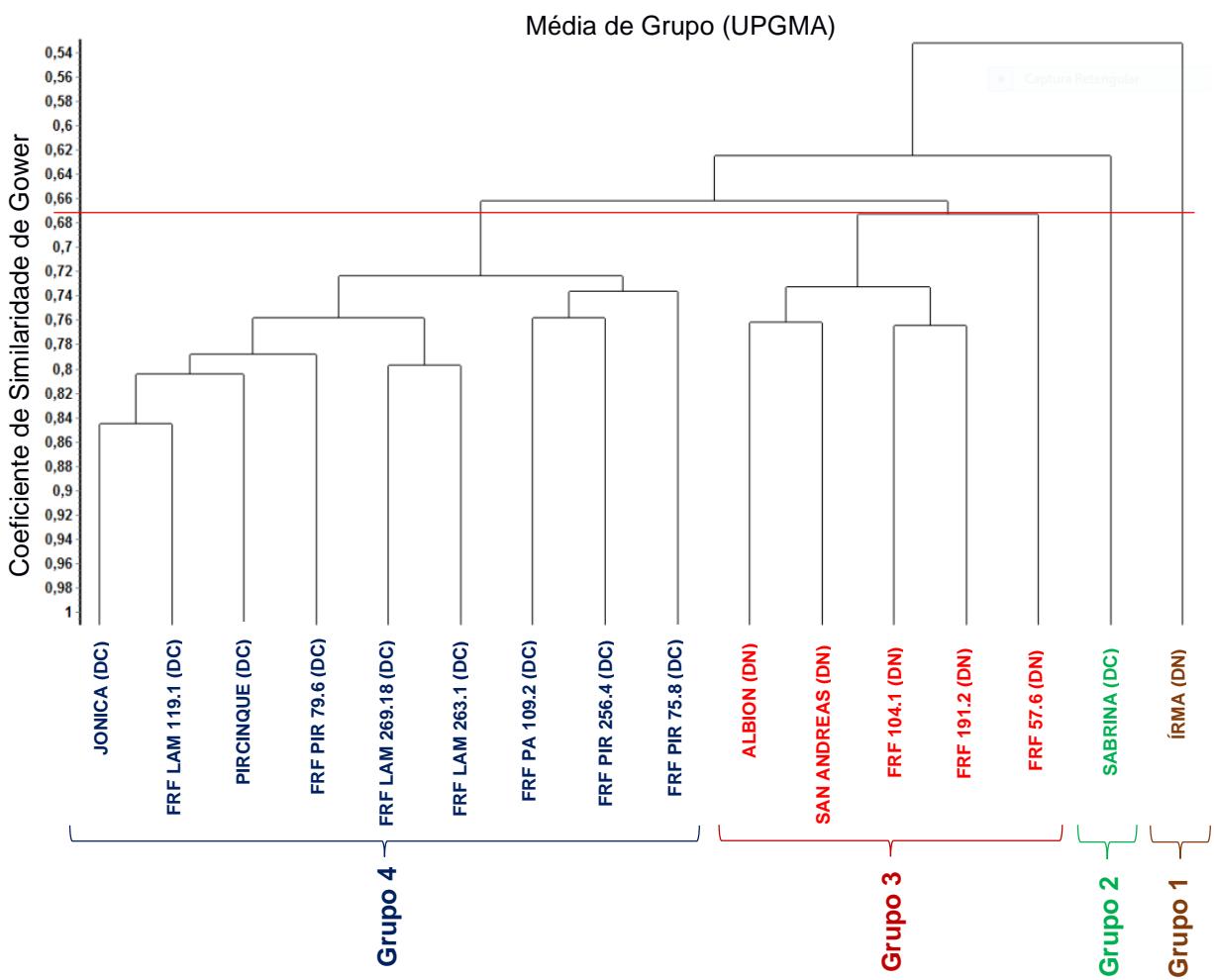
A partir da análise de agrupamento entre as cultivares e seleções estudadas foi possível formar quatro grupos distintos (ver Figura 5). O ponto de corte, sinalizado pela linha tracejada vermelha, foi definido como sendo o valor correspondente à média geral para os coeficientes de similaridade estimados (0,6714).

Os grupos 1 e 2 foram constituídos por apenas um genótipo cada, os quais foram os mais divergentes em relação à maioria dos acessos que compuseram este estudo. O grupo 1 foi composto pela cultivar Írma, enquanto o grupo 2 foi formado pela cultivar Sabrina. O grupo 3, por sua vez, foi formado por três seleções de origem italiana – FRF 57.6, FRF 104.1 e FRF 191.2 – e as duas cultivares norte-americanas – Albion e San Andreas. No grupo 4 foram alocados os seguintes genótipos: Pircinque, Jonica, FRF LAM 119.1, FRF PIR 79.6, FRF PA 109.2, FRF PIR 75.8, FRF PIR 256.4, FRF LAM 269.18 e PIR 07.263.01. A estimativa do coeficiente de correlação cofenética resultou no valor de 0,85, atestando um bom ajuste das distâncias estimadas, recuperadas no dendrograma (matriz cofenética) com os valores observados, presentes na matriz de similaridade. De acordo com Ferreira (2011a) elevadas correlações cofenéticas constituem indicativo de bom ajuste do dendrograma.

De um modo geral, o agrupamento dos genótipos foi condizente com a origem dos mesmos. Por exemplo, a única cultivar espanhola deste estudo – Sabrina – foi agrupada de forma isolada. As cultivares norte-americanas (Albion e San Andreas), por sua vez, foram dispostas no mesmo grupo. Este fato já era esperado, tendo em vista que Albion foi um dos genitores utilizados no cruzamento a partir do qual San Andreas foi selecionada (Albion x Cal 97.86-1) (SHAW; LARSON, 2009). Entretanto, três seleções de origem italiana foram agrupadas juntamente com as cultivares norte-americanas. A provável explicação é que existe um intercâmbio de material genético de morangueiro entre diferentes países e programas de melhoramento. Como consequência, é possível que determinadas cultivares produzidas e selecionadas em um país contenham vários genes em comum com cultivares de outros países. Além

disso, muitos programas de melhoramento de morangueiro trabalham a partir de uma base genética estreita, contribuindo para reduzir a variabilidade genética desta espécie.

Figura 5 - Dendrograma de cultivares e seleções de morangueiro, elaborado com base no coeficiente de similaridade de Gower, utilizando-se o método de agrupamento de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA). Correlação cofenética: 0,85. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Adicionalmente, é interessante notar que a divisão em grupos também foi coerente com a resposta ao fotoperíodo. No grupo 4, o maior grupo formado, constituído por nove acessos, estiveram presentes todas as cultivares e seleções italianas de dia curto. O grupo 3, por sua vez, foi composto por cinco acessos, todos de dia neutro. A resposta ao fotoperíodo é provavelmente uma característica de

herança quantitativa, sendo um dos principais critérios utilizados para classificar as cultivares comerciais de morangueiro (GOR; MANTRI; PANG, 2016).

Em uma abordagem geral, é possível afirmar que, dentro do germoplasma de morangueiro avaliado, há variabilidade genética suficiente para permitir a realização de hibridações capazes de originar progêniens contendo genótipos promissores para várias características de importância agronômica. Este objetivo pode ser alcançado especialmente explorando o potencial dos genótipos Írma, Sabrina, FRF 57.6 e FRF PIR 256.4 no sentido de se obter novas seleções com elevado potencial agronômico. Entretanto, a formação de um único grupo contendo nove acessos, ou seja, mais da metade dos genótipos avaliados, constitui um indicativo de que a variabilidade genética do germoplasma estudado possui limitações, e pode ser amplamente incrementada. O aumento desta variabilidade pode ser conseguido por meio da realização de novas hibridações, seguida por seleção dos melhores genótipos, e por intermédio da inclusão de novos acessos, provenientes de outras instituições de pesquisa, do Brasil e de outros países. A introdução de germoplasma é uma das estratégias mais tradicionais e amplamente utilizadas de aumento da base genética (RODRIGUES et al., 2002; HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008; YAKOVENKO; LAPSHIN, 2014), contribuindo tanto para o melhoramento genético em si, quanto para estudos de adaptabilidade.

Levando-se em consideração os resultados das avaliações de divergência genética e o potencial *per se* dos genótipos estudados, sugere-se a realização dos seguintes cruzamentos:

- a) Írma x Sabrina - maior divergência genética obtida;
- b) Írma x Pircinque - cruzamento altamente dissimilar, contendo Pircinque como um dos parentais, genótipo este com boa adaptação às condições da região estudada;
- c) Sabrina x FRF 57.6 - parentais dissimilares, com potencial para complementar elevada produtividade com qualidade de frutos;
- d) Sabrina x FRF 104.1 – genitores com elevado potencial *per se* e divergentes entre si;
- e) Albion x FRF 57.6 – neutralidade ao fotoperíodo e elevada qualidade de frutos;
- f) Írma x FRF 104.1 – dissimilaridade entre os parentais e neutralidade ao fotoperíodo;
- g) Írma x FRF 57.6 - *idem* cruzamento anterior.

3.6 CONCLUSÕES

O germoplasma estudado possui variabilidade genética suficiente para permitir a elaboração de um esquema de cruzamentos capaz de gerar progêniess promissoras. No entanto, esta variabilidade pode ser incrementada, por meio da introdução de novos genótipos.

As variáveis produção total, acidez titulável e número de frutos por planta estiveram entre aquelas com maior participação nos componentes principais, indicando que é possível selecionar genótipos dentro da população estudada com base nestas características.

O resultado da análise de agrupamento foi coerente com os locais de origem e respostas ao fotoperíodo dos acessos estudados.

As cultivares Írma e Sabrina constituem as principais fontes de variabilidade genética no germoplasma de morangueiro utilizado neste trabalho, podendo constituir bons parentais em novas hibridações, no sentido de se explorar o efeito de heterose.

4 AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE CULTIVARES E SELEÇÕES AVANÇADAS DE MORANGUEIRO NO SUL DO BRASIL

4.1 RESUMO

A dependência das cultivares importadas constitui um dos principais gargalos da cadeia de produção de morangos no Brasil. O incremento no número de cultivares disponíveis é uma das possíveis medidas a serem aplicadas para superar este desafio. Objetivou-se com este trabalho avaliar cultivares e seleções avançadas de morangueiro quanto ao desempenho agronômico nas condições do Planalto Sul Catarinense, em dois ciclos agrícolas (2016/2017 e 2017/2018). Os experimentos foram realizados na área experimental de Fruticultura do CAV-UDESC, no município de Lages-SC. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, contendo dezesseis tratamentos (genótipos) no ciclo 2016/2017, e quinze tratamentos no ciclo 2017/2018. O sistema de cultivo utilizado foi no solo, utilizando-se canteiros levantados com rotoencanteirador e revestidos com filme de polietileno preto. As colheitas foram realizadas com uma periodicidade média de cinco dias, entre os meses de setembro e janeiro, para os dois ciclos de avaliação. Na safra 2016/2017, as cultivares Camino Real, Benicia e Pircinque, e a seleção FRF CE 56 obtiveram as maiores produtividades e número de frutos por planta. Frutos de melhor qualidade foram obtidos com os genótipos FRF 104.1, FRF PA 109.2, FRF 57.6, Benicia, FRF CE 56, FRF LAM 119.1, Monterey e FRF CE 51. No ciclo 2017/2018, as melhores produtividades e maiores números de frutos foram observados nos genótipos Sabrina, FRF PA 109.2 e Pircinque. Os acessos com os quais se obtiveram frutos de melhor qualidade, por sua vez, foram FRF PIR 256.4, FRF 104.1, Pircinque, FRF 57.6 e FRF LAM 119.1. As cultivares Sabrina e Pircinque demonstraram bom desempenho nas condições do local de estudo, enquanto as seleções FRF 104.1, FRF LAM 119.1 e FRF 57.6 apresentaram elevada qualidade de frutos, em ambos os ciclos de avaliação.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch., introdução de germoplasma, produtividade, qualidade de frutos.

4.2 ABSTRACT

Agronomic evaluation of cultivars and selections of strawberry under South of Brazil conditions

Predominance of imported cultivars is one of the major problems in Brazilian strawberry crop fields. The increase in the number of cultivars available is one of the possible measures to be applied to overcome this challenge. The objective of this work was to evaluate advanced strawberry cultivars and selections regarding their agronomic performance in the Southern Plateau of Santa Catarina State, in two growing seasons (2016/2017 and 2017/2018). The experiments were carried out in the Experimental Area of Fruticultura of the CAV-UDESC, in the municipality of Lages / SC. It was used a randomized block design, with four replications, with sixteen treatments (genotypes) in 2016/2017 growing season, and fifteen treatments in 2017/2018 growing season. The cultivation system used was in the soil, in the open field, using beds raised with the aid of an implement coupled to a tractor, and covered with black polyethylene film. Fruits were picked up with an average periodicity of five days, between September and January, for the two evaluation cycles. In the 2016/2017 growing season, the cultivars Camino Real, Benicia and Pircinque, and the selection FRF CE 56 obtained the highest yields and number of fruits per plant. Fruits with better quality were obtained with the genotypes FRF 104.1, FRF PA 109.2, FRF 57.6, Benicia, FRF CE 56, FRF LAM 119.1, Monterey and FRF CE 51. In the 2017/2018 growing season, in turn, the best yields and higher numbers of fruits were observed in the Sabrina, FRF PA 109.2 and Pircinque genotypes. The accesses with the best quality fruits were FRF PIR 256.4, FRF 104.1, Pircinque, FRF 57.6 and FRF LAM 119.1. The cultivars Sabrina and Pircinque stood out for the good productive performance. Considering the two growing seasons together, the selections FRF 104.1, FRF LAM 119.1 and FRF 57.6 presented high fruit quality.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch., germplasm introduction, yield, fruit quality.

4.3 INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma importante espécie agrícola pertencente ao grupo das pequenas frutas, com interesse crescente pelo cultivo, especialmente por parte de agricultores familiares (FAGHERAZZI et al., 2014). Esta cultura demanda manejo intensivo e elevado investimento em insumos e infraestrutura (RONQUE et al., 2013). Apesar disso, pode proporcionar retorno financeiro elevado por área de cultivo, especialmente em comparação com grandes culturas, como é o caso do milho (MADAIL et al., 2007).

Um dos fatores determinantes do sucesso na produção de morangos é a escolha correta das cultivares, tendo em vista que podem ser observadas interações entre genótipos e ambientes, ou mesmo entre genótipos, ambientes e diferentes anos de cultivo (COSTA et al., 2015). A adaptabilidade de uma cultivar de morangueiro é definida principalmente pelos seguintes fatores: temperatura, fotoperíodo, e a interação entre os mesmos. Estes fatores controlam o início e fim da fase produtiva, tendo em vista que a floração e a frutificação só acontecem sob determinados intervalos de temperatura e fotoperíodo, os quais variam para cada cultivar (HEIDE; STAVANG; SØNSTEBY, 2013).

A resposta à soma térmica também é variável entre as cultivares, influenciando o desenvolvimento vegetativo, a precocidade e a duração do período produtivo (TAZZO et al., 2015). A escolha da cultivar também interfere em todos os aspectos da cadeia produtiva, tais como: época de plantio, utilização de corretivos e fertilizantes, adequação do espaçamento, ponto de colheita e tempo de conservação pós-colheita.

As cultivares de morangueiro utilizadas no Brasil são, em sua maioria, originárias dos Estados Unidos, especialmente dos programas de melhoramento genético desenvolvidos nas universidades da Califórnia e da Flórida, e da Espanha, especialmente da empresa privada Plantas de Navarra S. A. (Planasa). A importação é realizada por empresas que compram mudas de viveiros chilenos e argentinos (ANTUNES; PERES, 2013). Nas condições brasileiras, estas cultivares nem sempre expressam seu máximo potencial de produtividade e qualidade de frutos e, frequentemente, são muito suscetíveis à problemas fitossanitários. Além disso, algumas cultivares são introduzidas sem que se realizem estudos acerca de seu desempenho agronômico em território brasileiro, podendo acarretar em prejuízos aos agricultores (PÁDUA et al., 2015 a; b).

Assim, a introdução de germoplasma constitui uma ferramenta para aumentar o número de cultivares disponíveis aos produtores, melhorando as chances de se obter genótipos adaptados às diferentes regiões produtoras. Entretanto, ensaios de adaptabilidade precisam ser conduzidos em cada polo produtor, por diferentes anos, para possibilitar uma correta recomendação de cultivares. Isso porque, além de apresentarem comportamento distinto em diferentes locais, genótipos de morangueiro podem ter desempenho diverso em diferentes ciclos de produção. Condições como temperatura, regime pluviométrico e incidência de problemas fitossanitários são variáveis entre diferentes anos, afetando também o desempenho de genótipos de morangueiro (COSTA et al., 2015; 2016; MATHEY et al., 2017).

Neste sentido, no ano de 2012, a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) estabeleceu um acordo de cooperação com a instituição Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e L' Analisi dell' Economia Agraria - Unità di Ricerca per la Frutticoltura (CREA-OFA-FRF), da Itália, para realizar a avaliação de genótipos desenvolvidos na referida instituição quanto à adaptabilidade dos mesmos nas condições das principais regiões brasileiras produtoras de morangos. Estes genótipos são avaliados por vários ciclos produtivos, em diferentes locais, para inferir se os mesmos apresentam ou não potencial para serem utilizados em nível comercial.

Objetivou-se com o trabalho foi avaliar diferentes genótipos de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, quanto ao potencial produtivo e de qualidade de frutos.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC), no município de Lages-SC. As áreas experimentais estão localizadas nas coordenadas 27°47'05" de latitude Sul e 50°18'08" de longitude Oeste, a uma altitude de 906 metros. O clima local é classificado como subtropical úmido mesotérmico Cfb, pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de 16°C e precipitação média anual em torno de 1.400 mm (WREGE et al., 2012). O solo local é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico argiloso, de textura argilosa (SANTOS et al., 2013).

4.4.1 Safra 2016/2017

No ciclo agrícola 2016/2017, o experimento foi constituído por 16 tratamentos, sendo 7 cultivares comerciais americanas (Albion, Aromas, Benicia, Camarosa, Camino Real, Monterey e Portola); duas cultivares comerciais de origem italiana (Jonica e Pircinque), e 7 seleções avançadas provenientes do programa de melhoramento genético do CREA-OFA-FRF, da Itália, a saber: CE 51, CE 56, FRF 57.6, FRF 104.1, FRF LAM 269.18, FRF LAM 119.1 e FRF PA 109.2. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e unidade experimental constituída por 11 plantas.

De acordo com a resposta ao fotoperíodo, estes genótipos são classificados da seguinte maneira: a) dia curto (DC) – Benicia, Camarosa, Camino Real, Jonica, Pircinque, CE 51, CE 56, FRF LAM 269.18, FRF LAM 119.1 e FRF PA 109.2; b) dia neutro (DN) – Albion, Aromas, Monterey, Portola, FRF 57.6 e FRF 104.1.

A implantação do experimento foi realizada em duas datas. No dia 14 de abril de 2016 foram implantadas as parcelas das cultivares Albion, Camarosa, Pircinque e Jonica, e das seleções italianas. No dia 11 de maio de 2016, por sua vez, foram plantadas as mudas das cultivares Camino Real, Aromas, Monterey, Benicia e Portola. A diferença entre as datas é justificada pelo fato que o plantio do mês de abril foi realizado com mudas frescas obtidas em um viveiro localizado no município de Farroupilha/RS, enquanto o plantio de maio foi realizado com mudas frigoconservadas provenientes da Argentina, estando disponíveis apenas a partir da data em questão. Esta realidade é comum em cultivos comerciais nos quais se fazem uso de mudas chilenas ou argentinas, tendo em vista que estas mudas ficam disponíveis para os produtores em uma época mais tardia em relação àquelas produzidas em viveiros no Brasil.

Foi utilizado sistema de cultivo no solo, em campo (ver Figura 6). Os canteiros, com cerca de 0,9 m de largura, 33 m de comprimento e 0,15 m de elevação, foram feitos com auxílio de rotoencanteirador, sendo posteriormente recobertos com filme de polietileno preto ('mulching') com 30 micras de espessura. O plantio foi realizado no sistema de "V", ou quincônico, com três fileiras por canteiro, utilizando-se espaçamento de 30 cm, entre plantas e entre fileiras, resultando em uma densidade de plantio de 58.533,64 plantas por hectare. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, com três mangueiras gotejadoras por canteiro. A irrigação foi realizada

procurando-se manter a umidade do solo em níveis adequados para o bom desenvolvimento da cultura e produção de frutos.

Figura 6 - Detalhe do ensaio de avaliação de cultivares e seleções de morangueiro, no ciclo 2016/2017, logo após a sua implantação. Os quatro canteiros da esquerda correspondem ao experimento em questão. Lages, SC, CAV- UDESC, 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A correção do solo e a adubação de base foram efetuadas com base em resultado de análise de solo (ver Apêndice 2) e nas recomendações presentes no Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004). Nestas operações, foram utilizadas 8,33 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, 489 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo, e 133,3 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. As adubações de cobertura foram realizadas semanalmente, por fertirrigação, fornecendo-se os seguintes produtos: nitrito de cálcio [Ca(NO₃)₂] (9,92 g 100 plantas⁻¹); sulfato de magnésio (MgSO₄) (4,55 g 100 plantas⁻¹); sulfato de potássio (K₂SO₄) (31,25 g 100 plantas⁻¹); fosfato monoamônico (MAP) (38,74 g 100 plantas⁻¹) e P 51 (adubo líquido contendo 51% de

fósforo) ($7,3 \text{ mL } 100 \text{ plantas}^{-1}$). O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas entre os canteiros e arranque manual nas covas de plantio. O manejo fitossanitário foi realizado quando necessário, com produtos registrados pelo Ministério da Agricultura para a cultura.

As colheitas foram realizadas no período de 2 de setembro de 2016 a 26 de janeiro de 2017, totalizando 27 colheitas. Os frutos foram colhidos quando apresentavam no mínimo 75% da epiderme vermelha. Após cada colheita, os frutos foram conduzidos ao Núcleo de Tecnologia de Alimentos (NUTA 2) do CAV-UDESC, aonde os mesmos foram contados e pesados, sendo classificados de acordo com os seguintes critérios:

- a) comerciais - frutos com 10 g ou mais, sem presença de deformidades ou podridões que depreciam a qualidade comercial;
- b) pequenos – frutos com menos de 10 g;
- c) podres – frutos com 10 g ou mais, contendo sintomas de doenças, tais como mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) e antracnose (*Colletotrichum spp.*);
- d) deformados – frutos com a presença de deformações na epiderme, causadas por deficiências na polinização.

Em termos de produção, ao final da safra, foram obtidas as seguintes variáveis:

- a) produção total, comercial, e de frutos pequenos, podres e deformados (g planta^{-1}). Esta variável foi estimada somando-se os resultados de todas as colheitas, e posteriormente dividindo-se a produção em gramas pelo número de plantas presente em cada parcela;
- b) produtividade estimada (t ha^{-1}) – obtida multiplicando-se a produção por planta pela densidade de plantio;
- c) porcentagem de frutos comerciais, pequenos, podres e deformados (%) – estimada dividindo-se a produção de frutos de cada uma dessas categorias pela produção total, e posteriormente multiplicando-se por 100.

Estimou-se também a produção comercial mensal, em gramas por planta, bem como a massa média de frutos comerciais para cada mês do ciclo, em gramas por fruto, para avaliar a sazonalidade do comportamento produtivo nas cultivares e seleções avaliadas.

Para ambos os ciclos de avaliação, realizaram-se estimativas dos rendimentos financeiros brutos de cada genótipo. Esta estimativa foi calculada da seguinte maneira: as produtividades comerciais de cada mês e genótipo, em t ha^{-1} , foram

multiplicadas pelo preço médio mensal praticado no CEASA de Florianópolis-SC nos últimos cinco anos (ver Apêndice 4), em reais por quilograma de fruta fresca. Os valores de rendimentos mensais foram somadas, obtendo-se a estimativa do rendimento bruto total da safra, para cada genótipo, em reais por hectare ($R\$ ha^{-1}$).

A qualidade dos frutos dos genótipos foi avaliada em duas ocasiões na safra em questão, nos dias 10 de outubro e 8 de novembro de 2016, obtendo-se as seguintes variáveis:

- a) firmeza de polpa – realizada com um penetrômetro de bancada, em dez frutos por parcela, sendo duas leituras por fruto, uma de cada lado. Os resultados foram expressos em newtons (N);
- b) acidez titulável – obtida por meio da titulação de uma amostra de 5 mL de suco dos frutos de cada parcela, utilizando-se NaOH 0,1 N, e azul de bromotimol como indicador ácido-base. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico ($g 100 g^{-1}$ de ácido cítrico);
- c) teor de sólidos solúveis – análise realizada utilizando-se um refratômetro manual, expressando-se os resultados em graus brix ($^{\circ}$ Brix);
- d) relação sólidos solúveis / acidez titulável (relação SS/AT) – obtida por meio da razão entre os resultados do teor de sólidos solúveis pela acidez titulável de cada amostra.

4.4.2 Safra 2017/2018

No segundo ciclo de avaliação, alguns genótipos fizeram parte novamente deste estudo, enquanto outros foram excluídos. A razão para isso é que algumas cultivares e seleções haviam sido avaliadas em ciclos anteriores, já se dispondo de dados suficientes sobre a sua performance na região de estudo. Em contrapartida, foram adicionadas algumas seleções que ainda não haviam sido avaliadas em território brasileiro. Assim, na safra 2017/2018, o estudo foi composto por 15 genótipos, dos quais cinco são cultivares comerciais, a saber: Albion (norte-americana); Sabrina (espanhola); Írma, Jonica e Pircinque (italianas). Os outros dez genótipos foram seleções avançadas provenientes do CREA-OFA-FRF, da Itália, a saber: FRF 57.6, FRF 104.1, FRF 191.2, FRF LAM 263.1, FRF LAM 269.18, FRF LAM 119.1, FRF PA 109.2, FRF PIR 256.4, FRF PIR 79.6 e FRF PIR 75.8.

Quanto à resposta ao fotoperíodo, estes genótipos são classificados da seguinte maneira: a) dia curto (DC) – Jonica, Pircinque, Sabrina, FRF LAM 263.1, FRF LAM 269.18, FRF LAM 119.1, FRF PA 109.2, FRF PIR 256.4, FRF PIR 79.6 e FRF PIR 75.8; e b) dia neutro (DN) – Albion, Írmã, FRF 57.6, FRF 104.1 e FRF 191.2.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, e parcelas constituídas por onze plantas (ver Figura 7). A implantação do experimento foi realizada no dia 5 de maio de 2017. Foram utilizadas mudas frescas provenientes de um viveiro comercial localizado no município de Farroupilha/RS.

Figura 7 - Ensaio de avaliação de cultivares e seleções de morangueiro, referente ao ciclo 2017/2018. Os quatro canteiros do canto inferior esquerdo da imagem correspondem ao experimento em questão. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A correção do solo e a adubação de base foram efetuadas mediante resultado de análise de solo (ver Apêndice 3) e com base nas recomendações presentes no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004). O solo foi corrigido cerca de 30 dias antes do plantio,

com 14,8 t ha⁻¹ de calcário dolomítico. A adubação de base foi composta por 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio; 400 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo; e 83 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

O método de implantação do experimento, espaçamento de plantio, irrigação, adubações de cobertura, tratos culturais e tratamentos fitossanitários foram efetuados de maneira similar à realizada no ciclo anterior.

As colheitas tiveram início no dia 21 de setembro de 2017, e prolongaram-se até o dia 6 de fevereiro de 2018, totalizando 28 colheitas. Entretanto, houve um contratempo provocado por uma chuva de granizo, ocorrida no dia 10 de novembro de 2017, a qual danificou as plantas e interrompeu a realização das colheitas por alguns dias. Sendo assim, nas duas semanas seguintes, foram coletados os frutos remanescentes, incluindo os verdes, e a produção deste período foi estimada com base no peso médio de frutos de todas as colheitas. As colheitas normais foram retomadas no dia 30 de novembro de 2017.

Após o término do período produtivo, foram estimadas as variáveis de produção, bem como a sazonalidade da produção e da massa média de frutos comerciais, de maneira análoga à realizada para o ciclo anterior.

Os aspectos de qualidade de frutos dos genótipos foram avaliados por meio de três baterias de análises físico-químicas, realizadas nas seguintes datas: 28 de setembro e 10 de novembro de 2017, e 10 de janeiro de 2018.

As variáveis obtidas e os métodos de análise foram similares aos da safra anterior. Entretanto, foi adicionada a avaliação de coloração da epiderme dos frutos. Para esta finalidade, foi utilizado um colorímetro da marca Konica Minolta®. Foram avaliados todos os frutos de cada parcela, sendo efetuadas duas leituras por fruto, uma de cada lado, próximo ao diâmetro equatorial, obtendo-se as seguintes variáveis:

a) luminosidade da epiderme (L) - fornecida por intermédio de uma escala de 0 a 100, oscilando desde as cores mais escuras (valores menores) até as mais claras (resultados mais próximos de 100);

b) croma (c) – é a medida da pureza ou saturação da cor da epiderme. Utiliza-se uma escala de 0 a 60, oscilando do menos saturado (valores mais próximos de zero) às cores mais saturadas ou intensas (valores maiores);

c) ângulo hue (° hue) – tonalidade da epiderme. Fornecida por uma escala de 0 a 360, na qual cada valor corresponde a uma tonalidade específica.

4.4.3 Análises estatísticas

Os dados de cada safra foram analisados separadamente. Em cada caso, os resultados foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variâncias de Levènne, utilizando-se o software R (R COR TEAM, 2013). Quando satisfeitas estas condições, os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2011 b).

Para a safra 2016/2017, os dados de produção total e comercial, massa média de frutos comerciais, firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis e relação sólidos solúveis / acidez titulável foram transformados pela fórmula $Y = x^{0,5}$. Para os resultados referentes ao ciclo 2017/2018, os dados de produção ($g\ plant^{-1}$), produtividade ($t\ ha^{-1}$), número de frutos por planta e relação sólidos solúveis / acidez titulável foram transformados por meio da fórmula $Y = x^{0,5}$. Para ambas as safras, os dados de porcentagem de frutos comerciais e pequenos foram transformados por meio da fórmula $Y = \text{arc sen } (x/100)^{0,5}$, e de porcentagem de frutos deformados e podres, por sua vez, pela fórmula $Y = (x+1)^{0,5}$.

Os dados de sazonalidade da produção e da massa média comercial foram submetidos à análise de regressão, na qual o eixo X foi caracterizado pelos meses do ciclo produtivo em questão, e o eixo Y foi constituído pelas variáveis analisadas (produção e massa média comercial). Estas análises foram realizadas com auxílio do programa Sisvar.

Em ambos os ciclos de avaliação, foram efetuadas análises de correlação de Pearson entre as principais variáveis agronômicas, a níveis de 1% e 5% de significância, com auxílio do programa R. Os níveis de significância foram descritos de acordo com a significância, e também de acordo com os critérios de Devore (2010), conforme segue: a) sem correlação – até 0,19; b) fraca – 0,2 a 0,39; c) moderada – 0,40 a 0,69; d) forte – 0,70 a 0,89; e) muito forte – de 0,9 ou mais.

Também para as duas safras, os genótipos foram agrupados e correlacionados com as principais variáveis, utilizando-se a análise de componentes principais (PCA), com auxílio do programa Fitopac 2.1 (SHEPHERD, 2010).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Safra 2016/2017

Foi constatada diferença significativa entre as cultivares e seleções quanto ao desempenho produtivo (ver Tabela 6). Na safra 2016/2017, as cultivares Camino Real, Benicia e Pircinque, e a seleção CE 56 obtiveram as maiores produções totais, sendo que estes genótipos compuseram o mesmo grupo de médias para esta variável. As maiores produções comerciais, por sua vez, foram alcançadas com as cultivares Camino Real e Benicia, as quais diferiram dos demais genótipos. A média obtida com a cultivar Camino Real, a maior encontrada, foi 68,5% e 71,6% superior em relação à média geral, para produção total e comercial, respectivamente.

Tabela 6 - Desempenho produtivo de cultivares e seleções avançadas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Produção (g planta ⁻¹)**		Produtividade (t ha ⁻¹)	
	Total	Comercial	Total	Comercial
Benicia (DC)	619,78 a	589,36 a	36,28 a	34,50 a
Camarosa (DC)	368,21 c	336,08 c	21,55 c	19,67 c
Camino Real (DC)	673,09 a	611,52 a	39,40 a	35,79 a
CE 51 (DC)	462,59 b	388,58 b	27,08 b	22,74 c
CE 56 (DC)	545,97 a	473,65 b	31,96 a	27,72 b
FRF LAM 119.1 (DC)	347,15 c	289,88 c	20,32 c	16,97 d
FRF LAM 269.18 (DC)	319,59 c	287,59 c	18,71 c	16,83 d
FRF PA 109.2 (DC)	297,26 c	266,91 c	17,40 c	15,62 d
Jonica (DC)	301,98 c	274,79 c	17,68 c	16,08 d
Pircinque (DC)	552,97 a	496,41 b	32,37 a	29,06 b
Albion (DN)	341,26 c*	318,44 c	19,98 c	18,64 c
Aromas (DN)	253,38 d	228,45 d	14,83 c	13,37 d
FRF 104.1 (DN)	460,47 b	397,49 b	26,95 b	23,27 c
FRF 57.6 (DN)	444,59 b	387,22 b	26,02 b	22,67 c
Monterey (DN)	197,62 d	174,05 d	11,57 c	10,19 d
Portola (DN)	204,44 d	181,00 d	11,97 c	10,59 d
Média	399,40	356,34	23,38	20,86
CV (%)	12,31	12,30	22,64	22,88

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de produção total e comercial (g planta⁻¹) transformados pela fórmula $Y = x^{0,5}$.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

As produções por planta obtidas neste trabalho situaram-se abaixo daquelas encontradas por Miranda et al. (2014), os quais obtiveram uma produção média de 848,9 g planta⁻¹, avaliando quatro cultivares em cultivo suspenso, incluindo as cultivares Albion e Camarosa. As produtividades no presente estudo também situaram-se abaixo das conseguidas por Ferreira et al. (2019), os quais obtiveram valores variando entre 29,6 e 45,2 t ha⁻¹, para produtividade total, incluindo as cultivares Albion, Monterey e Benicia.

As baixas produções obtidas com a maioria dos genótipos no ciclo agrícola 2016/2017 podem ser explicadas pelo fato de o experimento ter sido conduzido em campo aberto, sem cobertura. Com a impossibilidade de cobrir as plantas, estas ficaram expostas a períodos de elevadas pluviosidades (ver Apêndice 8). Os períodos elevados de molhamento foliar favoreceram a incidência de doenças como mancha-de-micosferela (*Mycosphaerella fragariae*) e antracnose (*Colletotrichum acutatum*). Esta última foi responsável por danos diretos, nas flores e nos frutos, reduzindo o número de frutos por planta.

No ciclo produtivo em questão, apenas as cultivares Camino Real e Benicia obtiveram produtividades comerciais que se aproximaram da média brasileira, que é de 36,1 t ha⁻¹ (FAGHERAZZI et al., 2016). Entretanto, cinco genótipos (Pircinque, CE 56, FRF 104.1, CE 51 e FRF 57.6) superaram ou se aproximaram da média mundial de produtividade de morangos, que é de 22,7 t ha⁻¹ (FAO, 2018).

De acordo com Shaw; Larson (2002), Camino Real possui um potencial de produtividade próximo ao da cultivar Camarosa e, quando cultivada em condições ambientais e de manejo favoráveis, pode produzir frutos com massa superior a 30 gramas. A cultivar Benicia também possui elevado potencial produtivo, quando manejada de forma adequada, com frutos de elevada massa média (SHAW; LARSON, 2012).

As maiores médias para número de frutos por planta (ver Tabela 7) foram obtidas com os genótipos CE 56, Camino Real, Pircinque, CE 51, FRF 104.1, Benicia e FRF 57.6. A seleção CE 56 obteve resultados da ordem de 65,7% e 60,8% maiores que a média geral, para número de frutos total e comercial, respectivamente. Com as cultivares Benicia, Camino Real e Monterey se obtiveram as maiores massas médias de frutos comerciais. A cultivar Benicia, com a qual se obteve a estimativa mais

elevada para massa média comercial, foi 21,8% superior em relação à média geral, para esta variável.

Tabela 7 - Número de frutos por planta, total e comercial, e massa média de frutos comerciais, em cultivares e seleções avançadas de morangueiro, nas condições de Lages, SC, na safra 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Número de frutos (frutos planta ⁻¹)		Massa média comercial (g fruto ⁻¹)**
	Total	Comercial	
Benicia (DC)	28,30 a	23,87 a	24,66 a
Camarosa (DC)	20,41 b	16,09 b	20,92 b
Camino Real (DC)	34,00 a	25,68 a	23,81 a
CE 51 (DC)	32,61 a	22,27 a	17,40 c
CE 56 (DC)	39,59 a	28,52 a	16,71 c
FRF LAM 119.1 (DC)	23,22 b	16,10 b	19,61 b
FRF LAM 269.18 (DC)	18,93 b	15,13 b	19,19 b
FRF PA 109.2 (DC)	16,93 b	12,93 b	20,66 b
Jonica (DC)	18,85 b	14,50 b	19,04 b
Pircinque (DC)	33,12 a	23,84 a	20,81 b
Albion (DN)	18,64 b*	15,13 b	20,74 b
Aromas (DN)	15,04 b	11,68 c	19,22 b
FRF 104.1 (DN)	32,17 a	22,18 a	17,96 c
FRF 57.6 (DN)	26,21 a	19,28 a	20,02 b
Monterey (DN)	10,36 b	7,26 c	23,49 a
Portola (DN)	13,80 b	9,30 c	19,81 b
Média	23,89	17,74	20,25
CV (%)	23,50	24,66	4,79

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de massa média de frutos comerciais transformados pela fórmula $Y = x^{0,5}$.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os valores de número de frutos por planta alcançados neste trabalho situaram-se abaixo daqueles alcançados por Ferreira et al. (2019), os quais obtiveram médias entre 31,8 e 50,5 frutos planta⁻¹. Porém, os resultados do presente estudo situaram-se acima daqueles alcançados por Araújo et al. (2016), os quais obtiveram valores médios entre 14,25 e 18,42 frutos planta⁻¹, para as cultivares Camarosa e Camino Real. Estas variações no número de frutos por planta acontecem devido a fatores como cultivares, data de plantio (RUAN et al. 2011; ARIZA et al., 2012); práticas culturais (ARIZA et al., 2012; MIRANDA et al., 2014; ARAÚJO et al., 2016), bem como

as oscilações de temperatura, regime hídrico e incidência de doenças que acontecem durante as estações de cultivo (COSTA et al., 2015; 2016).

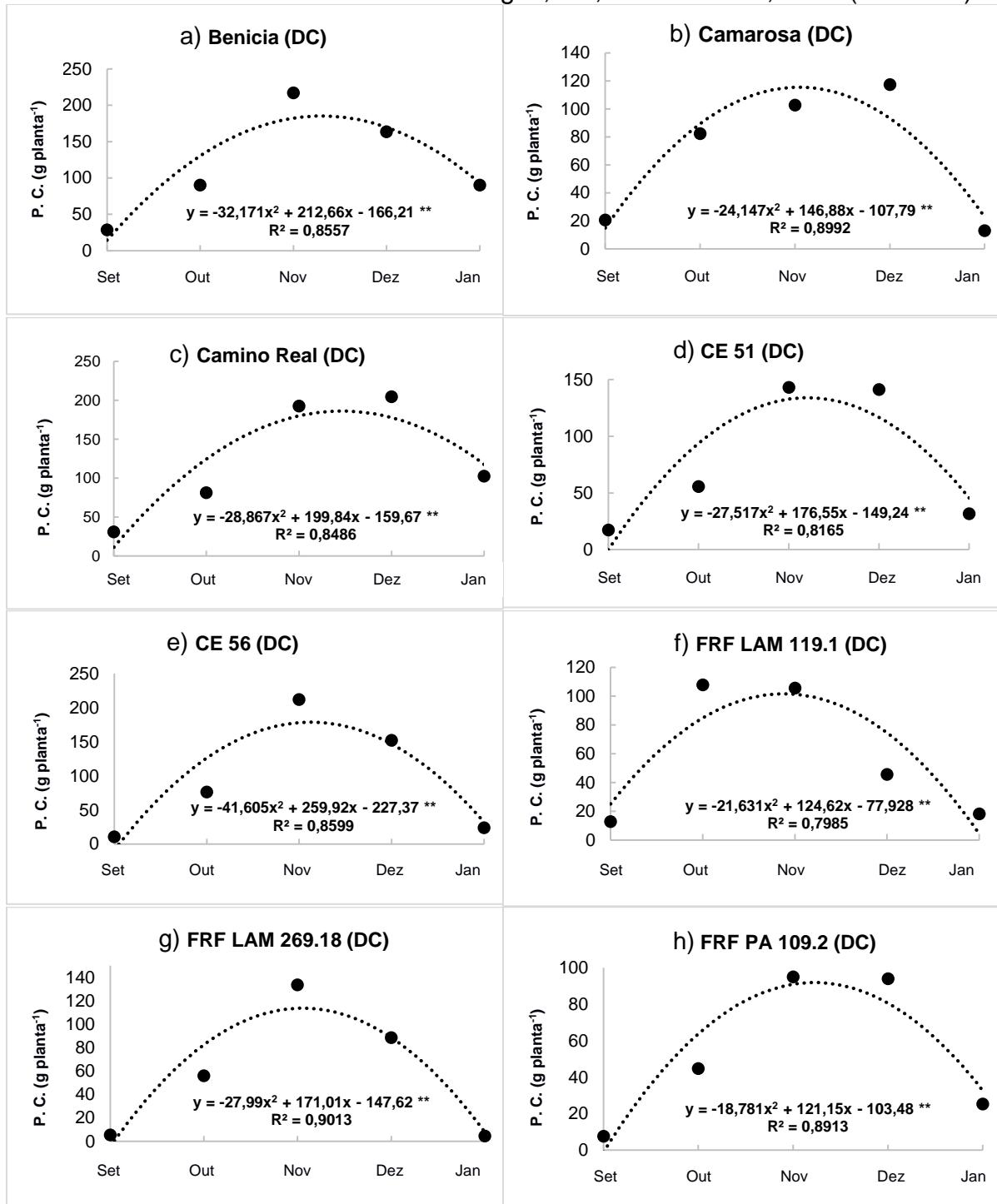
Com relação à massa média comercial, os bons resultados obtidos com as cultivares Benicia, Camino Real e Monterey podem estar relacionados com o elevado potencial genético destas cultivares para esta característica (SHAW; LARSON, 2002; 2009; 2012). No entanto, o fato de estas cultivares terem sido implantadas com utilização de mudas frigoconservadas também pode haver contribuído para este resultado. A frigoconservação das mudas contribui para suprir a demanda em horas de frio pelas cultivares, resultando em adequado acúmulo de substâncias de reserva que favorecem bom desenvolvimento da muda e maior produção de frutos (COCCO et al., 2016).

Quanto à sazonalidade produtiva, obtiveram-se regressões significativas em todos os genótipos avaliados, atestando que para todos estes houveram momentos de maior e menor produção (ver Figura 8). Para a maioria dos genótipos avaliados a regressão para a sazonalidade produtiva se ajustou a curvas quadráticas, em geral com o máximo da produção comercial no mês de novembro. Nas cultivares Pircinque e Aromas, por sua vez, a maior produção comercial ocorreu em outubro, enquanto para Albion e Camino Real dezembro foi o mês com a produção mais elevada.

As exceções foram as cultivares Monterey e Portola, para as quais foi preciso elaborar curvas de modelo de quarto grau para explicar o comportamento produtivo das mesmas ao longo da safra. Nestes genótipos ocorreram dois picos de produção, sendo o primeiro em outubro, e o segundo em dezembro.

A cultivar Pircinque se destacou com as maiores produções comerciais nos meses de setembro e outubro, enquanto a seleção CE 56 esteve entre os genótipos mais produtivos no bimestre novembro/dezembro. Pircinque é uma cultivar classificada como precoce para início da produção (FAEDI; BARUZZI, 2013), sendo característico o seu bom desempenho produtivo no início do período de colheitas. A seleção CE 56 tem como atributo uma boa diferenciação floral, sendo capaz de produzir elevado número de frutos. No entanto, o tamanho dos frutos tende a decrescer significativamente ao longo da safra, resultando em uma elevada porcentagem de frutos pequenos ao final do ciclo (FAGHERAZZI, 2017).

Figura 8 – Variação sazonal da produção comercial (g planta^{-1}) nos genótipos a) Benicia, b) Camarosa, c) Camino Real, d) CE 51, e) CE 56, f) FRF LAM 119.1, g) FRF LAM 269.18, h) FRF PA 109.2, i) Jonica, j) Pircinque, k) Albion, l) Aromas, m) FRF 104.1, n) FRF 57.6, o) Monterey e p) Portola, durante o ciclo 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019 (Continua).

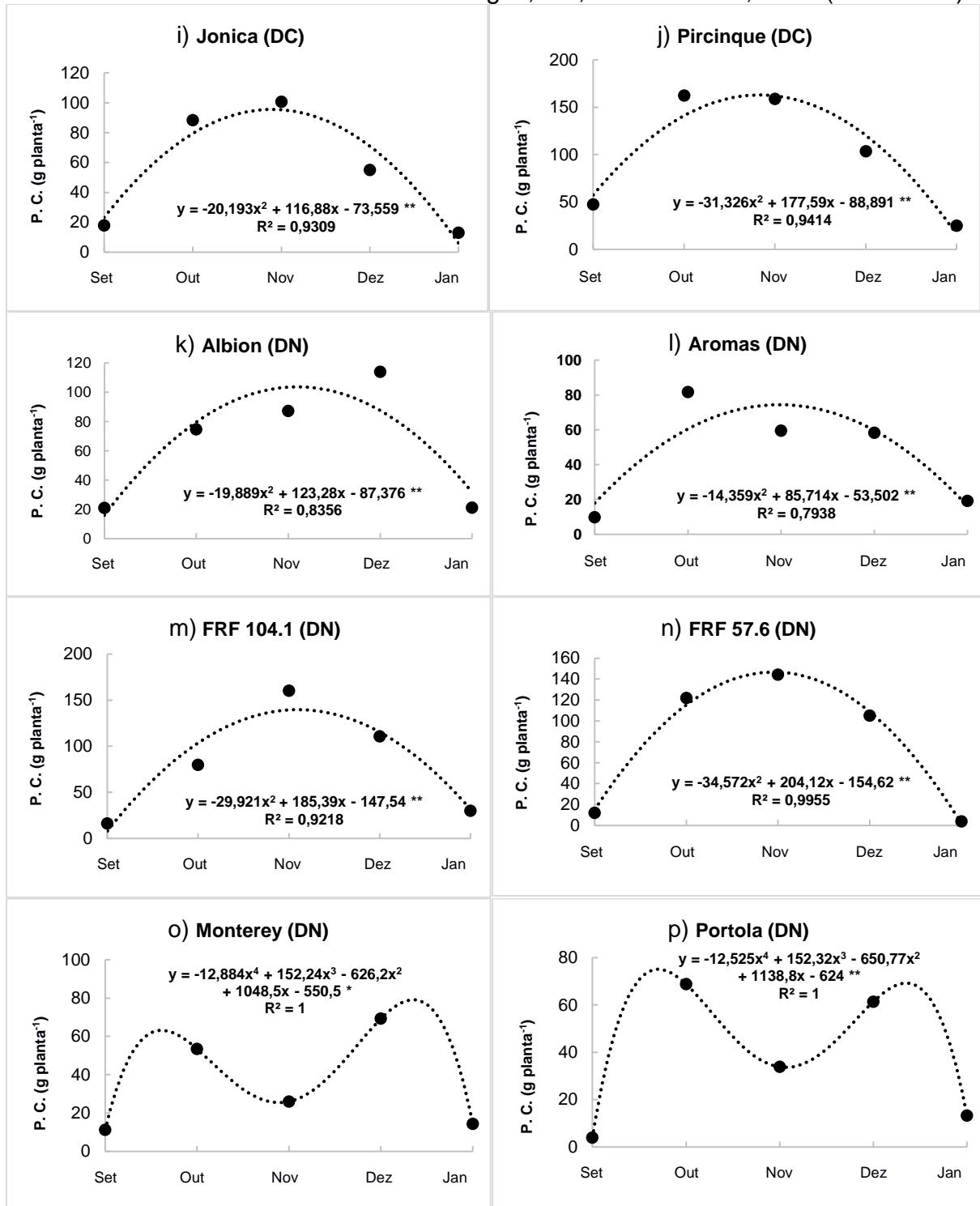


* Regressão significativa a 5% de probabilidade de erro.

** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

Legenda: P. C. = produção comercial; DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Figura 8 – Variação sazonal da produção comercial (g planta^{-1}) nos genótipos a) Benicia, b) Camarosa, c) Camino Real, d) CE 51, e) CE 56, f) FRF LAM 119.1, g) FRF LAM 269.18, h) FRF PA 109.2, i) Jonica, j) Pircinque, k) Albion, l) Aromas, m) FRF 104.1, n) FRF 57.6, o) Monterey e p) Portola, durante o ciclo 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019 (Conclusão).



* Regressão significativa a 5% de probabilidade de erro.

** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

Legenda: P. C. = produção comercial; DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

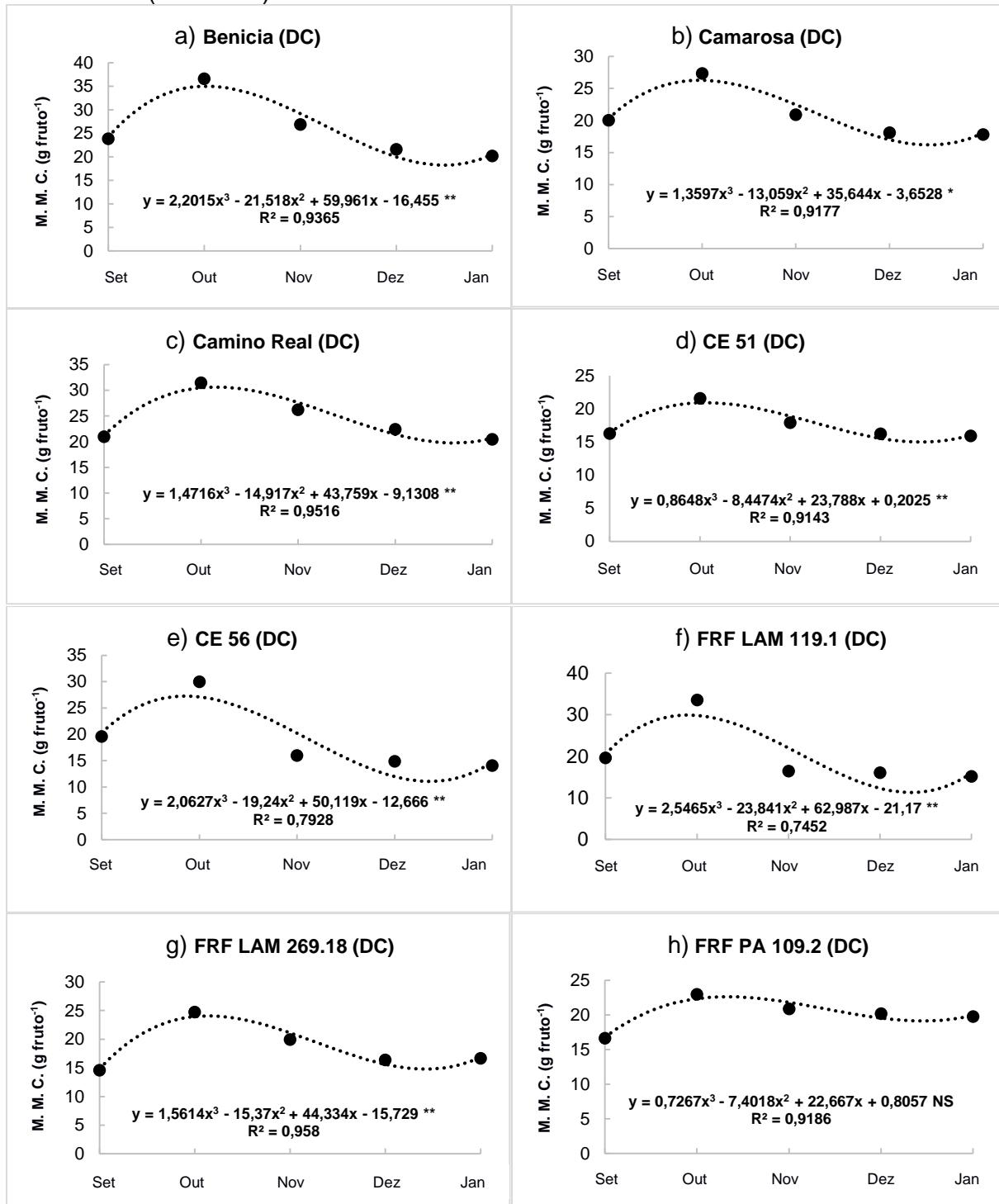
Para as cultivares Camino Real e Benicia, as mais produtivas na safra 2016/2017, há que se mencionar o destaque que estas cultivares obtiveram na fase final do ciclo produtivo, com as maiores produções comerciais nos meses de dezembro de 2016 e janeiro de 2017. Assim, dentro do referido ciclo, estas cultivares se sobressaíram não apenas pelas médias de produção mais elevadas, como também pela maior estabilidade da produção.

Com relação à sazonalidade da massa média de frutos comerciais, foram obtidas regressões significativas para a maioria dos genótipos avaliados (ver Figura 9). As exceções foram as cultivares Albion, Aromas, Monterey e Portola, e a seleção FRF PA 109.2, para as quais não houve variação significativa da massa média comercial durante o ciclo. Este fato foi particularmente observável nas cultivares Albion e Aromas, para as quais houve notável estabilidade na massa média de frutos durante a safra estudada.

De acordo com os obtentores de Albion, esta cultivar é mais propensa a produzir frutos graúdos e de boa qualidade, do que em grande quantidade (SHAW & LARSON, 2006). Os obtentores de Aromas, por sua vez, destacam como um dos pontos fortes desta cultivar a obtenção de grande volume de produção tardia (SHAW, 1998).

Para os demais genótipos, as curvas de regressão para a variação na massa média comercial se ajustaram a modelos cúbicos, com ponto de máximo no mês de outubro. Isto ocorreu principalmente nos genótipos de dia curto, incluindo as cultivares Camino Real e Benicia, as mais produtivas da referida safra. A obtenção de frutos maiores em outubro, para a maioria dos genótipos estudados, está em acordo com as informações contidas na literatura. No morangueiro, normalmente se obtêm frutos com maior massa nos primeiros meses de colheita, em virtude da forma da inflorescência do morangueiro, na qual as flores maiores, que originam os maiores frutos, são emitidas no início do período produtivo (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2007).

Figura 9 – Variação sazonal da massa média de frutos comerciais (g fruto^{-1}) nos genótipos a) Benicia, b) Camarosa, c) Camino Real, d) CE 51, e) CE 56, f) FRF LAM 119.1, g) FRF LAM 269.18, h) FRF PA 109.2, i) Jonica, j) Pircinque, k) Albion, l) Aromas, m) FRF 104.1, n) FRF 57.6, o) Monterey e p) Portola, durante o ciclo 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019 (Continua).



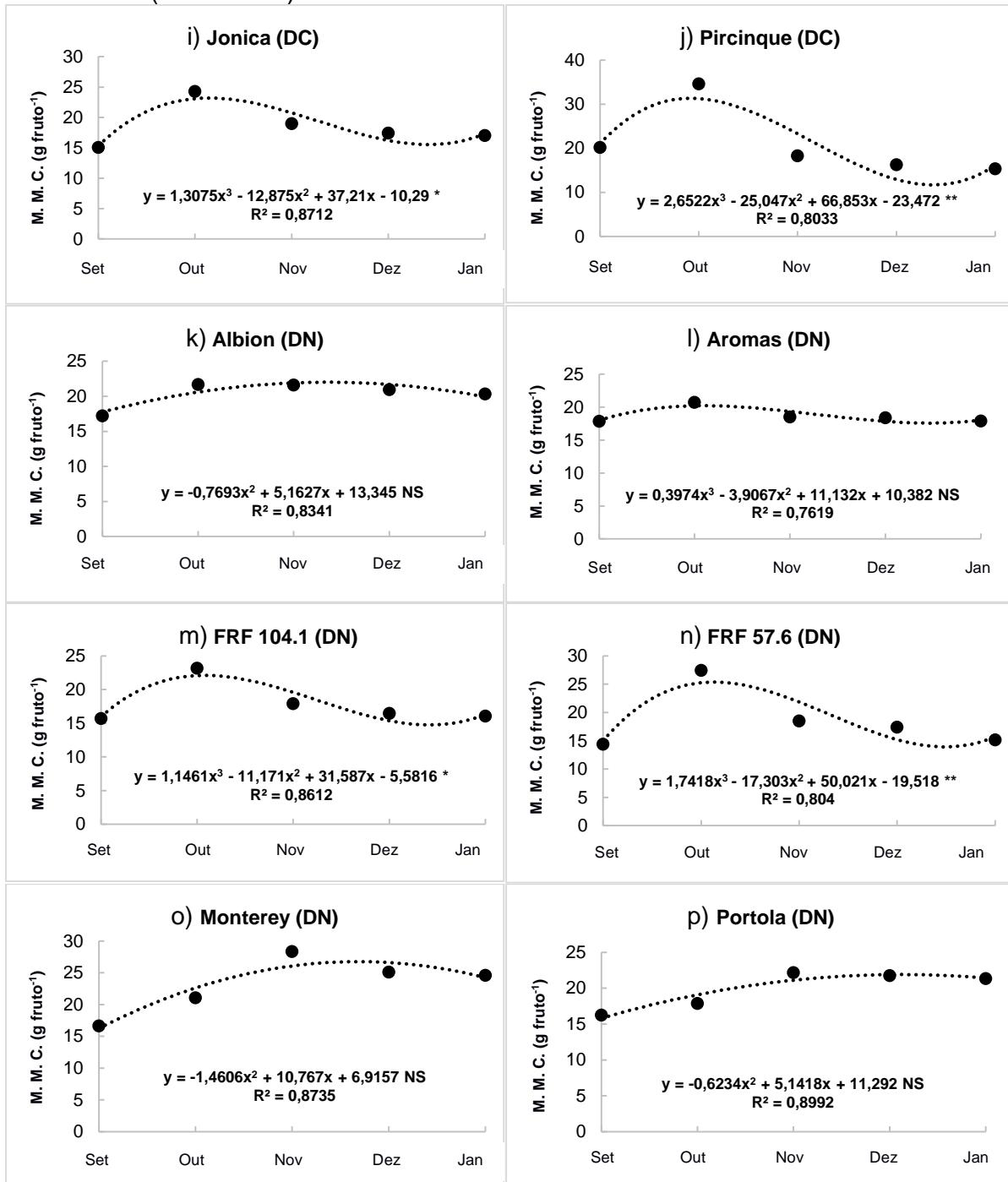
* Regressão significativa a 5% de probabilidade de erro.

** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

NS = não significativo.

Legenda: M. M. C. = massa média comercial; DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Figura 9 – Variação sazonal da massa média de frutos comerciais (g fruto^{-1}) nos genótipos a) Benicia, b) Camarosa, c) Camino Real, d) CE 51, e) CE 56, f) FRF LAM 119.1, g) FRF LAM 269.18, h) FRF PA 109.2, i) Jonica, j) Pircinque, k) Albion, l) Aromas, m) FRF 104.1, n) FRF 57.6, o) Monterey e p) Portola, durante o ciclo 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019 (Conclusão).



* Regressão significativa a 5% de probabilidade de erro.

** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

NS = não significativo.

Legenda: M. M. C. = massa média comercial; DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

No entanto, em grande parte dos genótipos, ocorreu um incremento na massa média de frutos entre setembro e outubro, para posteriormente haver o esperado decréscimo desta variável até o final do período de produção. Uma possível explicação é que os primeiros frutos colhidos se desenvolveram durante os meses de julho e agosto, quando a ocorrência de temperaturas abaixo do valor considerado base para a cultura do morangueiro, que é de 7°C (TAZZO et al., 2015), ainda eram frequentes (ver Apêndice 8). Nestas condições, as plantas reduzem o metabolismo e sintetizam menor quantidade de carboidratos, o que pode ter contribuído para o pequeno tamanho dos frutos colhidos em setembro. Além disso, uma geada ocorrida no dia 23 de agosto de 2016 danificou as anteras de algumas flores, acarretando em prejuízos na formação dos respectivos frutos.

Outro fator relacionado com a redução do tamanho dos frutos no final do ciclo produtivo são as temperaturas elevadas que ocorrem nas últimas semanas de colheita, especialmente em janeiro (ver Apêndice 8). A amplitude térmica diária é um dos fatores que interferem de maneira mais decisiva na qualidade dos frutos (tamanho e sabor). Temperaturas entre 18°C e 23°C durante o dia, e entre 12°C e 18°C à noite são favoráveis ao aumento da fotossíntese líquida nas plantas e maximização do acúmulo de amido de reserva nas coroas, favorecendo incrementos na produtividade, tamanho e qualidade dos frutos de morangueiro. Sendo o morangueiro uma espécie vegetal com metabolismo C3, estas temperaturas permitem que as plantas possam interceptar o máximo de energia luminosa e absorver boa quantidade de CO₂, sem grandes perdas de CO₂ por fotorrespiração. Ao final do ciclo, as temperaturas constantemente elevadas diminuem a fotossíntese líquida e aceleram a maturação, resultando na produção de frutos pequenos e com menor teor de açúcares (FRANQUEZ, 2008; KERBAUY, 2012; GONÇALVES et al., 2016 a).

Para a porcentagem da produção classificada como comercial foram formados dois grupos de médias (ver Tabela 8). O grupo com os melhores resultados foi composto pelas cultivares Benicia, Albion, Camarosa, Camino Real, Jonica, Aromas e Pircinque, e pelas seleções FRF PA 109.2 e FRF LAM 269.18. A classificação de grande parte dos frutos como comerciais nestes genótipos pode ter sido consequência do fato de eles haverem produzido frutos maiores, tendo em visto que, dentre os frutos classificados como não comerciais, a categoria dos frutos pequenos foi a mais expressiva.

Tabela 8 - Produção de frutos em diferentes categorias, em porcentagem da produção total, de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, na safra 2016/2017, nas condições do Planalto Sul Catarinense. Lages, SC, CAV- UDESC, 2019.

Genótipo	Porcentagem de frutos em diferentes categorias (%)**			
	Comerciais	Pequenos	Deformados	Podres
Benicia (DC)	95,05 a	3,56 b	0,17 b	1,22 ^{ns}
Camarosa (DC)	91,17 a	5,74 b	1,18 a	1,91
Camino Real (DC)	90,98 a	7,65 b	0,30 b	1,07
CE 51 (DC)	83,67 b	14,01 a	0,06 b	2,26
CE 56 (DC)	86,57 b	12,11 a	0,13 b	1,19
FRF LAM 119.1 (DC)	85,89 b	8,34 b	1,23 a	4,54
FRF LAM 269.18 (DC)	90,08 a	5,66 b	1,60 a	2,66
FRF PA 109.2 (DC)	90,53 a	7,54 b	0,39 b	1,54
Jonica (DC)	91,03 a	5,99 b	1,74 a	1,23
Pircinque (DC)	89,66 a	8,84 b	0,38 b	1,12
Albion (DN)	92,91 a*	4,83 b	0,71 b	1,55
Aromas (DN)	90,03 a	7,02 b	2,14 a	0,81
FRF 104.1 (DN)	86,22 b	12,71 a	1,12 b	0,94
FRF 57.6 (DN)	86,55 b	8,03 b	0,65 b	4,77
Monterey (DN)	87,87 b	7,77 b	1,37 a	2,98
Portola (DN)	88,63 b	11,16 a	0,22 b	0,00
Média	89,18	8,18	0,77	1,86
CV (%)	4,70	18,39	25,58	33,38

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de porcentagem de frutos comerciais e pequenos transformados pela fórmula $Y = \text{arc sen } (x/100)^{0.5}$; e de frutos deformados e podres, transformados pela fórmula $Y = (x+1)^{0.5}$.

^{ns} Não significativo.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Porcentagens mais elevadas de frutos classificados como pequenos foram encontradas em CE 51, FRF PA 109.2, CE 56 e Portola, e de frutos deformados, por sua vez, em Aromas, Jonica, FRF LAM 269.18, Monterey, FRF LAM 119.1 e Camarosa. Não houve diferença significativa entre os genótipos para porcentagem de frutos podres, sendo pequena a participação desta categoria no total de frutos produzidos.

Em CE 51 e CE 56 a elevada incidência de frutos pequenos é uma consequência da inflorescência bastante ramificada destas seleções, a qual, no final do ciclo, resulta na redução do tamanho dos frutos. Outra possível explicação é o fato

de estas seleções estarem no grupo com maior número de frutos, tanto totais como comerciais. De acordo com Hancock; Sjulin; Lobos (2008), é comum os componentes número e massa média de frutos serem inversamente correlacionados no morangueiro, pois a partição dos fotoassimilados para um número maior de frutos reduz o tamanho médio dos mesmos. A presença de frutos deformados, por sua vez, pode ser uma característica ligada à carga genética da cultivar, conforme descrito por Ariza et al. (2012), segundo os quais a incidência de frutos deformados no morangueiro é uma consequência de falhas na polinização, e ocorre em função de vários fatores, como cultivar, época de plantio, temperatura média e presença de polinizadores. A época de plantio exerce influência sobre as condições de temperatura e umidade que as plantas recebem, o que, por sua vez, interfere na eficiência da polinização.

Franquez (2008) afirma que temperaturas muito baixas e umidade excessiva reduzem a viabilidade nos grãos de pólen, acarretando em prejuízos sobre a fertilização dos aquêniros. Os insetos polinizadores, juntamente com o vento, constituem os principais agentes de polinização no morangueiro (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2007). Há que se citar ainda o evento da geada ocorrida no dia 23 de agosto de 2016. No morangueiro, as geadas danificam as anteras das flores, causando prejuízos sobre a fertilização e resultando na formação de frutos deformados. Este fato pode ter contribuído para aumentar a incidência de frutos deformados nas primeiras colheitas.

Houve diferença entre as cultivares e seleções avaliadas quanto à estimativa do rendimento bruto total (ver Tabela 9). Verificou-se que as cultivares com as quais se obtiveram as maiores produções também proporcionaram maiores estimativas de rendimento financeiro na safra 2016/2017. Três grupos de médias foram formados, sendo que as cultivares Camino Real, Benicia e Pircinque compuseram o grupo com os melhores resultados. Na cultivar Camino Real, com a qual se obteve a melhor estimativa de rendimento financeiro ao final da safra, o resultado calculado foi 65,9% maior do que a média de todos os genótipos. As seleções avançadas CE 56, FRF 104.1, FRF 57.6 e CE 51 formaram o segundo grupo de médias com melhores resultados. Os demais genótipos não diferiram entre si para esta variável.

A presença da cultivar Pircinque no primeiro grupo de médias, e da seleção FRF 57.6 no segundo grupo de médias pode estar relacionada com o bom desempenho produtivo destes genótipos no mês de outubro. Na CEASA-SC de

Florianópolis, este foi o mês que proporcionou o melhor preço médio de venda na média do quinquênio 2014-2018 (ver Apêndice 4). Nas cultivares Camino Real e Benicia, em contrapartida, as estimativas de rendimento financeiro estão relacionadas com o desempenho produtivo que estas cultivares obtiveram ao longo de quase toda a safra, tendo em vista que o máximo da produção nestas cultivares ocorreu nos meses de novembro e dezembro (ver Figura 8). Nestes meses, os preços médios são um pouco menores do que em outubro.

Tabela 9 – Rendimento bruto total estimado ($R\$ \text{ha}^{-1}$) de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, na safra 2016/2017, nas condições do Planalto Sul Catarinense. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Total ($R\$ \text{ha}^{-1}$)**
Benicia (DC)	223.685,77 a
Camarosa (DC)	129.709,83 c
Camino Real (DC)	228.666,68 a
CE 51 (DC)	147.314,66 b
CE 56 (DC)	182.789,50 b
FRF LAM 119.1 (DC)	116.524,34 c
FRF LAM 269.18 (DC)	112.372,24 c
FRF PA 109.2 (DC)	101.535,58 c
Jonica (DC)	109.235,97 c
Pircinque (DC)	196.339,11 a
Albion (DN)	121.859,30 c
Aromas (DN)	89.895,01 c
FRF 104.1 (DN)	153.931,57 b
FRF 57.6 (DN)	153.758,65 b
Monterey (DN)	66.401,43 c
Portola (DN)	70.704,66 c
Média	137.795,27
CV (%)	23,08

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Outro fator que pode ser considerado com as cultivares Camino Real e Benicia, as quais obtiveram as maiores produções no mês de janeiro, é a possibilidade de comercializar para mercados da região Sudeste, neste período. Nos meses de dezembro e janeiro, os preços médios retomam uma trajetória de alta na CEAGESP

de São Paulo (ver Apêndice 5). A título de exemplo, o preço médio praticado em janeiro na CEASA-SC em Florianópolis-SC é de R\$ 5,66 kg⁻¹, enquanto na CEAGESP em São Paulo-SP, no mesmo mês, este valor é de R\$11,80 kg⁻¹ (CONAB, 2019). Isto acontece porque o período de janeiro a maio na região Sudeste é caracterizado como de entressafra (FAGHERAZZI et al., 2017), o que faz com que entre dezembro e maio os preços subam continuamente, recuperando a trajetória de queda em junho, quando a oferta do produto volta a subir (ver Apêndice 5).

Ronque et al. (2013) calcularam um custo total de produção para o sistema de cultivo no solo, com cobertura no sistema de túneis baixos, de R\$ 58.572,63 ha⁻¹, para o período de 1 ano. Considerando-se este valor como base, todos os genótipos avaliados na safra 2016/2017 proporcionariam lucro. Entretanto, com a cultivar Monterey, por exemplo, com a qual se obteve a menor produtividade, dividindo-se a estimativa de rendimento líquido total ao longo da safra (R\$ 7.828,80 ha⁻¹) pelos 12 meses do ano, seria obtido um rendimento mensal líquido de apenas R\$ 652,40 ha⁻¹. Isto tornaria a atividade arriscada, em virtude das oscilações que normalmente ocorrem no preço de venda e em todos os componentes do custo produção, como insumos e mão-de-obra (SPRANDEL, 2017).

Com relação às características qualitativas, apenas não foi observada diferença entre os genótipos para a variável firmeza de polpa (ver Tabela 10). O fato de não ter havido diferença entre os genótipos estudados para firmeza de polpa foi contrário ao esperado, tendo em vista que existe ampla variabilidade entre diferentes populações de morangueiro para esta característica (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008) e a mesma é passível de elevado ganho por seleção em programas de melhoramento, podendo chegar a mais de 50% de ganho por seleção (MURTI; KIM; YEOUNG, 2012).

Para a variável acidez titulável foram formados três grupos de médias, sendo que as cultivares Albion, Camarosa e Jonica, e a seleção FRF LAM 269.18 compuseram o grupo com os valores mais elevados de acidez. O grupo com as médias de acidez mais baixas, por sua vez, foi composto com as seleções FRF 104.1, FRF PA 109.2, FRF 57.6, FRF LAM 119.1, e com as cultivares Monterey, Pircinque, Benicia e Aromas. Nesta variável, foi encontrada uma diferença de 32,7% entre o menor resultado, obtido com a seleção FRF 104.1 (0,55 g 100⁻¹ de ácido cítrico), e as maiores médias, obtidas com os genótipos Albion e FRF LAM 269.18 (0,73 g 100⁻¹ de ácido cítrico).

Tabela 10 - Características qualitativas de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Firmeza de polpa (N)**	Acidez titulável (g 100 g ⁻¹ de ácido cítrico)	Teor de sólidos solúveis (° Brix)**	Relação sólidos solúveis / acidez titulável**
Benicia (DC)	5,54 ^{ns}	0,60 c*	8,97 a	15,05 a
Camarosa (DC)	5,45	0,72 a	7,73 b	10,79 c
Camino Real (DC)	5,59	0,67 b	8,67 a	12,90 b
CE 51 (DC)	5,62	0,65 b	9,03 a	13,81 a
CE 56 (DC)	5,72	0,64 b	9,50 a	14,74 a
FRF LAM 119.1 (DC)	5,07	0,61 c	8,73 a	14,30 a
FRF LAM 269.18 (DC)	5,67	0,73 a	9,37 a	12,76 b
FRF PA 109.2 (DC)	5,62	0,56 c	8,77 a	15,75 a
Jonica (DC)	5,57	0,71 a	8,18 b	12,19 b
Pircinque (DC)	5,52	0,58 c	7,50 b	12,96 b
Albion (DN)	5,50	0,73 a	8,53 a	11,55 c
Aromas (DN)	5,54	0,63 c	7,95 b	12,58 b
FRF 104.1 (DN)	5,67	0,55 c	8,88 a	16,20 a
FRF 57.6 (DN)	5,20	0,58 c	8,75 a	15,08 a
Monterey (DN)	5,31	0,57 c	8,00 b	14,08 a
Portola (DN)	5,70	0,69 b	7,63 b	11,16 c
Média	5,41	0,64	8,51	13,49
CV (%)	2,72	6,16	4,38	4,92

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis e relação sólidos solúveis / acidez titulável transformados pela fórmula $Y = x^{0.5}$.

ns Não significativo.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Quanto à acidez titulável, não se observaram resultados diferentes de acordo com a origem dos acessos avaliados, sendo que tanto genótipos italianos quanto americanos estiveram presentes nos grupos de médias com maiores e menores valores de acidez. Fato semelhante ocorreu para o teor de sólidos solúveis. Dentre os acessos providos de frutos com maiores teores de açúcares, houve uma presença marcante das seleções avançadas italianas (CE 51, CE 56, FRF LAM 119.1, FRF LAM 269.18, FRF PA 109.2, FRF 104.1 e FRF 57.6) sendo que todas estas foram dispostas no primeiro grupo de médias para esta variável. Entretanto, neste grupo foram alocadas também as cultivares americanas Albion, Camino Real e Benicia. Estas

cultivares são caracterizadas por possuírem maior concentração de sólidos solúveis e melhor qualidade organoléptica do que outras cultivares desenvolvidas na Universidade da Califórnia entre as décadas de 1990 e 2000 (SHAW; LARSON, 2002; 2006; 2012).

A estimativa de teor de sólidos solúveis obtida com o genótipo CE 56, a maior encontrada, foi 11,6% superior à média geral. Para a variável relação sólidos solúveis / acidez titulável, houve a formação de três grupos de médias, sendo que o grupo com os melhores resultados foi composto pelas seleções FRF 104.1, FRF PA 109.2, FRF 57.6, CE 56, FRF LAM 119.1 e CE 51, e pelas cultivares Benicia e Monterey. Na seleção FRF 104.1 a estimativa obtida para a relação sólidos solúveis / acidez titulável foi 20,1% maior em relação à média de todos os genótipos.

As duas cultivares italianas presentes neste estudo – Pircinque e Jonica – estiveram presentes no grupo de médias com menor concentração de sólidos solúveis. Este fato contrariou a expectativa, tendo em vista que estas cultivares foram selecionadas para elevada concentração de açúcares (FAEDI; BARUZZI, 2013; FAEDI et al., 2013), sendo até mesmo classificadas como super doces (FAGHERAZZI, 2017).

Uma possível explicação para o fato descrito no parágrafo anterior é que a interação genótipos x ambientes tenha exercido efeito sobre o teor de sólidos solúveis nas cultivares Pircinque e Jonica. Fatores ambientais específicos (possivelmente relacionadas a oscilações de temperatura e umidade, no ar e no solo, regime hídrico e incidência de patógenos e pragas) podem ter influenciado a homeostase de desenvolvimento nestas cultivares, que é a capacidade das plantas sofrerem alterações fisiológicas ou estruturais desencadeadas por algum fator ambiental. Estas alterações ocorrem para favorecer a adaptação destes indivíduos ao meio, o que nem sempre é favorável do ponto de vista agronômico (BORÉM, 1998).

As cultivares americanas Monterey e Benicia, juntamente com as seleções italianas, compuseram o grupo com os maiores valores de relação sólidos solúveis / acidez titulável. A exceção dentre as seleções italianas foi FRF LAM 269.18, a qual não fez parte deste grupo porque obteve uma das médias de acidez mais elevadas. O grupo com os menores valores de relação sólidos solúveis / acidez titulável foi composto pelas cultivares americanas Albion, Camarosa e Portola. Com Albion, isto ocorreu porque os frutos desta cultivar obtiveram acidez elevada. Na cultivar Portola, por sua vez, esta relação foi uma das menores, devido ao baixo teor de sólidos

solúveis em relação à maioria dos genótipos. Para a cultivar Camarosa, isto ocorreu tanto por ter apresentado acidez elevada, quanto um dos menores conteúdos de sólidos solúveis.

Quanto às estimativas de correlações entre variáveis, foi possível observar que, na safra 2016/2017, a produção esteve mais relacionada com o número de frutos por planta do que com o tamanho dos frutos (ver Tabela 11). Com efeito, o número de frutos por planta esteve fortemente correlacionado com as produções total e comercial, com magnitudes entre 0,85 e 0,94. Este resultado entra em acordo com o obtido por Fagherazzi (2017), para o qual o número de frutos por planta correlacionou-se com a produtividade, enquanto a massa fresca comercial não influenciou a produção total de maneira significativa. Entretanto, nos trabalhos de Mishra; Ram; Kumar (2015), e de Singh et al. (2018), a produtividade foi positivamente correlacionada com o número de frutos por planta, e também com a massa média de frutos.

Tabela 11 - Matriz de correlações de Pearson entre as variáveis obtidas, no estudo de adaptabilidade de cultivares e seleções avançadas de morangoiro, na safra 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

	PT	PC	MC	PP	NC	NT	FR	AT	SS	RT
PT	-	0,99*	0,16	0,02	0,94**	0,90**	0,06	-0,10	0,25**	0,23
PC		-	0,23	0,14	0,92**	0,85**	0,06	-0,07	0,23	0,19
MC			-	0,48**	0,14	-0,23	-0,11	-0,11	-0,18	-0,07
PP				-	-0,07	-0,26*	0,02	0,23	-0,13	-0,28*
NC					-	0,97**	0,09	-0,08	0,29**	0,25*
NT						-	0,09	-0,13	0,28*	0,28*
FR							-	0,13	0,05	-0,02
AT								-	0,09	-0,71**
SS									-	0,63**
RT										-

* Correlação significativa a 5% de probabilidade de erro.

** Correlação significativa a 1% de probabilidade de erro.

Legenda: PT = produção total. PC = produção comercial. MC = massa média comercial. PP = porcentagem da produção comercial. NC = número de frutos comerciais. NT = número de frutos total. FR = firmeza de polpa. AT = acidez titulável. SS = teor de sólidos solúveis. RT = relação sólidos solúveis / acidez titulável.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

No presente estudo, apesar de não ter havido significância para a correlação entre massa de frutos e produção por planta, houve correlação moderada entre a

massa fresca média e a porcentagem dos frutos classificada como comercial. Isto ocorreu porque, dentre os frutos não comercializáveis, a parcela mais representativa foi a dos frutos pequenos.

Houve correlação negativa e fraca entre a porcentagem de frutos comercializáveis e o número total de frutos por planta. A provável explicação para isto é que, no presente trabalho, plantas com maior número de frutos estariam propensas a ter uma parcela maior de frutos classificados como pequenos. Isso acontece devido à maior competição existente entre os frutos nestas cultivares, pois a participação de fotoassimilados para um número elevado de frutos limita o crescimento dos mesmos. Mishra; Ram; Kumar (2015) encontraram correlação moderada e positiva entre número de frutos por planta e massa fresca média. Entretanto, Fagherazzi (2017) obteve correlação inversa entre estas variáveis.

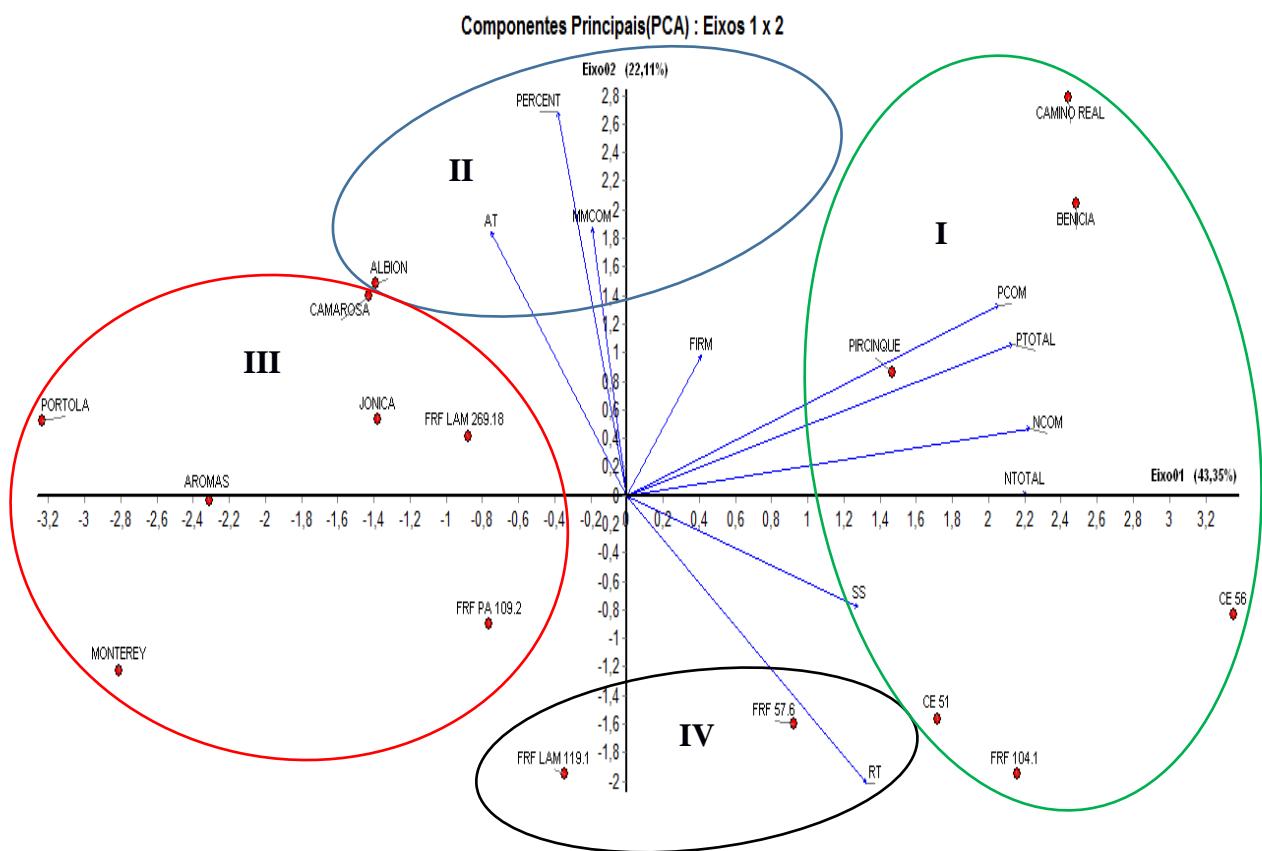
No presente trabalho, houve correlação positiva entre teor de sólidos solúveis com as variáveis produção total e número de frutos totais e comerciais. Esta correlação positiva contraria algumas informações presentes na literatura. No moranguinho, na grande maioria dos casos, a produtividade é inversamente relacionada com a concentração de açúcares nos frutos (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008). No entanto, Mishra; Ram; Kumar (2015) obtiveram correlação positiva entre teor de sólidos solúveis e produção por planta. Estes resultados constituem um indicativo de que a seleção simultânea de genótipos que combinam elevada produtividade e frutos com alto conteúdo de sólidos solúveis, apesar de desafiadora, é possível de ser realizada.

Por meio da análise de componentes principais (ver Figura 10) quatro grupos distintos foram formados, com base nas relações existentes entre os genótipos e as variáveis obtidas. As variáveis produção total e comercial, número de frutos totais e comerciais e teor de sólidos solúveis foram alocadas no componente principal 1 (eixo das abscissas). Os genótipos Camino Real, Benicia, Pircinque, CE 56, CE 51 e FRF 104.1 formaram um grupo proximamente relacionado com estas variáveis (grupo I).

O fato de a análise por componentes principais ter disposto os genótipos correlacionados com produtividade e teor de sólidos solúveis no mesmo grupo é uma ocorrência interessante para um trabalho de seleção de genótipos promissores. De uma maneira geral, é difícil obter seleções ou cultivares providas ao mesmo tempo de elevada capacidade produtiva e frutos doces. No presente estudo, este fato foi observado em Benicia e CE 56, sendo que estes tratamentos se destacaram tanto em

produtividade quanto em qualidade de frutos, visando o mercado consumidor *in natura*.

Figura 10 - Análise de componentes principais para as variáveis e genótipos estudados no Ensaio de Adaptabilidade, na safra 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Legenda: NTOTAL = número de frutos total. NCOM = número de frutos comerciais. PTOTAL = produtividade total. PCOM = produtividade comercial. FIRM = firmeza de polpa. MMCOM = massa média comercial. PERCENT = porcentagem da produção comercial. AT = acidez titulável. SS = teor de sólidos solúveis. RT = relação sólidos solúveis / acidez titulável.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O grupo II, por sua vez, foi formado apenas pela cultivar Albion, sendo este grupo proximamente relacionado com as variáveis massa média comercial, porcentagem da produção comercial, firmeza de polpa e acidez titulável. Este grupo foi alocado no componente principal 2 (eixo das ordenadas).

No grupo III, foram alocadas as cultivares Camarosa, Jonica, Aromas, Monterey e Portola, e as seleções FRF PA 109.2 e FRF LAM 269.18. Embora as duas seleções deste grupo tenham obtidos bons resultados no que se refere à doçura e relação entre sólidos solúveis e acidez dos frutos (ver Tabela 10), por meio da análise de

componentes principais não foi encontrada relação entre estes genótipos e as variáveis estudadas. Assim, por alguma adversidade ocorrida durante o ciclo em questão, tais genótipos podem não ter expressado todo o seu potencial, devendo ser avaliados por mais ciclos. A cultivar Camarosa também não esteve relacionada com as principais variáveis obtidas, o que contraria os resultados encontrados por Costa et al. (2015). De acordo com estes autores, esta cultivar apresenta elevada estabilidade fenotípica, resultando em desempenhos produtivos e qualitativos satisfatórios em variados ambientes e anos de avaliação.

As cultivares Aromas, Monterey e Portola se dispuseram de maneira oposta às principais variáveis produtivas e qualitativas. Assim, a análise de componentes principais confirmou o seu desempenho agronômico desfavorável no presente trabalho. É provável que a causa deste resultado tenha sido a não adaptação às condições ambientais que caracterizaram o local de estudo, durante o ciclo agrícola 2016/2017. De acordo com estudos de adaptabilidade realizados em condições brasileiras, cultivares de morangoiro apresentam desempenho produtivo e qualitativo distintos em diferentes locais de avaliação (PÁDUA et al. 2015 a; COSTA et al. 2015; 2016).

No grupo IV, por sua vez, foram agrupadas as seleções FRF 57.6 e FRF LAM 119.1, as quais se correlacionaram com a variável relação sólidos solúveis / acidez titulável. Assim, estas seleções podem constituir opções promissoras para o melhoramento com base no sabor dos frutos. Entretanto, considerando-se a possibilidade de utilização futura destes acessos a nível comercial, o desempenho produtivo dos mesmos precisa ser novamente avaliado, por diferentes anos e locais.

4.5.2 Safra 2017/2018

No ciclo agrícola 2017/2018, houve diferença significativa entre as cultivares e seleções avaliadas, para todas as variáveis de produção, sendo formados quatro grupos de médias para produção por planta, total e comercial, e produtividade por hectare. Os melhores resultados foram obtidos com a cultivar Sabrina, a qual diferiu de todos os outros genótipos avaliados (ver Tabela 12). As estimativas de produção total e comercial obtidas com Sabrina foram, respectivamente, 65,8% e 77,0% maiores em relação às médias gerais para estas variáveis. Quanto à produtividade total, o segundo grupo de médias com melhores resultados foi formado por Pircinque,

FRF PA 109.2, FRF PIR 79.6 e Jonica. Para produtividade comercial, o segundo grupo com melhores resultados foi composto pelos genótipos FRF PA 109.2, Pircinque e FRF PIR 79.6.

Tabela 12 - Desempenho produtivo de cultivares e seleções avançadas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) nas condições do município de Lages, SC, na safra 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Produção (g planta ⁻¹)**		Produtividade (t ha ⁻¹)**	
	Total	Comercial	Total	Comercial
Jonica (DC)	800,69 b	568,94 c	46,87 b	33,30 c
Pircinque (DC)	936,59 b	708,31 b	54,82 b	41,46 b
Sabrina (DC)	1.231,77 a	1.016,00 a	72,10 a	59,47 a
FRF LAM 119.1 (DC)	680,32 c	511,78 c	39,82 c	29,96 c
FRF LAM 263.1 (DC)	683,19 c	496,58 c	39,99 c	29,07 c
FRF LAM 269.18 (DC)	711,60 c	530,07 c	41,65 c	31,03 c
FRF PA 109.2 (DC)	919,98 b	761,95 b	53,85 b	44,60 b
FRF PIR 256.4 (DC)	555,64 d	450,83 d	32,52 d	26,39 d
FRF PIR 75.8 (DC)	635,16 c	552,89 c	37,18 c	32,36 c
FRF PIR 79.6 (DC)	840,99 b	665,67 b	49,23 b	38,96 b
Albion (DN)	641,11 c*	509,90 c	37,53 c	29,85 c
Írma (DN)	542,70 d	382,90 d	31,77 d	22,41 d
FRF 104.1 (DN)	688,05 c	488,51 c	40,27 c	28,59 c
FRF 191.2 (DN)	515,18 d	387,64 d	30,16 d	22,69 d
FRF 57.6 (DN)	759,94 c	578,55 c	44,48 c	33,86 c
Média	742,86	574,03	43,48	33,60
CV (%)	8,30	8,75	8,30	8,75

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de produção (g planta⁻¹) e produtividade (t ha⁻¹) transformados pela fórmula $Y = X^{0,5}$.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Elevadas produtividades são importantes para garantir o retorno econômico necessário que viabilize o cultivo, especialmente em culturas tipicamente exploradas em pequenas áreas, como é o caso do morangueiro. Em muitas propriedades familiares a área cultivada com morangos possui em torno de 0,3 hectare (RONQUE et al., 2013). De acordo com estes autores, em uma área de cultivo desta magnitude, podem ser necessárias produções totais acima de 800 g planta⁻¹ para assegurar um saldo positivo do investimento, em virtude das oscilações que sempre ocorrem nos

outros fatores, tais como o custo das mudas e dos insumos e, principalmente, o valor recebido no momento da comercialização.

Quanto ao número total de frutos por planta, as cultivares Sabrina, Pircinque e Jonica compuseram o grupo de médias com os maiores resultados (ver Tabela 13). Com Sabrina se obteve o maior número de frutos comerciais, diferindo de todos os demais genótipos. Com esta cultivar, foram obtidos resultados de número de frutos totais e comerciais, respectivamente, 38,6% e 52,8% maiores do que as médias destas variáveis. Os genótipos Pircinque e FRF PA 109.2, por sua vez, formaram um segundo grupo de médias para número de frutos comerciais.

Tabela 13 - Número de frutos por planta, totais e comerciais, e massa média de frutos comerciais, em cultivares e seleções avançadas de morangueiro, nas condições de Lages, SC, na safra 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Número de frutos (frutos planta ⁻¹)**		Massa média comercial (g fruto ⁻¹)
	Total	Comercial	
Jonica (DC)	73,87 a	30,56 c	18,62 b
Pircinque (DC)	74,24 a	40,37 b	17,65 c
Sabrina (DC)	78,48 a	48,00 a	21,10 a
FRF LAM 119.1 (DC)	53,95 b	29,75 c	17,18 c
FRF LAM 263.1 (DC)	64,81 b	31,89 c	15,58 d
FRF LAM 269.18 (DC)	54,27 b	28,34 c	18,68 b
FRF PA 109.2 (DC)	59,30 b	36,91 b	20,57 a
FRF PIR 256.4 (DC)	35,24 c	23,66 d	18,93 b
FRF PIR 75.8 (DC)	42,65 c	30,58 c	18,17 b
FRF PIR 79.6 (DC)	57,21 b	33,23 c	18,69 b
Albion (DN)	38,63 c*	25,91 d	19,67 a
Írma (DN)	44,00 c	24,11 d	15,89 d
FRF 104.1 (DN)	61,77 b	30,49 c	15,93 d
FRF 191.2 (DN)	46,78 c	23,84 d	16,28 d
FRF 57.6 (DN)	64,31 b	33,67 c	17,31 c
Média	56,63	31,42	18,02
CV (%)	8,23	8,21	5,89

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de número de frutos totais e comerciais transformados pela fórmula $Y = x^{0.5}$.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Quanto à massa média de frutos comerciais, quatro grupos de médias foram formados, sendo o grupo com os melhores resultados composto pelos genótipos

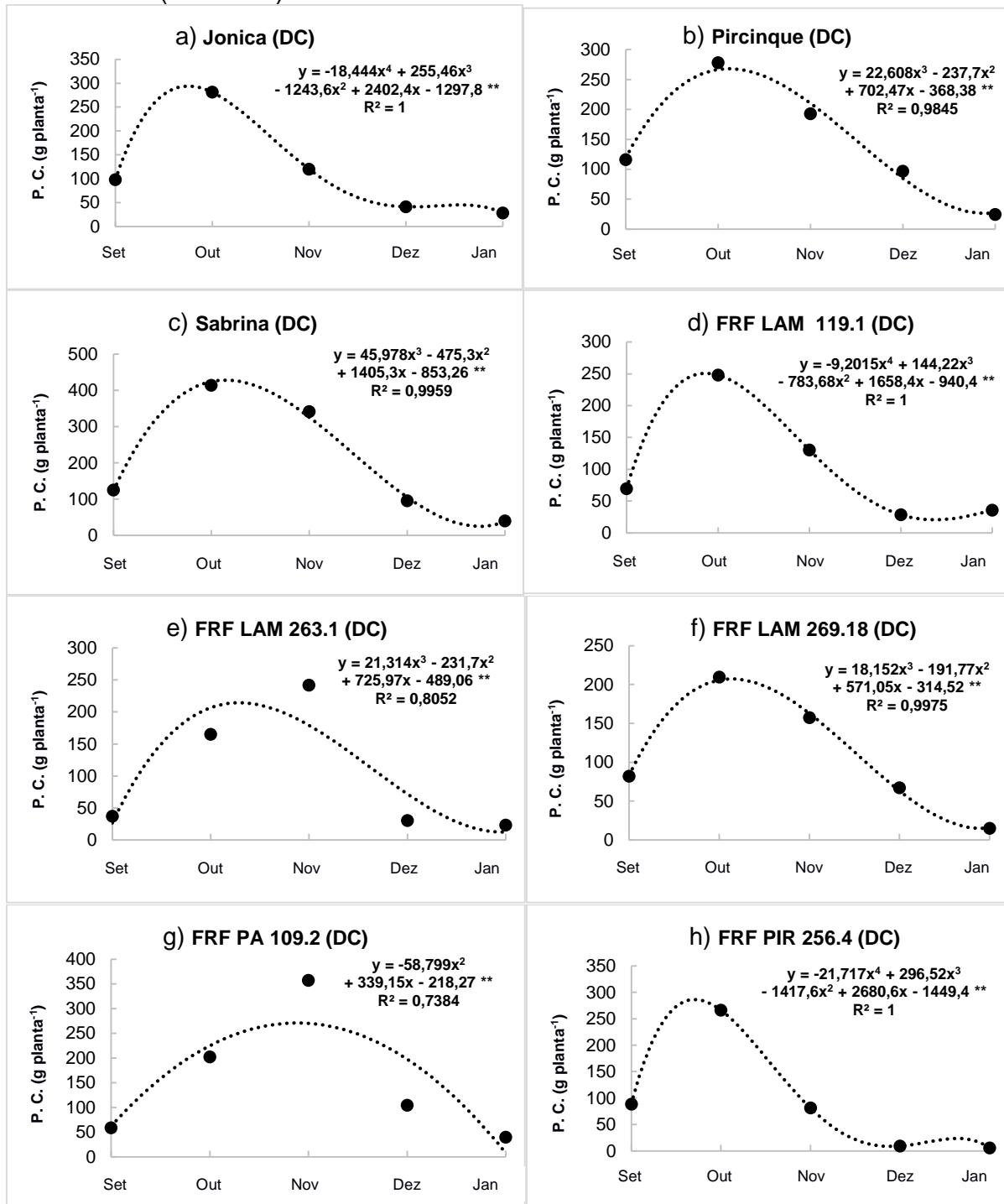
Sabrina, FRF PA 109.2 e Albion. A massa média comercial obtida com Sabrina foi 17,1% superior à média geral para esta variável.

O número e a massa dos frutos são os principais componentes de produção do morangueiro (OLIVEIRA; BONOW, 2012). Mishra; Ram; Kumar (2015) obtiveram valores de herdabilidade no sentido amplo de 74,81 e 85,17%, para número de frutos por planta e massa fresca média de frutos, respectivamente, indicando que estas características são fortemente influenciadas pelo genótipo, e que a seleção correta das cultivares é imprescindível para que se possa obter elevados parâmetros produtivos.

No presente trabalho, dentro do ciclo produtivo em questão, houve correlação positiva entre massa média de frutos comerciais e a densidade da folhagem nos genótipos estudados, avaliada por escala de notas (ver Apêndice 6). O valor encontrado para a correlação de Pearson entre estas duas variáveis foi de 0,33, sendo esta correlação significativa a 1% de probabilidade de erro. Mishra et al. (2015) obtiveram correlação positiva entre índice de área foliar e tamanho de frutos, bem como entre índice de área foliar e produção por planta. Assim, é possível que as cultivares Sabrina e Pircinque e a seleção FRF PA 109.2 possuam uma arquitetura foliar altamente eficiente na interceptação da radiação luminosa necessária para a fotossíntese, resultando em elevado potencial produtivo. Li et al. (2010) observaram que plantas de morangueiro tiveram sua produtividade aumentada em função de fatores favoráveis à elevação da taxa fotossintética, como índice de área foliar, disponibilidade de água no solo e índice SPAD.

Houve significância para as curvas de regressão da sazonalidade produtiva para todos os genótipos estudados no ciclo 2017/2018 (ver Figura 11). Na cultivar Jonica e nas seleções FRF LAM 119.1, FRF PIR 256.4 e FRF PIR 79.6 as curvas de regressão para a oscilação na produção comercial foram ajustadas a modelos de quarto grau. Nas seleções FRF PA 109.2 e FRF 104.1 a sazonalidade produtiva foi descrita com modelos quadráticos e, para os demais genótipos, com modelos cúbicos.

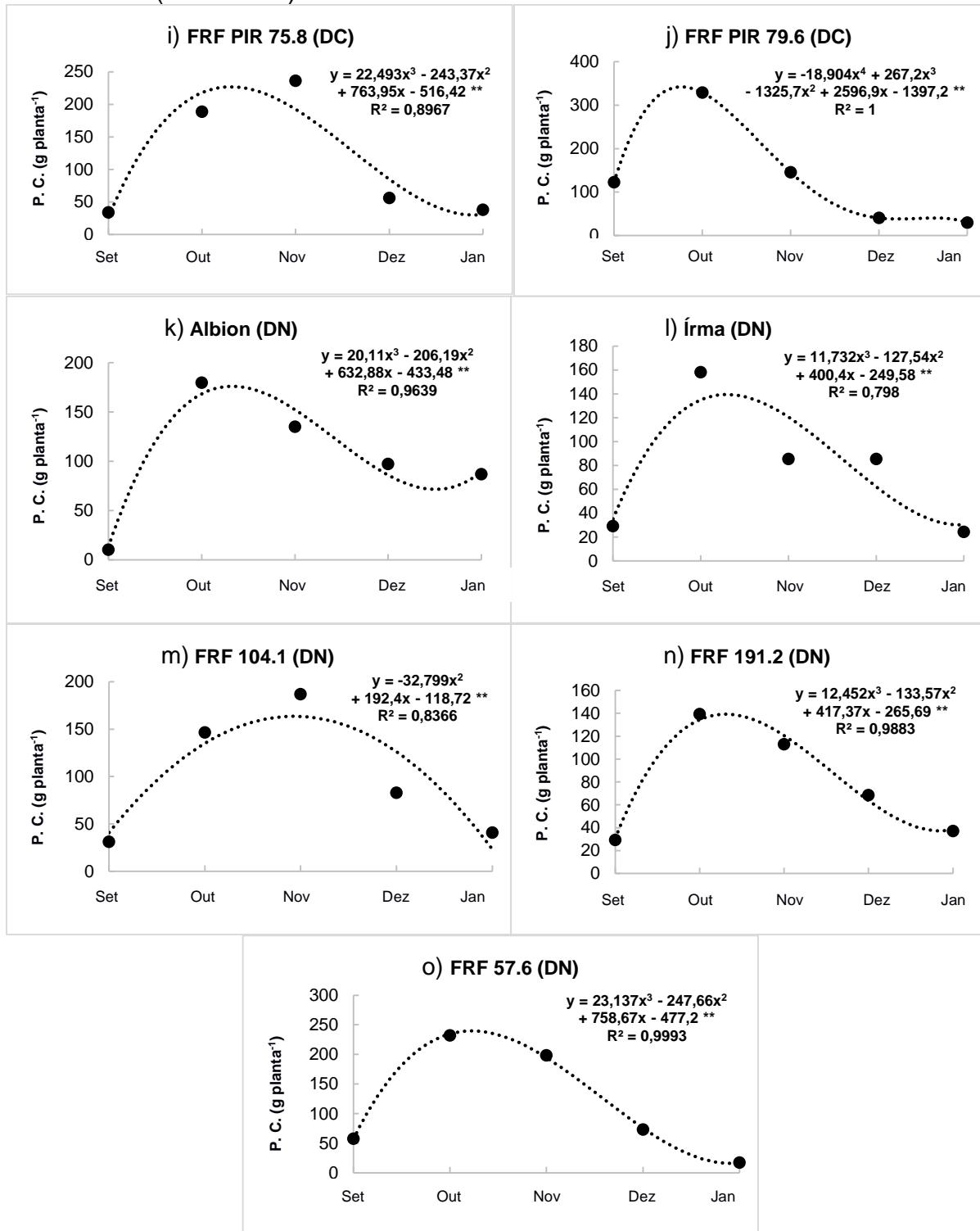
Figura 11 – Variação sazonal da produção comercial (g planta^{-1}) nos genótipos a) Jonica, b) Pircinque, c) Sabrina, d) FRF LAM 119.1, e) FRF LAM 263.1, f) FRF LAM 269.18, g) FRF PA 109.2, h) FRF PIR 256.4, i) FRF PIR 75.8, j) FRF PIR 79.6, k) Albion, l) Írma, m) FRF 104.1, n) FRF 191.2 e o) FRF 57.6, durante o ciclo 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019 (Continua).



** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

Legenda: P. C. = produção comercial; DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Figura 11 – Variação sazonal da produção comercial (g planta⁻¹) nos genótipos a) Jonica, b) Pircinque, c) Sabrina, d) FRF LAM 119.1, e) FRF LAM 263.1, f) FRF LAM 269.18, g) FRF PA 109.2, h) FRF PIR 256.4, i) FRF PIR 75.8, j) FRF PIR 79.6, k) Albion, l) Írma, m) FRF 104.1, n) FRF 191.2 e o) FRF 57.6, durante o ciclo 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019 (Conclusão).



** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

Legenda: P. C. = produção comercial; DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Verificou-se que a maioria das cultivares e seleções estudadas obtiveram o máximo da produção comercial nos meses de outubro e novembro, ou apenas em outubro, ou seja, de maneira mais precoce em comparação com o ciclo produtivo anterior (2016/2017), no qual o auge da produção comercial havia sido verificado no bimestre novembro/dezembro (ver Figura 8).

De uma maneira geral, genótipos de dia curto obtiveram a maior produção comercial em outubro. Este fato foi mais notável em Pircinque, Jonica, FRF LAM 119.1, FRF PIR 256.4 e FRF PIR 79.6, para os quais houve um nítido pico produtivo naquele mês. As exceções dentro deste grupo foram as seleções FRF LAM 263.1, FRF PA 109.2 e FRF PIR 75.8, com as quais se observaram as maiores médias de produção comercial em novembro. Na cultivar Sabrina e na seleção FRF LAM 269.18 o auge produtivo foi composto pelo bimestre outubro/novembro, com a maior estimativa de produção comercial em outubro. Já os genótipos de dia neutro se mantiveram no auge da produção por um período de tempo mais extenso e de forma mais tardia em relação aos de dia curto, com auge da produção comercial no bimestre outubro/novembro (FRF 57.6, FRF 104.1 e FRF 191.2) ou no trimestre outubro/novembro/dezembro (Albion e Írma).

No dendrograma descrito no estudo de divergência genética realizado com alguns dos genótipos avaliados neste trabalho, quatro dos cinco acessos de dia neutro – Albion, FRF 104.1, FRF 191.2 e FRF 57.6 - foram alocados no mesmo grupo (ver Figura 5). Este fato também pode estar relacionado com as semelhanças observadas entre os genótipos de dia neutro para a sazonalidade produtiva. Entre a cultivar Jonica e a seleção FRF LAM 119.1, os quais foram os genótipos com maior semelhança entre si pelo coeficiente de similaridade de Gower (ver Tabela 4) também se observou um comportamento parecido quanto à sazonalidade produtiva, em ambos os ciclos de avaliação (ver Figuras 8 e 11).

Em setembro de 2017, o primeiro mês da safra, obtiveram-se as maiores produções comerciais em Sabrina, FRF PIR 79.6, Pircinque, Jonica, FRF PIR 256.4 e FRF LAM 269.18, com produções comerciais acima de 80 g planta⁻¹ naquele mês. Estes genótipos, portanto, apresentaram as maiores precocidades para entrada na fase produtiva, na safra em questão. Pircinque e Jonica possuem como característica o início precoce da maturação dos frutos (FAEDI; BARUZZI, 2013; FAEDI et al., 2013). Quanto à cultivar Sabrina, para as condições da localidade de Huelva, na Espanha, verificou-se o início da maturação dos frutos no dia 7 de fevereiro, com data de

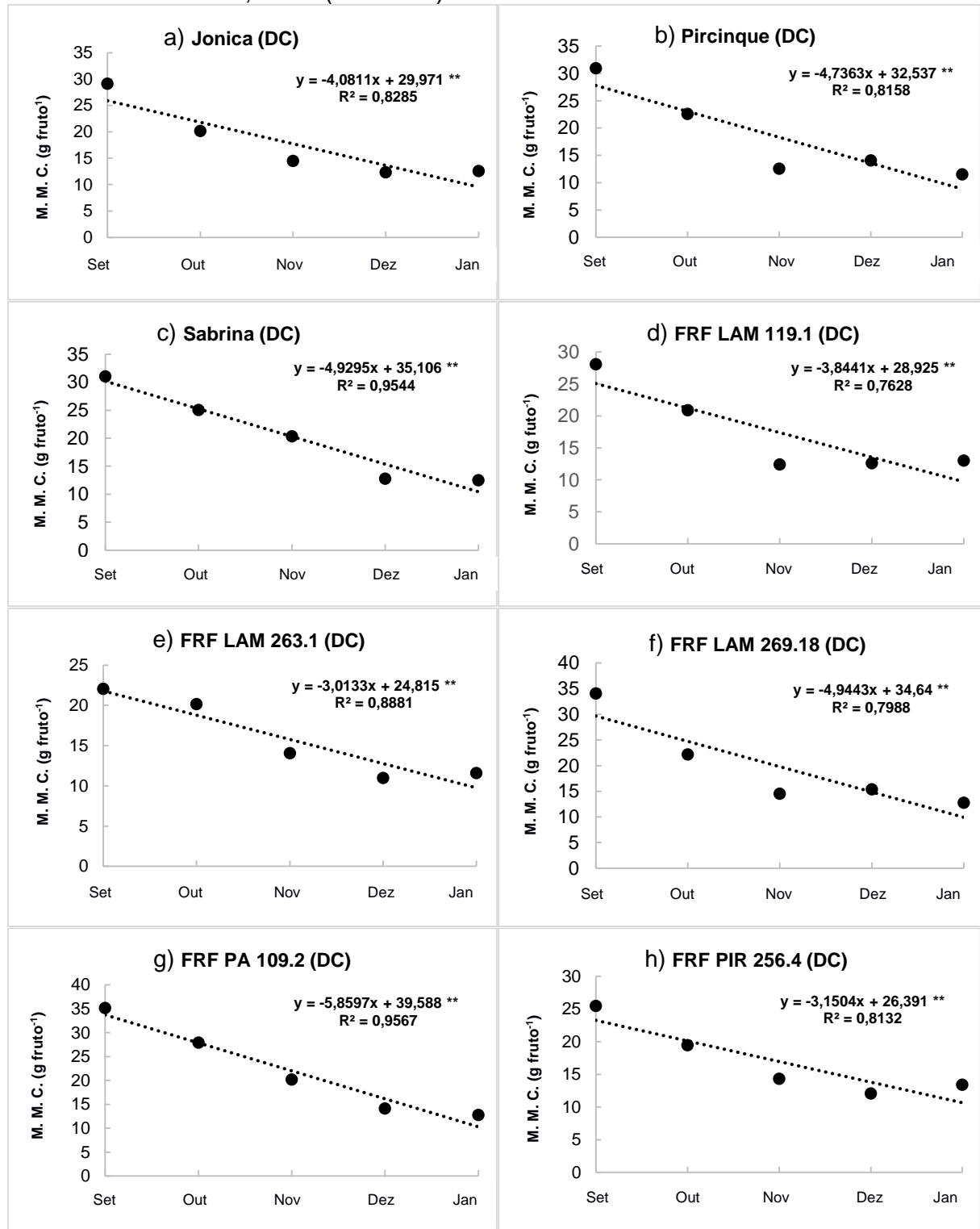
instalação do plantio no dia 11 de outubro, sendo considerada de precocidade média (PIERRON-DARBONNE, 2010).

O período no qual foi registrado o auge da produção comercial, tanto na safra 2016/2017 (novembro/dezembro) quanto na safra 2017/2018 (outubro/novembro) está situado dentro do período de maior produção de morangos no estado de Santa Catarina, o qual se estende de agosto a janeiro. Esta época caracteriza-se pela maior oferta de morangos na Central de Abastecimento (CEASA) de Santa Catarina, e também pelos menores preços de comercialização (ROJAS MOLINA, 2016).

Entretanto, considerando-se o mês de janeiro isoladamente, há a possibilidade de se obter maior retorno econômico se a produção for comercializada para outros estados produtores, pois, em nível nacional, a época de maior oferta de morangos se estende de junho a novembro, sendo janeiro considerado período de entressafra (ANTUNES & PERES, 2013). No presente trabalho, em janeiro de 2018, as maiores produções comerciais foram verificadas nos genótipos Albion, FRF 104.1 e Sabrina, com resultados superiores a 40 g planta^{-1} . Em Albion, observa-se como característica uma produção relativamente estável, sem grandes picos produtivos, e capaz de se prolongar por um longo período de tempo, apesar de esta cultivar não produzir um número de frutos muito elevado (SHAW; LARSON, 2005). Já para a cultivar Sabrina, a manutenção de elevadas produções durante a maior parte do ciclo produtivo pode ser um indicativo de boa adaptação desta cultivar às condições onde o presente trabalho foi conduzido.

Quanto à variação sazonal da massa média de frutos comerciais, foram obtidas equações de regressão significativas para todos os genótipos avaliados (ver Figura 12). Na grande maioria dos genótipos, a sazonalidade da massa média comercial foi ajustada a modelos lineares, atestando a redução no tamanho dos frutos do início para o final da safra. As exceções foram a cultivar Írma e a seleção FRF 191.2, para as quais a variação sazonal no peso dos frutos comerciais foi ajustada a curvas de modelo quadrático.

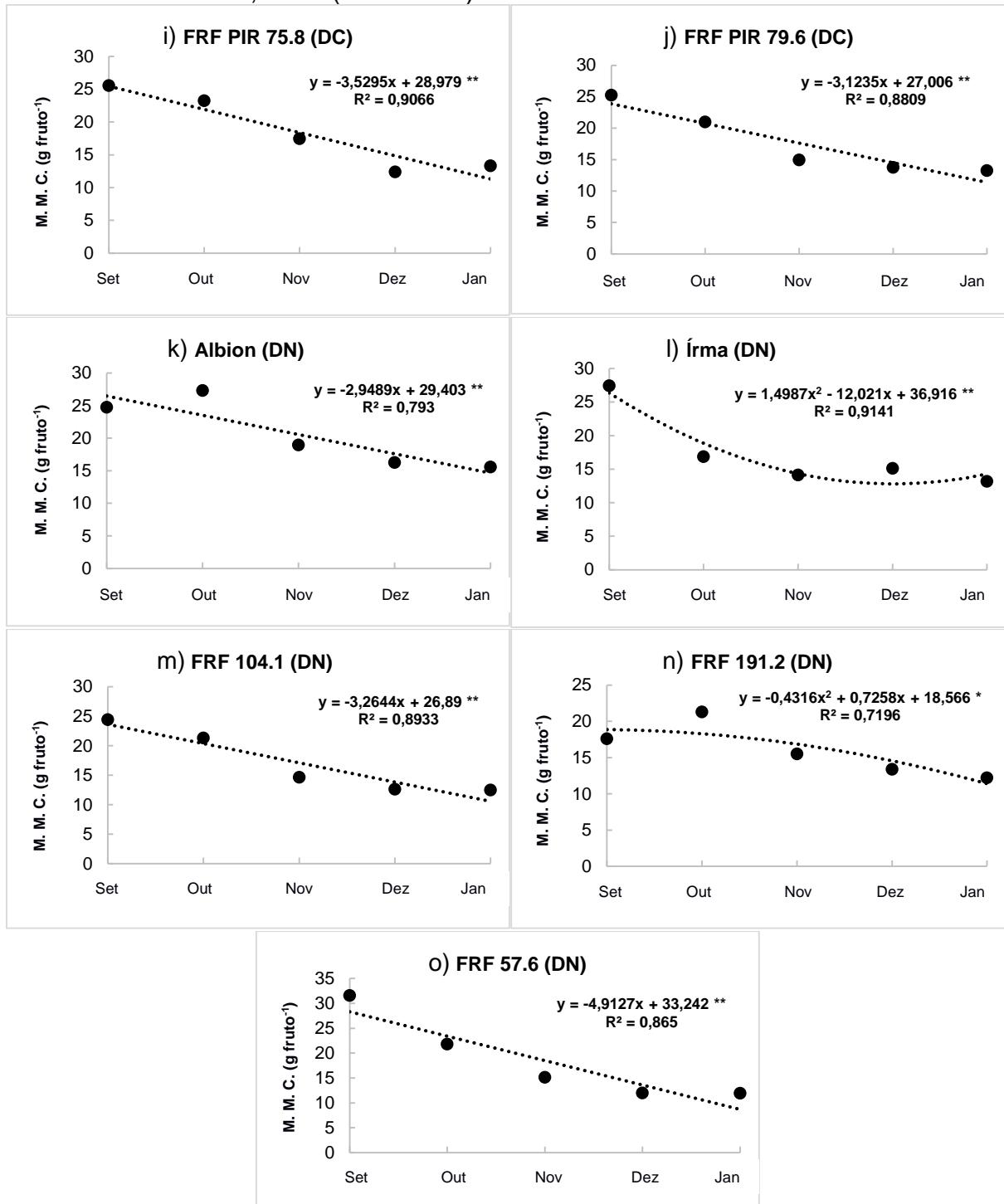
Figura 12 – Variação sazonal da massa média de frutos comerciais (g fruto^{-1}) nos genótipos a) Jonica, b) Pircinque, c) Sabrina, d) FRF LAM 119.1, e) FRF LAM 263.1, f) FRF LAM 269.18, g) FRF PA 109.2, h) FRF PIR 256.4, i) FRF PIR 75.8, j) FRF PIR 79.6, k) Albion, l) Írma, m) FRF 104.1, n) FRF 191.2 e o) FRF 57.6, durante o ciclo 2017/2018. Lages, SC, CAV- UDESC, 2019 (Continua).



** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

Legenda: M. M. C. = massa média comercial; DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Figura 12 – Variação sazonal da massa média de frutos comerciais (g fruto^{-1}) nos genótipos a) Jonica, b) Pircinque, c) Sabrina, d) FRF LAM 119.1, e) FRF LAM 263.1, f) FRF LAM 269.18, g) FRF PA 109.2, h) FRF PIR 256.4, i) FRF PIR 75.8, j) FRF PIR 79.6, k) Albion, l) Írma, m) FRF 104.1, n) FRF 191.2 e o) FRF 57.6, durante o ciclo 2017/2018. Lages, SC, CAV- UDESC, 2019 (Conclusão).



* Regressão significativa a 5% de probabilidade de erro.

** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

Legenda: M. M. C. = massa média comercial; DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Em uma abordagem geral, frutos maiores, com massa superior a 20 gramas fruto⁻¹, foram obtidos no início das colheitas, no bimestre setembro/outubro. Na maioria dos genótipos, as maiores médias para esta variável foram obtidas no mês de setembro. As médias mais elevadas foram observadas no mês de outubro somente nos genótipo Albion (27,3 g fruto⁻¹) e FRF 191.2 (21,3 g fruto⁻¹). No mês de novembro, houve uma redução da massa média dos frutos comerciais para valores próximos a 15 gramas fruto⁻¹, para grande parte dos genótipos estudados. Nos meses de dezembro e janeiro, ocorreu um nítido decréscimo no tamanho dos frutos comerciais, para valores situados entre 11 e 15 gramas fruto⁻¹.

Diferentemente do ocorrido na safra 2016/2017, não houve um início de safra com frutos pequenos, seguido por um tamanho máximo de frutos no mês de outubro. No segundo ano de avaliações, os frutos maiores foram obtidos já nas primeiras colheitas, ou seja, em setembro e no início de outubro. Uma das explicações para a drástica redução no tamanho dos frutos ao longo da safra é a botânica da planta de moranguero, mais especificamente o formato da inflorescência (MAGALHÃES-BRAGA; KLEINERT, 2007; FRANQUEZ, 2008).

Para o ciclo produtivo 2017/2018, fatores climáticos também podem ter exercido influência sobre a sazonalidade da massa média comercial. Um dos possíveis eventos relacionados foi uma chuva de granizo ocorrida no dia 10 de novembro de 2017. Os danos causados pelo granizo destruíram parte da produção que estava por vir. Esta mesma chuva também danificou grande parte da área foliar das plantas. A pequena área fotossinteticamente ativa que permaneceu pode ter sido insuficiente para suprir os carboidratos necessários ao pleno desenvolvimento dos frutos produzidos nas semanas posteriores à chuva de granizo.

No entanto, estes mesmos danos podem ter causado um estímulo hormonal que resultou na diferenciação de gemas latentes, desencadeando um grande aumento no número de frutos por planta nas semanas subsequentes. Esta produção excessiva teria causado uma competição entre os mesmos por fotoassimilados, tendo como consequência a redução na massa média comercial e elevada produção de frutos pequenos (WEBB et al., 1978). Outro evento climático relacionado pode ter sido a elevação da temperatura ocorrida a partir do mês de dezembro de 2017 (ver Apêndice 8). Sob as temperaturas mais elevadas dos meses de verão, a maturação dos frutos é completada em cerca da metade do tempo necessário para este processo nos meses de inverno (FRANQUEZ, 2008). Isto acontece porque temperaturas elevadas

incrementam as taxas respiratórias, resultando em maior consumo de substâncias de reserva e aceleração de muitos processos bioquímicos relacionados com a maturação, tais como a transformação do amido em açúcares e as mudanças de cor da epiderme (KERBAUY, 2012). O menor acúmulo de substâncias de reserva acaba reduzindo o tamanho dos frutos.

Quanto à produção de frutos em diferentes categorias, houve diferença significativa entre os acessos avaliados para as quatro categorias de classificação (ver Tabela 14).

Tabela 14 - Produção de frutos em diferentes categorias, em porcentagem da produção total, de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, na safra 2017/2018, nas condições do Sul do Brasil. Lages, SC, CAV- UDESC, 2019.

Genótipo	Porcentagem de frutos em diferentes categorias (%)**			
	Comerciais	Pequenos	Deformados	Podres
Jonica (DC)	71,10 b	24,45 a	0,79 b	3,67 a
Pircinque (DC)	75,57 b	19,03 b	1,76 b	3,64 a
Sabrina (DC)	82,43 a	14,88 c	1,00 b	1,69 b
FRF LAM 119.1 (DC)	75,40 b	14,65 c	4,71 a	5,24 a
FRF LAM 263.1 (DC)	72,74 b	25,53 a	0,34 b	1,39 b
FRF LAM 269.18 (DC)	74,32 b	17,18 c	6,44 a	2,07 b
FRF PA 109.2 (DC)	83,00 a	12,78 d	1,69 b	2,54 b
FRF PIR 256.4 (DC)	80,87 a	10,44 d	3,03 a	5,66 a
FRF PIR 75.8 (DC)	86,87 a	10,20 d	0,28 b	2,64 b
FRF PIR 79.6 (DC)	79,60 a	20,49 c	2,02 b	1,38 b
Albion (DN)	79,75 a*	13,90 c	3,75 a	2,59 b
Írma (DN)	71,04 b	25,89 a	1,66 b	1,42 b
FRF 104.1 (DN)	70,61 b	26,65 a	0,90 b	1,85 b
FRF 191.2 (DN)	74,92 b	23,63 b	2,68 a	1,92 b
FRF 57.6 (DN)	76,01 b	20,25 b	1,20 b	2,54 b
Média	76,95	18,22	2,15	2,68
CV (%)	4,62	10,89	28,50	25,58

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de porcentagem de frutos comerciais e pequenos transformados pela fórmula $Y = \text{arc sen } (x/100)^{0.5}$; e de frutos deformados e podres, transformados pela fórmula $Y = (x+1)^{0.5}$.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Em se tratando da porcentagem de frutos classificada como comerciais, houve a formação de dois grupos de médias. O grupo com as maiores médias para esta

variável foi composto pelos genótipos FRF PIR 75.8, FRF PA 109.2, Sabrina, FRF PIR 256.4, Albion e FRF PIR 79.6. Os genótipos com maior presença de frutos classificados como pequenos, em relação ao total da produção, foram os seguintes: FRF 104.1, Írma, FRF LAM 263.1 e Jonica. Presenças mais expressivas de frutos deformados, em porcentagem da produção total, foram observadas em FRF LAM 269.18, FRF LAM 119.1, Albion, FRF PIR 256.4 e FRF 191.2. Os genótipos com maior quantidade de frutos com podridões, por sua vez, foram FRF PIR 256.4, FRF LAM 119.1, Jonica e Pircinque.

A porcentagem da produção de frutos classificadas como comerciáveis constitui um dos principais parâmetros de interesse, pois interfere diretamente na viabilidade econômica do investimento. O tamanho elevado e a aparência externa adequada valorizam os frutos no mercado e facilitam a comercialização, tendo em vista que o aspecto externo é o primeiro fator levado em consideração no momento da escolha do produto (CARPENEDO; ANTUNES; TREPTOW, 2016). Além disso, para o produtor é mais vantajoso que elevadas produtividades estejam mais relacionadas com a produção de frutos graúdos do que com elevado número de frutos por planta. Isso porque a produção exagerada de frutos pequenos torna mais onerosa e demorada a operação de colheita, e pode elevar os gastos com mão-de-obra, a qual constitui um componente importante no custo de produção da cultura do morangueiro (RONQUE et al., 2013).

De um modo geral, os genótipos com maior parte da produção classificada como comercial pertenceram ao grupo com maiores massas médias comerciais (ver Tabela 13). Isso porque, assim como na safra 2016/2017, a parcela dos frutos pequenos foi a mais expressiva dentro do grupo dos frutos classificados como não comercializáveis. No entanto, no ciclo produtivo 2017/2018, as médias de porcentagens de frutos pequenos foram maiores do que na safra anterior. Adicionalmente, os resultados de produção de frutos comercializáveis em relação ao total foram, em geral, menores do que na primeira safra de avaliação. A justificativa mais provável para este fato é a produção de maior número de frutos por planta no segundo ciclo de avaliação, a qual aumentou a competição entre frutos por nutrientes e reduziu o tamanho dos mesmos.

Nas cultivares e seleções com as quais se obtiveram maiores produções de frutos deformados, isso pode ter sido uma consequência da carga genética, tendo em vista que alguns genótipos são mais propensos do que outros para obtenção de frutos

deste tipo, independentemente das condições ambientais (ARIZA et al., 2012). As seleções FRF LAM 269.18 e FRF LAM 119.1, por exemplo, já estiveram entre os genótipos com maiores porcentagens de frutos deformados no ciclo 2016/2017 (ver Tabela 8). Fatores ambientais, por sua vez, parecem ter exercido pouca influência sobre este parâmetro, uma vez que a principal causa ambiental deste problema são as falhas na polinização (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2007). Como o experimento foi conduzido sem cobertura, o vento e os insetos himenópteros, principais agentes polinizadores do moranguinho, tiveram livre atuação durante todo o ciclo.

Em relação aos frutos com podridão, os genótipos com maior presença de frutos nesta categoria possivelmente são mais suscetíveis aos principais fungos causadores de podridões de frutos na região do estudo, no caso *Botrytis cinerea*, causador do mofo-cinzento, e *Colletotrichum acutatum*, agente causal da antracnose de flores e frutos. O mofo-cinzento é uma das principais doenças de frutos no moranguinho no campo e em pós-colheita, estando presente em quase todos os polos produtores de morango em todo o mundo. A antracnose no fruto, por sua vez, é responsável por perdas severas no campo, que podem ultrapassar a 50%, especialmente sob temperatura e umidade elevadas (TANAKA; BETTI; KIMATI, 2005). No caso particular de Pircinque, embora esta cultivar seja considerada rústica e resistente a muitos patógenos importantes, a suscetibilidade ao mofo-cinzento constitui um dos seus principais problemas, especialmente quando há excesso de nitrogênio, no solo ou no substrato (FAGHERAZZI, 2017).

Para o rendimento bruto estimado ao longo da safra, houve a formação de três grupos de médias (ver Tabela 15). Com Sabrina se obteve o melhor resultado, sendo que esta cultivar diferiu estatisticamente de todos os demais genótipos. A estimativa de rendimento financeiro total com Sabrina foi 78,1% maior do que a média de todos os genótipos. O segundo grupo de médias com melhores resultados foi composto pela cultivar Pircinque e as seleções FRF PA 109.2 e FRF PIR 79.6. Em uma abordagem geral, os genótipos mais produtivos foram também aqueles com as quais se obtiveram as maiores estimativas de rendimento financeiro total (ver Tabela 12).

Tabela 15 – Rendimento bruto total estimado ($\text{R\$ ha}^{-1}$) de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, na safra 2017/2018, nas condições do Planalto Sul Catarinense. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Total ($\text{R\$ ha}^{-1}$)**
Jonica (DC)	231.282,31 c
Pircinque (DC)	283.590,22 b
Sabrina (DC)	411.734,10 a
FRF LAM 119.1 (DC)	208.600,46 c
FRF LAM 263.1 (DC)	201.947,79 c
FRF LAM 269.18 (DC)	213.150,29 c
FRF PA 109.2 (DC)	303.868,42 b
FRF PIR 256.4 (DC)	187.037,69 c
FRF PIR 75.8 (DC)	222.972,44 c
FRF PIR 79.6 (DC)	271.069,97 b
Albion (DN)	199.941,49 c
Írma (DN)	152.165,66 c
FRF 104.1 (DN)	193.506,35 c
FRF 191.2 (DN)	153.583,32 c
FRF 57.6 (DN)	234.174,64 c
Média	231.241,68
CV (%)	17,43

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Adicionalmente, há que se ressaltar a possibilidade de cobrir os custos de produção no primeiro ano de cultivo com a utilização de mudas produzidas em viveiros brasileiros. No ciclo de produção 2017/2018, todas as cultivares e seleções foram implantadas com utilização de mudas frescas nacionais. Na cultivar Írma, com a qual se obteve a menor média de produção neste trabalho, o rendimento bruto calculado foi superior em $\text{R\$ } 93.593,03 \text{ ha}^{-1}$ em relação à estimativa de custo de produção calculada por Ronque et al. (2013), para o sistema de cultivo no solo.

No ciclo de produção 2017/2018, houve diferença entre os genótipos avaliados para todas as variáveis qualitativas. A coloração da epiderme foi avaliada por meio da obtenção de três variáveis (ver Tabela 16). Considerando-se cada uma delas em separado, para luminosidade da epiderme as cultivares Jonica e Pircinque obtiveram as médias mais elevadas, enquanto em Albion observou-se o resultado mais baixo. Para a saturação da epiderme ou croma, foram formados apenas dois grupos de

médias, sendo que frutos com coloração de epiderme mais saturada foram obtidos em FRF 57.6, Jonica, Pircinque, FRF PIR 79.6, FRF LAM 119.1, FRF PIR 256.4, FRF PA 109.2 e FRF PIR 75.8. Para a variável de ângulo hue formaram-se três grupos de médias, sendo que a média mais elevada foi observada em Jonica, a qual não diferiu de outros sete genótipos, e a mais baixa em Albion, a qual foi agrupada com mais quatro genótipos.

Tabela 16 - Principais características qualitativas de natureza física de frutos em cultivares e seleções avançadas de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Coloração da epiderme			Firmeza de polpa (N)
	Luminosidade	Croma	° hue	
Jonica (DC)	40,25 a	48,69 a	34,98 a	5,22 a
Pircinque (DC)	39,55 a	48,13 a	34,11 a	5,26 a
Sabrina (DC)	35,60 c	44,81 b	29,93 c	5,30 a
FRF LAM 119.1 (DC)	37,93 b	47,18 a	33,82 a	4,44 c
FRF LAM 263.1 (DC)	34,55 c	44,17 b	32,16 a	4,91 b
FRF LAM 269.18 (DC)	34,26 c	43,89 b	29,40 c	5,27 a
FRF PA 109.2 (DC)	37,15 b	46,91 a	33,01 a	5,35 a
FRF PIR 256.4 (DC)	36,30 b	47,03 a	33,09 a	4,79 b
FRF PIR 75.8 (DC)	36,49 b	46,54 a	29,83 c	5,56 a
FRF PIR 79.6 (DC)	37,28 b	47,43 a	33,70 a	5,39 a
Albion (DN)	31,68 d*	42,00 b	28,16 c	4,49 c
Írma (DN)	37,86 b	45,56 b	34,33 a	4,81 b
FRF 104.1 (DN)	35,59 c	45,80 b	31,60 b	5,02 a
FRF 191.2 (DN)	34,21 b	44,43 b	30,42 c	5,22 a
FRF 57.6 (DN)	38,34 b	48,72 a	31,68 b	5,21 a
Média	36,47	46,09	32,01	5,08
CV (%)	3,82	4,05	4,09	5,23

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Com relação à firmeza de polpa, foram formados três grupos de médias, sendo que a maioria dos genótipos avaliados foram dispostos no grupo com as médias mais elevadas. Assim, no ciclo de produção 2017/2018 foi possível obter um parâmetro para seleção de genótipos com base na firmeza de polpa, o que não ocorreu na safra anterior, caracterizada pela ausência de diferença significativa entre os tratamentos para esta variável (ver Tabela 10). A maior estimativa de firmeza de polpa foi obtida

com o genótipo FRF PIR 75.8, o qual não diferiu de outros nove genótipos. Esta seleção obteve um resultado 10,6% superior em relação à média geral para esta variável. O grupo com os resultados mais baixos, por sua vez, foi formado por FRF LAM 119.1 e Albion.

Abordando as três variáveis de coloração em conjunto, foi possível observar que muitos dos genótipos pertencentes ao grupo com os maiores valores de croma apresentaram resultados mais elevados também para luminosidade e ângulo hue. A exceção foi a seleção FRF PIR 75.8, a qual foi alocada no grupo com valores menores de ângulo hue. No presente trabalho, cultivares providas de frutos com epiderme mais clara, ou seja, médias de luminosidade mais elevadas, apresentavam também coloração mais viva ou saturada (maior croma) e também tonalidade mais próxima do vermelho claro ou laranjado (maior ângulo hue). Este fato foi bem visível em Pircinque e Jonica, sendo estas duas cultivares italianas caracterizadas por epiderme com coloração vermelho-alaranjada bastante uniforme. Por outro lado, com a cultivar Albion obtiveram-se frutos com epiderme mais escura, e menores valores de ângulo hue, típicas de tonalidades mais próximas do vermelho-escuro.

Os frutos com coloração vermelha mais intensa e brilhante, como é o caso da cultivar Albion, são os preferidos dos consumidores (CARPENEDO; ANTUNES; TREPTOW, 2016). Ainda segundo os mesmos autores, a coloração externa da epiderme é um dos primeiros fatores que os consumidores levam em consideração para a tomada de decisão sobre a compra.

A coloração vermelha dos frutos do morangueiro deve-se à presença de pigmentos pertencentes ao grupo das antocianinas. Dentre as principais antocianinas presentes no morangueiro, pelargonidina 3-glucosídeo merece destaque, seguida de cianidina 3-glucosídeo, sendo que maiores concentrações de pelargonidina 3-glucosídeo aproximam a coloração da epiderme do vermelho-escuro (COCCO, 2014). Ainda de acordo com a autora, as antocianinas encontram-se entre os principais compostos funcionais e com poder antioxidante no morangueiro, e o efeito de genótipo é maior do que o do ambiente de produção sobre o conteúdo destes compostos. A concentração das principais antocianinas decresce quando a polpa do morango é processada com finalidade industrial, resultando em perda da coloração característica (KOVAČEVIĆ et al., 2015). De acordo com os autores, esta perda é variável de acordo com a cultivar e o produto fabricado, por exemplo, doces ou geleias.

Nunes (2015) utilizou uma escala subjetiva de coloração da epiderme de moranguero em pós-colheita, na qual valores mais elevados correspondiam a melhores estados de conservação e aceitação para consumo, e observou que estes frutos possuíam também maior concentração de antocianinas e vitamina C, mostrando que o teor máximo destas substâncias ocorre em frutos recém-colhidos.

A firmeza de polpa, por sua vez, é uma das características mais importantes e encontra-se entre as mais buscadas no melhoramento genético de moranguero. Isto ocorre porque frutos firmes são mais resistentes ao transporte e apresentam maior durabilidade em pós-colheita e resistência a podridões (OLIVEIRA; BONOW, 2012). A possibilidade de armazenar o fruto por um período de tempo prolongado e de comercializar para locais mais distantes constituem grandes vantagens para os produtores, especialmente no caso de frutos altamente perecíveis como é o caso do moranguero, e de outras pequenas frutas (BRACKMANN et al., 2011).

O decréscimo na firmeza dos frutos conforme avança a maturação no campo ou ao longo do tempo de armazenamento acontece em grande parte devido à ação da enzima poligalacturonase, a qual degrada os pectatos de cálcio, estruturas responsáveis por conferir rigidez à parede celular (VILLARREAL; MARTÍNEZ; CIVELLO, 2009). Há relatos de que a resistência ao mofo-cinzento em moranguero está ligada à atividade de um gene que codifica uma proteína denominada PGIP, responsável por inibir a ação da poligalacturonase. Nas cultivares com elevada expressão deste gene, a manutenção da integridade da parede celular dificulta a infecção pelo agente causal do mofo-cinzento e mantém os frutos firmes por maior período de tempo (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

Foram obtidas diferenças significativas entre os genótipos avaliados para as variáveis relacionadas com a análise química dos frutos (ver Tabela 17). Para a acidez titulável, quatro grupos de médias foram formados. O grupo com os maiores resultados foi composto pelos genótipos Albion, FRF LAM 269.18, Írma, FRF PIR 79.6 e FRF PIR 75.8. O grupo com as médias de acidez mais baixas foi formado pelos genótipos FRF PIR 256.4, FRF 104.1 e FRF 57.6. Houve uma diferença de 44,7% entre a menor média, verificada no genótipo FRF PIR 256.4 ($0,47 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de ácido cítrico), e as médias mais elevadas, obtidas com a cultivar Albion e a seleção FRF LAM 269.18 ($0,68 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de ácido cítrico).

Tabela 17 - Principais características qualitativas de natureza química de frutos em cultivares e seleções avançadas de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Acidez titulável (g 100 g ⁻¹ de ácido cítrico)	Teor de sólidos solúveis (° Brix)	Relação sólidos solúveis / acidez titulável**
Jonica (DC)	0,60 b	8,58 a	14,47 c
Pircinque (DC)	0,56 c	8,94 a	15,92 b
Sabrina (DC)	0,61 b	7,88 b	12,89 c
FRF LAM 119.1 (DC)	0,55 c	8,43 a	15,40 b
FRF LAM 263.1 (DC)	0,60 b	7,14 b	11,99 c
FRF LAM 269.18 (DC)	0,68 a	8,22 b	12,17 c
FRF PA 109.2 (DC)	0,54 c	7,58 b	14,12 c
FRF PIR 256.4 (DC)	0,47 d	9,26 a	20,87 a
FRF PIR 75.8 (DC)	0,64 a	8,00 b	12,47 c
FRF PIR 79.6 (DC)	0,66 a	8,93 a	13,59 c
Albion (DN)	0,68 a*	8,46 a	12,49 c
Írma (DN)	0,66 a	7,84 b	11,96 c
FRF 104.1 (DN)	0,49 d	8,67 a	17,79 b
FRF 191.2 (DN)	0,59 b	7,79 b	13,21 c
FRF 57.6 (DN)	0,50 d	7,98 b	15,87 b
Média	0,59	8,24	14,35
CV (%)	7,56	9,17	5,69

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de relação sólidos solúveis / acidez titulável transformados pela fórmula $Y = x^{0,5}$.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, foram formados apenas dois grupos de médias. Os genótipos FRF PIR 256.4, Pircinque, FRF PIR 79.6, FRF 104.1, Jonica, Albion e FRF LAM 119.1 compuseram o grupo com os melhores resultados para esta variável. Com FRF PIR 256.4, o teor de sólidos solúveis obtido foi 12,4% maior que média geral. Esta mesma seleção também obteve a média mais elevada para a relação sólidos solúveis / acidez titulável, diferindo significativamente de todos os outros tratamentos, e obtendo um resultado 45,4% maior do que a média geral. O segundo grupo com médias mais elevadas para relação sólidos solúveis / acidez titulável foi composto por FRF 104.1, Pircinque, FRF 57.6 e FRF LAM 119.1.

A acidez da polpa do morangueiro é condicionada pela presença de diversos ácidos orgânicos, entre os quais se destacam os ácidos cítrico e ascórbico. Os ácidos orgânicos são degradados durante o processo de amadurecimento, reduzindo seu

conteúdo concomitantemente ao incremento na concentração dos açúcares solúveis (MATARAZZO et al., 2013). Para o consumo *in natura*, a acidez da polpa não pode ser muito elevada, pois pode comprometer a aceitação dos frutos pelos consumidores (RESENDE et al., 2008).

O conteúdo de sólidos solúveis, por sua vez, é condicionado pela presença de diversos polissacarídeos, dentre os quais se destacam a glicose, a frutose e a sacarose. A concentração destes compostos nos frutos aumenta ao longo do processo de maturação em pré-colheita, durante o qual o amido de reserva é convertido em carboidratos mais simples, solúveis em água (MATARAZZO et al., 2013). Sendo o morango um fruto não climatérico, na pós-colheita os valores de acidez total, teor de sólidos solúveis e a relação sólidos solúveis / acidez titulável pouco se modificam com o período de armazenamento (ANDRADE JÚNIOR et al., 2016).

A relação sólidos solúveis / acidez titulável, por sua vez, fornece uma medida precisa da qualidade organoléptica dos frutos. Em uma cultivar comercial, é imprescindível que haja um equilíbrio adequado entre acidez e conteúdo de sólidos solúveis. Por exemplo, se determinado genótipo é caracterizado por produzir frutos com concentração elevada de ácidos orgânicos, é preciso haver um elevado conteúdo de açúcares solúveis para compensar a acidez e equilibrar a qualidade sensorial dos frutos. Resende et al. (2008) relatam que frutos com maior relação sólidos solúveis / acidez titulável são os mais bem aceitos para o consumo *in natura*, sendo a acidez elevada um fator indesejável para a aceitação sensorial.

De acordo com Kader et al. (2002), citado por Souza et al. (2017), os parâmetros de qualidade considerados adequados para que frutos de morangueiro sejam aceitos no mercado de frutas frescas são os seguintes: máximo de 0,80 g 100 g⁻¹ de ácido cítrico para acidez titulável; mínimo de 7,0° Brix para teor de sólidos solúveis; e mínimo de 8,75 para a relação sólidos solúveis / acidez titulável. Dessa forma, no presente trabalho, todos os genótipos avaliados obtiveram valores médios para os principais parâmetros de qualidade que os qualificam como adequados para a comercialização *in natura*.

Os genótipos Jonica, Pircinque e FRF 104.1 foram dispostos nos grupos com as melhores médias de teor de sólidos solúveis e firmeza de polpa, simultaneamente (ver Tabelas 16 e 17). Na cultura do morangueiro, selecionar materiais que combinem valores elevados de firmeza de polpa e teor de sólidos solúveis simultaneamente

constitui uma tarefa relativamente difícil. Capocasa et al. (2008), por exemplo, não obtiveram correlação entre estas variáveis. Entretanto, em genótipos italianos, a combinação de valores elevados para firmeza de polpa e sólidos solúveis é comum (FAGHERAZZI, 2017).

As estimativas de correlações entre as variáveis obtidas estão apresentadas na Tabela 18.

Tabela 18 - Matriz de correlações de Pearson entre as variáveis obtidas, no estudo de adaptabilidade de cultivares e seleções avançadas de morangueiro, na safra 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

	PT	PC	MM	PP	NC	NT	LM	CR	H	FR	AT	SS	RT
PT	-	0,97**	0,54**	0,14	0,93**	0,81**	0,25	0,26*	0,02	0,27*	0,06	-0,01	-0,11
PC		-	0,61**	0,35**	0,93**	0,70**	0,21	0,21	-0,03	0,29*	0,09	-0,05	-0,14
MM			-	0,47**	0,33*	0,08	-0,06	0,01	-0,22	0,15	0,08	0,06	-0,02
PP				-	0,22	-0,32*	-0,10	-0,06	-0,20	0,17	0,15	-0,13	-0,16
NC					-	0,81**	0,27*	0,25	0,02	0,27*	0,02	-0,07	-0,12
NT						-	0,42**	0,31*	0,21	0,23	-0,03	0,00	-0,06
LM							-	0,79**	0,79**	0,24	-0,25	0,16	0,22
CR								-	0,65**	0,21	-0,31*	0,23	0,31*
H									-	-0,04	-0,24	0,14	0,23
FR										-	0,08	-0,04	-0,09
AT											-	-0,09	-0,79**
SS												-	0,65**
RT													-

* Correlação significativa a 5% de probabilidade de erro.

** Correlação significativa a 1% de probabilidade de erro.

Legenda: PT = produção total. PC = produção comercial. MM = massa média comercial. PP = porcentagem da produção comercial. NC = número de frutos comerciais. NT = número de frutos total. LM = luminosidade da epiderme. CR = croma da epiderme. H = ângulo hue da epiderme. FR = firmeza de polpa. AT = acidez titulável. SS = teor de sólidos solúveis. RT = relação sólidos solúveis / acidez titulável.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Assim como ocorrido na safra 2016/2017, verificaram-se correlações fortes entre produção total e comercial, e número de frutos totais e comerciais. Como exemplo, a correlação entre número de frutos comerciais e produção total e comercial (0,93) foi uma das maiores encontradas. Entretanto, no ciclo 2017/2018, houve correlação significativa e moderada entre produção por planta e massa média de frutos comerciais. Esta variável também foi correlacionada positivamente com a porcentagem de frutos classificada como comerciais. Isto ocorreu porque, dentre os frutos não comercializáveis, a parcela dos frutos pequenos foi a mais representativa.

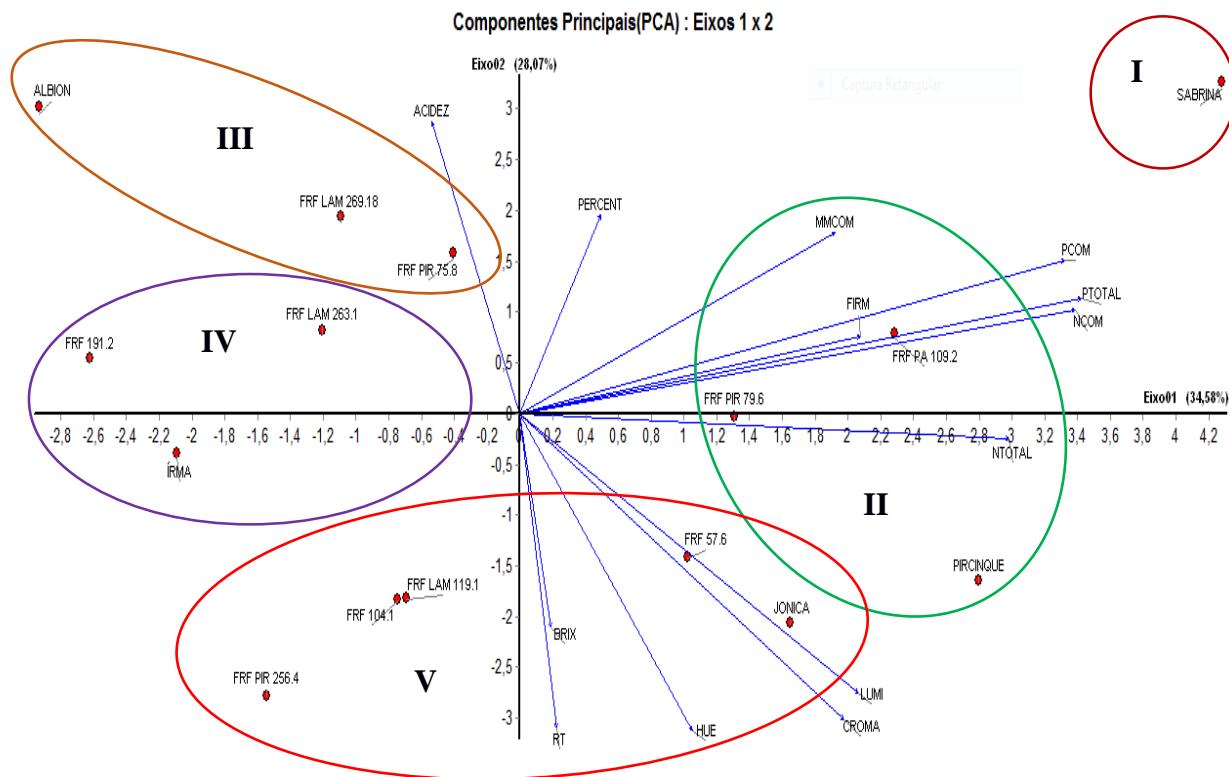
Houve correlação positiva e significativa entre firmeza de polpa e produção total e comercial, embora considerada de fraca magnitude. A firmeza de polpa também foi positivamente correlacionada com o número de frutos comerciais por planta. Com efeito, as cultivares e seleções que obtiveram as maiores produções comerciais – Sabrina, FRF PA 109.2, Pircinque e FRF PIR 79.6 – (ver Tabela 12) foram todas alocadas no grupo com as médias mais elevadas de firmeza de polpa (ver Tabela 16). Este resultado sugere que é possível selecionar cultivares que são ao mesmo tempo produtivas e apresentam frutos firmes. No entanto, a firmeza de polpa não se correlacionou de maneira significativa com nenhuma das variáveis qualitativas, contrariando os resultados obtidos por Murti; Kim; Yeoung (2012), os quais obtiveram correlação positiva entre firmeza de polpa e teor de sólidos solúveis em frutos de genótipos provenientes de cruzamentos biparentais.

Foi também encontrada uma correlação positiva e significativa entre produção total e croma. Fagherazzi (2017), em contrapartida, não encontrou nenhuma correlação significativa entre as variáveis de produtividade e de coloração de frutos.

As variáveis de coloração da epiderme foram todas correlacionadas entre si. Frutos de morangueiro com valores baixos de luminosidade da epiderme normalmente possuem médias baixas para ângulo hue, que correspondem às tonalidades mais próximas do vermelho escuro, ou púrpura. Em contrapartida, frutos com epiderme mais clara apresentam também valores maiores de ângulo hue, ou seja, uma coloração mais próxima do vermelho claro. No presente estudo, estas tonalidades proporcionaram uma coloração de epiderme mais pura ou saturada, ou seja, maiores médias para croma. Nunes (2015) relata que colorações de epiderme mais claras em morangueiro se correlacionam com valores mais elevados de ângulo hue, ou seja, mais próximos do vermelho claro ou alaranjado.

Por meio da análise de componentes principais (ver Figura 13) se obteve a formação de cinco grupos. O grupo I foi composto apenas por Sabrina. Esta cultivar ficou alocada no componente principal 1, e se correlacionou com as seguintes variáveis: número de frutos total e comercial, produtividade total e comercial, massa média comercial e firmeza de polpa. O desempenho produtivo nitidamente superior que esta cultivar apresentou (ver Tabelas 12 e 13) explica a sua disposição de forma isolada na análise de componentes principais.

Figura 13 - Análise de componentes principais para as variáveis e genótipos estudados no Ensaio de Adaptabilidade, na safra 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Legenda: NTOTAL = número de frutos total. NCOM = número de frutos comerciais. PTOTAL = produtividade total. PCOM = produtividade comercial. MMCOM = massa média comercial. PERCENT = porcentagem de frutos comercializáveis. ACIDEZ = acidez titulável. BRIX = teor de sólidos solúveis. RT = relação sólidos solúveis / acidez titulável. HUE = ângulo hue da epiderme do fruto. CROMA = pureza da cor da epiderme do fruto. LUMI = luminosidade da superfície do fruto.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O grupo II também foi relacionado com o componente principal I. Fizeram parte deste grupo a cultivar Pircinque e as seleções FRF PA 109.2 e FRF PIR 79.6. Estes genótipos se correlacionaram com as mesmas variáveis que ficaram próximas à cultivar Sabrina. Dessa forma, a análise de componentes principais confirmou o resultado obtido com a análise de correlação simples entre variáveis (ver Tabela 18), segundo a qual as produções totais e comerciais se correlacionaram positivamente com a firmeza de polpa.

Com relação aos genótipos que já haviam sido avaliados na safra anterior, verificou-se que Pircinque foi correlacionada com as variáveis de produção em ambas as safras (ver Figuras 10 e 13). Fagherazzi (2017) já validou esta cultivar com relação a seu potencial de cultivo em escala comercial no Planalto Sul Catarinense. Entretanto, a seleção FRF PA 109.2, que não havia sido correlacionada com as

variáveis de produção no ciclo 2016/2017 (ver Figura 10), foi disposta de maneira próxima a estas variáveis na safra 2017/2018 (ver Figura 13).

A explicação para os fatos descritos no parágrafo anterior pode estar relacionada com fatores ambientais, notadamente temperatura, incidência de radiação solar e regime pluviométrico, os quais variam muito entre diferentes anos, afetando o desempenho produtivo e qualitativo de cultivares de morangueiro (FRANQUEZ, 2008). Genótipos de morangueiro diferem entre si também quanto à estabilidade de comportamento, pois alguns são mais afetados do que outros por condições ambientais adversas (COSTA et al., 2015) ou diferentes formas de manejo (ARIZA et al., 2012). Assim, é possível que FRF PA 109.2 seja uma seleção com elevado potencial genético para características como produtividade e firmeza de polpa, mas que demanda fatores ambientais favoráveis durante todo o ciclo para que a mesma possa expressar este potencial.

O grupo III foi composto pelas seleções FRF PIR 75.8, FRF LAM 269.18 e a cultivar Albion. Este grupo, localizado no componente principal 2, foi correlacionado com as variáveis acidez titulável e porcentagem da produção comercializável. Na safra 2016/2017, a cultivar Albion já havia se correlacionado com estas variáveis (ver Figura 10). Isto confirma ser esta cultivar caracterizada pela elevada acidez, contrabalanceada pelo alto teor de sólidos solúveis (SHAW; LARSON, 2005).

No grupo IV foram dispostas as seleções FRF 191.2 e FRF LAM 263.1, e a cultivar Írma. Estes genótipos foram agrupados de maneira oposta às principais variáveis de produção e qualidade de frutos. Portanto, abordando todas as variáveis conjuntamente, os genótipos pertencentes a este grupo obtiveram o desempenho agronômico menos favorável no ciclo agrícola 2017/2018. No entanto, como este foi o primeiro ano de avaliação destes genótipos nas condições onde este trabalho foi realizado, não se descarta a possibilidade de avaliá-los por mais ciclos.

O grupo V, por sua vez, foi formado pelos seguintes genótipos: FRF 57.6, FRF 104.1, FRF LAM 119.1, FRF PIR 256.4 e Jonica. Este grupo se correlacionou com as variáveis de coloração da epiderme dos frutos (luminosidade, croma e ângulo hue), e de sabor (sólidos solúveis e relação sólidos solúveis / acidez titulável). Na safra anterior, as seleções FRF 57.6 e FRF LAM 119.1 já haviam sido correlacionadas com a docura dos frutos (ver Figura 10). Quanto à possível utilização comercial destes acessos, as seleções FRF 57.6, FRF 104.1 e FRF LAM 119.1 precisam ainda ser melhor avaliadas quanto ao potencial produtivo. O mesmo vale para a seleção FRF

PIR 256.4, para a qual o ciclo 2017/2018 constituiu o primeiro ano de avaliação. No entanto, se estas seleções não demonstrarem aptidão para o cultivo comercial, existe a possibilidade de aproveitá-las em novos esquemas de hibridações, visando ao objetivo de obtenção de genótipos com frutos de elevada qualidade sensorial. Com relação à cultivar Jonica, Fagherazzi (2017) já validou a sua utilização em escala comercial no Planalto Sul Catarinense.

4.6 CONCLUSÕES

Nas condições nas quais o estudo foi realizado, as cultivares Sabrina, Pircinque, Camino Real e Benicia possuem elevado potencial produtivo.

Os genótipos Albion, Benicia, Camino Real, Sabrina e FRF PA 109.2 produzem frutos comerciais com elevada massa média.

Com as seleções FRF 104.1, FRF 57.6, FRF LAM 119.1 e FRF PIR 256.4 se obtêm frutos de qualidade superior, expressa por elevadas médias para a relação sólidos solúveis / acidez titulável.

Dentre os genótipos avaliados, as cultivares Sabrina e Pircinque são as mais propensas a serem recomendadas para os produtores da região do Planalto Sul Catarinense, em razão do bom potencial produtivo observado.

5 SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO

5.1 RESUMO

A cadeia produtiva de morangos no Brasil tem como um dos principais entraves a dependência das cultivares importadas. Nas condições brasileiras, estas cultivares podem não expressar todo o seu potencial de produtividade e qualidade de frutos. Uma das melhores maneiras de obter cultivares plenamente adaptadas, e que atendam às exigências de todos os segmentos da cadeia produtiva, é a realização de um programa de melhoramento genético dentro da própria região produtora. O objetivo deste trabalho foi selecionar e avaliar novas seleções de morangueiro, provenientes de 27 cruzamentos realizados na Itália, nas condições do Planalto Sul Catarinense, quanto a aspectos de produção, qualidade de frutos e resistência a doenças. O trabalho foi constituído por três etapas, cada uma correspondente a um ciclo de avaliação. Na safra 2015/2016 foi realizada uma seleção massal, em um campo com 4.227 genótipos, dos quais foram escolhidos 163 genótipos para continuar fazendo parte do processo de seleção. No ciclo 2016/2017, foram selecionados os acessos ITA 12,103-15; ITA 12,103-12; ITA 12,103-22; ITA 10,107-6; ITA 10,107-7; ITA 13,097-05; ITA 10,133-2; ITA 10,128-9; ITA 12,103-6 e ITA 10,107-12. No ciclo 2017/2018, estes genótipos, a partir de então denominados seleções avançadas, compuseram um ensaio no qual foram confrontados entre si e com a cultivar comercial San Andreas. Na safra em questão, San Andreas obteve os melhores resultados para produtividade e número de frutos por planta. Frutos com melhor qualidade foram obtidos nas seleções ITA 13,097-5; ITA 10,133-2; ITA 10,107-12; ITA 10,107-7 e ITA 10,128-9. As seleções ITA 12,103-15 e ITA 10,107-12 foram as mais resistentes à mancha-de-micosferela, ódio e antracnose. Os genótipos que fizeram parte deste trabalho precisam ser ainda avaliados em novos ciclos e locais para que se possa confirmar ou descartar seu potencial de utilização em escala comercial.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch., melhoramento genético, desempenho agronômico.

5.2 ABSTRACT

Selection and evaluation of strawberry genotypes

The productive chain of strawberries in Brazil has as one of the main problems the dependence of imported cultivars. In Brazilian environmental conditions, a common fact is that these cultivars are productive and have large fruits, with attractive external appearance. However, the excessively acidic taste for the Brazilian consumer market standard is a common problem, as is the susceptibility to various diseases and pests. One of the best ways to obtain fully adapted cultivars that meet the requirements of farmers and consumers is to carry out a breeding program within the producing region itself. The objective of this work was to select and evaluate new strawberry selections, from 27 crosses performed in Italy, in the conditions of the Plateau South of Santa Catarina, regarding aspects of production, fruit quality and resistance to diseases. The work consisted of three stages, each corresponding to a crop season. In the 2015/2016 growing season, a mass selection was carried out in a field with 4,227 genotypes, of which 163 were chosen to continue being part of the selection process. In the 2016/2017 growing season, were selected the genotypes ITA 12,103-15; ITA 12,103-12; ITA 12,103-22; ITA 10,107-6; ITA 10,107-7; ITA 13,097-05; ITA 10,133-2; ITA 10,128-9; ITA 12,103-6 and ITA 10,107-12. In the 2017/2018 growing season, these advanced selections composed an experiment in which they were confronted with each other and the commercial cultivar San Andreas. In the 2017/2018 crop season, San Andreas obtained the best results for productivity and number of fruits per plant. Fruits with better quality, in turn, were obtained in the selections ITA 13,097-5; ITA 10,133-2; ITA 10,107-12; ITA 10,107-7 and ITA 10,128-9. Greater resistance to micosferela stain, powdery mildew and anthracnose was obtained in the selections ITA 12,103-15 and ITA 10,107-12. The genotypes studied need to be further evaluated for new growing seasons and places to confirm or discard their potential for use on a commercial scale.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch., breeding, agronomic performance.

5.3 INTRODUÇÃO

O morangueiro é uma espécie agrícola pertencente ao grupo dos pequenos frutos, com importância socioeconômica crescente a nível nacional (FAGHERAZZI et al., 2016). Cultura típica de pequenas áreas, muitas vezes inferiores a 1 hectare, esta espécie agrícola demanda elevado investimento em infraestrutura, insumos e mão-de-obra (RONQUE et al, 2013).

Quando se pretende iniciar o cultivo do morangueiro, atenção deve ser dada à escolha correta das cultivares. Este fator exerce influência sobre todos os aspectos da cadeia produtiva, tais como: época de plantio, fertilização, adequação do espaçamento, controle fitossanitário, período de conservação pós-colheita e destinação do produto no mercado. A escolha incorreta da cultivar pode inviabilizar a atividade, mesmo que todos os outros aspectos de manejo sejam realizados da melhor maneira possível (ANTUNES et al., 2010).

Os fatores ambientais que controlam o florescimento e a frutificação do morangueiro são os seguintes: temperatura, fotoperíodo e a interação entre os mesmos (HEIDE; STAVANG; SØNSTEBY, 2013). Além disso, a soma térmica exerce influência sobre o desenvolvimento vegetativo e entrada na fase produtiva (TAZZO et al., 2015). Dessa forma, um genótipo desenvolvido e testado em um determinado local pode se comportar de modo adverso em uma outra região, ou mesmo apresentar comportamentos distintos em um mesmo local, durante diferentes ciclos (COSTA et al., 2015; 2016; MATHEY et al., 2017).

A maioria das cultivares de morangueiro utilizadas no Brasil são provenientes dos Estados Unidos (programas de melhoramento genético das universidades da Califórnia e da Flórida) e da Espanha (empresa Planasa S. A.). Em território brasileiro, estas cultivares nem sempre expressam o máximo potencial de produtividade e qualidade de frutos, e não raro são altamente suscetíveis a problemas fitossanitários (OLIVEIRA & BONOW, 2012).

Na segunda metade do século XX, cultivares brasileiras de morangueiro foram desenvolvidas em duas instituições: o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e a Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS. Estes programas, porém, sofreram interrupções, e em anos recentes não houve lançamento de novas cultivares. A dependência das cultivares importadas, além de constituir um obstáculo a incrementos de produtividade e de qualidade de frutos, encarece os custos de

produção, pois os produtores pagam indiretamente royalties às empresas detentoras do direito de comercialização destas cultivares (GALVÃO, 2014).

No moranguero, observa-se uma elevada interação genótipos vs. ambientes. Neste sentido, uma grande parte das características de maior importância para o cultivo comercial e o melhoramento do moranguero são quantitativos, controlados por vários genes, e sujeitos a uma elevada influência ambiental (MISHRA; RAM; KUMAR, 2015).

Para que se possa obter genótipos com as características almejadas, normalmente são realizados dezenas, ou até mesmo centenas de hibridações biparentais, seguidas de trabalho de seleção dos melhores acessos dentro das progênie obtidas. Esta seleção, por sua vez, constitui um trabalho árduo, pois apenas uma pequena parcela dos genótipos obtidos nos cruzamentos possui a combinação de todos os atributos necessários para uma cultivar comercial, tais como elevada produtividade, massa média e firmeza de frutos, teor de sólidos solúveis acima de 7,0° Brix e tolerância aos principais problemas fitossanitários (WAGNER JÚNIOR, 2000). De tal maneira, as maiores chances de um determinado genótipo expressar o máximo do seu potencial genético é na própria região aonde o mesmo foi selecionado (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Assim, a realização de um programa de melhoramento genético direcionado às regiões produtoras pode constituir uma das maneiras mais eficazes de se obter cultivares plenamente adaptadas, com o máximo potencial produtivo e qualitativo, reduzindo, assim, a dependência das cultivares importadas (GALVÃO et al., 2017).

Este trabalho teve por objetivo selecionar genótipos de moranguero, provenientes de cruzamentos controlados, com potencial para cultivo em escala comercial, nas condições do Sul do Brasil.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

5.4.1 Primeira etapa de seleção - Safra 2015/2016

Os experimentos foram realizados no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC), no município de Lages-SC, localizada sob as coordenadas 27°47'05" de latitude Sul e 50°18'08" de longitude Oeste, a uma altitude de 906 metros.

Nos anos de 2012 e 2013, foram realizados 27 cruzamentos biparentais nas dependências da instituição Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e L'Analisi dell'Economia Agraria - Unità di Ricerca per la Frutticoltura (CREA-OFA-FRF), em Forlì, na Itália. Parte das sementes obtidas foram enviadas ao Brasil. Em novembro de 2014, no CAV-UDESC, as sementes foram postas para germinar em bandejas plásticas preenchidas com substrato comercial TNMix®. As plântulas, por sua vez, foram repicadas para bandejas de poliestireno expandido de 72 células, para formar mudas de torrão. Dessa forma, foram obtidos 4.227 "seedlings", os quais foram avaliados na safra 2015/2016, na área experimental de Fruticultura do CAV-UDESC.

A implantação da área para a primeira etapa de seleção de genótipos foi realizada entre os dias 28 de maio e 18 de agosto de 2015. Utilizou-se sistema de cultivo no solo, em canteiros com 1 m de largura, 32,5 m de comprimento e cerca de 10 cm de altura, levantados com rotoencanteirador, com duas linhas de plantio por canteiro (ver Figura 14). Adotou-se espaçamento de 25 cm entre plantas e 45 cm entre linhas. As plantas de cada cruzamento foram dispostas em linhas contínuas, perfazendo um único bloco. Ressalta-se que esta forma de plantio foi escolhida devido à falta de repetição nesta fase do estudo, na qual cada planta correspondia a um tratamento (genótipo).

As características físico-químicas do solo utilizado no ciclo 2015/2016 estão descritas no Apêndice 1. Adotou-se sistema de irrigação por gotejamento, com duas fitas gotejadoras por canteiro, dispostas ao lado das linhas de plantio, com espaçamento de 10 cm entre gotejadores. As irrigações foram realizadas com frequência adequada para manter o solo sempre com bons níveis de umidade, porém evitando-se o encharcamento. Ao longo do ciclo, os nutrientes foram fornecidos via fertirrigação, utilizando-se os seguintes produtos: sulfato de potássio (K_2SO_4) (31,25 g 100 plantas⁻¹); sulfato de magnésio ($MgSO_4$) (4,55 g 100 plantas⁻¹); nitrato de cálcio [$Ca(NO_3)_2$] (9,92 g 100 plantas⁻¹); fosfato monoamônico (MAP) (38,74 g 100 plantas⁻¹), P 51 (adubo líquido contendo 51% de fósforo) (7,3 mL 100 plantas⁻¹).

O manejo de plantas daninhas foi realizado por meio de arranque manual nas covas de plantio e capinas entre os canteiros. O controle fitossanitário foi efetuado quando necessário, com pulverizações de fungicidas e inseticidas registrados para a cultura.

No período de outubro de 2015 a março de 2016, foram realizadas inspeções semanais em todas as plantas do campo de 'seedlings'. Cada planta (genótipo) foi

discriminada de acordo com os seguintes critérios: vigor adequado, capacidade produtiva, sabor dos frutos e resistência a doenças. Genótipos com formação incorreta das flores, vigor exagerado ou muito baixo, muito suscetíveis a doenças ou com produção predominante de frutos deformados foram objeto de descarte já nesta fase do estudo. As plantas com potencial para serem selecionadas receberam uma marcação ao lado da mesma. Do total, 163 genótipos foram selecionados para serem submetidos à segunda etapa de seleção e, os demais, foram descartados.

Figura 14 - Aspecto do campo de semensais de morangueiro, referente ao ciclo 2015/2016. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

5.4.2 Segunda etapa de seleção – Safra 2016/2017

Os acessos selecionados durante o ciclo 2015/2016 foram propagados por estolões e, quando necessário, por divisão de coroa. Estes procedimentos foram efetuados em de abril de 2016. O enraizamento foi realizado em bandejas de

poliestireno expandido de 72 células, preenchidas com substrato comercial, para formar mudas com torrão. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação, recebendo irrigação manual e por microaspersão.

As mudas foram transplantadas para o campo no dia 9 de junho de 2016. O sistema de cultivo empregado, assim como na etapa anterior, foi em campo aberto, utilizando-se canteiros com cerca de 90 cm de largura, 30 m de comprimento e 15 cm de elevação, preparados com rotoencanteiradora. As mudas de torrão foram transplantadas no sistema de plantio em triângulo ou quincônico, utilizando-se espaçamento de 30 cm, entre plantas e entre linhas, resultando em uma densidade de plantio de 58.533,64 plantas por hectare. Os genótipos foram dispostos em parcelas de cinco plantas, ainda sem repetição nesta fase do estudo, devido à baixa produção de estolões nas plantas selecionadas no ciclo anterior.

A adubação de base foi realizada de acordo com resultado de análise de solo (ver Apêndice 2), utilizando-se as recomendações para a cultura conforme descrito no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004). Na correção do solo, utilizou-se 8,33 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, e na adubação de base, foram utilizados 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, 489 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo, e 133,3 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. As adubações de cobertura, irrigação, controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram efetuados de maneira similar à descrita para o ciclo anterior.

Na etapa descrita, a produção de frutos teve início em setembro de 2016. A partir de então, semanalmente, todas as parcelas foram inspecionadas visualmente, levando-se em consideração a produção, resistência a doenças e qualidade dos frutos (sabor e firmeza e ausência de podridões). As parcelas cujos genótipos se destacavam recebiam marcações, caracterizadas pela inserção de uma taquara junto à placa de identificação (ver Figura 15). A partir do momento em que eram marcadas, estas parcelas passavam a ter os frutos colhidos, com uma periodicidade média de cinco dias. Os frutos eram, então, conduzidos ao Núcleo de Tecnologia de Alimentos do CAV-UDESC (NUTA 3), para realização da contagem e pesagem, discriminando-se os mesmos em comerciais, pequenos, podres e deformados.

É importante ressaltar que os genótipos de destaque receberam marcações em datas diferentes, conforme se constatava o seu bom potencial agronômico. Dessa forma, a produção estimada destes genótipos não correspondeu ao período completo da safra, mas apenas ao espaço de tempo compreendido entre a marcação dos

mesmos e o término das colheitas, por exemplo, outubro a janeiro, ou mesmo novembro a janeiro. Por isso, foram também calculadas as produções total e comercial, bem como o número de frutos totais e comerciais, divididos pelo número de colheitas realizadas para cada um destes genótipos, a fim de possibilitar uma avaliação imparcial para o desempenho produtivo dos mesmos.

Figura 15 - Parcelas marcadas no campo de seleções avançadas de morangueiro, referente à segunda etapa de seleção de genótipos, na fase final do ciclo. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Ao final das colheitas, foram estimadas as variáveis: produção total e comercial (g planta^{-1}); número de frutos totais e comerciais ($\text{frutos planta}^{-1}$); porcentagem da produção total classificada como de frutos comerciais, pequenos, podres e deformados (%); massa média de frutos comerciais (g fruto^{-1}); produção total e comercial, dividida pelo número de colheitas realizadas em cada genótipo ($\text{g planta}^{-1} \text{ colheita}^{-1}$) e número de frutos totais e comerciais, por planta e por colheita ($\text{frutos planta}^{-1} \text{ colheita}^{-1}$). Como nesta fase do estudo ainda não havia repetições, não se realizou análise estatística e teste de comparações de médias.

Os genótipos selecionados foram propagados por meio de estolões coletados nas próprias parcelas, no campo, para compor a terceira etapa de seleção, descrita no próximo subitem.

5.4.3 Terceira etapa de seleção – Safra 2017/2018

Para a avaliação referente à safra 2017/2018, foram escolhidos os dez melhores genótipos da safra anterior para compor um ensaio com repetições, juntamente com a cultivar comercial San Andreas.

Assim como nos anos anteriores, o experimento foi implantado em área pertencente ao grupo de pesquisa em Fruticultura do CAV-UDESC. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, e unidades experimentais constituídas por onze plantas (ver Figura 16). Os tratamentos consistiram de onze genótipos, sendo dez seleções avançadas, todas de dia curto (DC) – ITA 12,103-15; ITA 12,103-12; ITA 12,103-22; ITA 10,107-6; ITA 10,107-7; ITA 13,097-05; ITA 10,133-2; ITA 10,128-9; ITA 12,103-6 e ITA 10,107-12 – e a cultivar San Andreas, classificada como de dia neutro (DN).

A correção do solo e a adubação de base foram efetuadas de acordo com as recomendações presentes no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004), com base em resultado de análise de solo (ver Apêndice 3). A correção do solo foi efetuada com 14,8 t ha⁻¹ de calcário dolomítico. Na adubação de base, foram utilizados 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio; 400 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo; e 83 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

A implantação do experimento ocorreu no início de maio de 2017. Os sistemas de cultivo e de plantio foram similares aos utilizados na segunda etapa de seleção de genótipos, realizada no ano anterior, o mesmo valendo para irrigação, fertirrigação, controle de plantas daninhas e tratamentos fitossanitários. Os fungicidas e acaricidas utilizados e as respectivas doses aplicadas durante o ciclo 2017/2018 estão descritos no Apêndice 7.

As colheitas ocorreram no período compreendido entre 21 de setembro de 2017 e 6 de fevereiro de 2018, sendo realizadas com uma frequência média de cinco dias, totalizando 27 colheitas. O procedimento relativo às colheitas, contagens e pesagens dos frutos colhidos, bem como a separação dos frutos em categorias, foram efetuadas de maneira análoga às etapas anteriores de seleção de genótipos.

Figura 16 - Detalhe do experimento da terceira etapa de seleção de genótipos, no ciclo 2017/2018. Os quatro canteiros do canto inferior direito da imagem referem-se ao experimento em questão. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Na etapa de seleção descrita foi avaliada a qualidade físico-química dos frutos das seleções. Estas análises foram efetuadas por duas vezes durante o ciclo, sendo a primeira realizada no dia 10 de novembro de 2017, e a segunda no dia 10 de janeiro de 2018. Foram realizadas as seguintes avaliações qualitativas: coloração da epiderme [luminosidade (L), croma (c) e ângulo hue ($^{\circ}$ hue)]; firmeza de polpa (N); acidez titulável (% de ácido cítrico); teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix); e relação sólidos solúveis/acidez titulável (RATIO). Os procedimentos para realização destas avaliações foram os mesmos descritos para o confronto de cultivares e seleções avançadas, no capítulo anterior.

Adicionalmente, foi estimada a receita bruta total com os genótipos. Para se fazer esta estimativa, primeiramente a produtividade comercial mensal de cada genótipo, em kg ha^{-1} , foi multiplicada pelo preço de comercialização dos morangos na CEASA-SC de Florianópolis-SC, em reais por quilograma de fruta fresca, com base no preço médio mensal praticado no quinquênio 2014-2018 (CONAB, 2019) (ver

Apêndice 4). Posteriormente, os resultados de receita mensal foram somados, obtendo-se a estimativa da receita bruta ao longo de todo o ciclo, em reais por hectare ($R\$ \text{ha}^{-1}$).

Além do desempenho produtivo e qualidade de frutos, foi avaliada a resistência a três das principais doenças do morangoiro: mancha-de-micosferela (*Mycosphaerella fragariae*); oídio (*Sphaeroteca fuliginea*) e antracnose ou ‘flor-preta’ (*Colletotrichum acutatum*). Para tanto, foram efetuadas seis avaliações a campo, no período compreendido entre 21 de dezembro de 2017 e 23 de fevereiro de 2018.

Para as três doenças, foram avaliadas a incidência e a severidade, em todas as plantas de cada parcela. Para mancha-de-micosferela e oídio, a incidência é caracterizada pelo número de folhas contendo sintomas da doença, dividido pelo número de folhas total da parcela, multiplicado por 100, portanto, a porcentagem de folhas contendo sintomas da doença. A severidade, por sua vez, foi calculada utilizando-se uma escala diagramática proposta por Mazaro et al. (2006), descrita conforme segue: 1) – 0,11% da área foliar afetada; 2) – 0,51% da área foliar afetada; 3) - 2,4% de área foliar destruída; 4) – 10,2%; e 5) 34,9% da área foliar danificada.

Com relação à antracnose, a incidência foi definida como o número de estruturas contendo sintomas da doença (flores ou frutos) dividida pelo número total de flores ou de frutos presentes na parcela na data de avaliação. A severidade, por sua vez, foi avaliada utilizando-se uma escala de notas, na qual os diferentes órgãos afetados na planta definem o grau de severidade, conforme segue: 1) antracnose presente nas flores; 2) lesões necróticas nos frutos novos; 3) presença de frutos mumificados; 4) sintomas da doença nas folhas, caracterizados por manchas irregulares.

Após o término das avaliações, foi estimada a severidade das doenças avaliadas, calculando-se a área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), por meio da equação (2):

$$\text{AACPD} = \sum [I_i + I(i+1)]/2. [(T(i+1) - T_i]$$

Na qual:

I_i = severidade da doença na data da avaliação i.

$I(i+1)$ = severidade da doença na avaliação subsequente.

T_i = idade da planta (dias) na data da avaliação.

$T(i+1)$ = idade da planta (dias) na avaliação subsequente.

5.4.4 Análises estatísticas

Foram realizados os testes de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variâncias de Levènne, por meio do software R (R COR TEAM, 2013). Quando satisfeitas estas condições, os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2011 b). Os dados de massa média comercial, acidez titulável e relação sólidos solúveis / acidez titulável foram transformados pela fórmula $Y = x^{0,5}$. Os resultados de porcentagem de frutos podres e deformados e incidência e severidade de ódio, por sua vez, foram transformados por meio da fórmula $Y = (x+1)^{0,5}$.

Os dados referentes à variação da produção comercial e da massa média de frutos comerciais ao longo do ciclo foram submetidos à análise de variância estudando-se a regressão, sendo o eixo X constituído pelos meses da safra, e o eixo Y formado pelas variáveis resposta (produção e massa média comercial). As análises de regressão foram feitas no programa Sisvar.

Com as principais características agronômicas, foram realizadas análises de correlação de Pearson, a 1% e 5% de significância, com auxílio do programa R. As correlações foram descritas com base na significância e na intensidade, conforme os critérios de Devore (2010). Os genótipos foram agrupados e correlacionados com as principais variáveis por meio da análise de componentes principais, utilizando-se o programa Fitopac 2.1.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5.1 Primeira etapa de seleção – Safra 2015/2016

Os cruzamentos que obtiveram o maior número de plantas (genótipos) mantidos para o segundo ano do processo de seleção foram ITA 12,100; ITA 12,190; ITA 12,103 e ITA 10,107 (ver Tabela 19). As maiores porcentagens de ‘seedlings’ selecionados em relação ao total de ‘seedlings’ plantados e avaliados, foram observadas nos cruzamentos ITA 13,081; ITA 13,077; e ITA 13,072.

Tabela 19 - Porcentagens de genótipos selecionados por cruzamento, no ciclo de seleção 2015/2016. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Cruzamento	Quantidade plantada	Quantidade de plantas selecionadas	% de plantas selecionadas por cruzamento
ITA 12,190 (DN)	301	30	10,0
ITA 10,106 (DC)	297	0	0,0
ITA 10,107 (DC)	216	12	5,6
ITA 10,128 (DC)	300	8	2,7
ITA 10,133 (DC)	300	3	1,0
ITA 10,134 (DC)	300	3	1,0
ITA 10,248 (DC)	122	0	0,0
ITA 12,100 (DC)	558	45	8,1
ITA 12,101 (DC)	223	1	0,4
ITA 12,103 (DC)	299	23	7,7
ITA 13,072 (DC)	7	1	14,3
ITA 13,073 (DC)	6	0	0,0
ITA 13,074 (DC)	8	0	0,0
ITA 13,077 (DC)	20	3	15,0
ITA 13,078 (DC)	64	5	7,8
ITA 13,079 (DC)	23	3	13,0
ITA 13,080 (DC)	88	4	4,5
ITA 13,081 (DC)	18	4	22,2
ITA 13,083 (DC)	36	1	2,8
ITA 13,097 (DC)	75	7	9,3
ITA 13,099 (DC)	36	1	2,8
ITA 13,100 (DC)	171	4	2,3
ITA 13,101 (DC)	221	2	0,9
ITA 13,102 (DC)	189	1	0,5
ITA 13,103 (DC)	132	1	0,8
ITA 13,104 (DC)	106	0	0,0
ITA 13,107 (DC)	111	1	0,9
TOTAL	4.227	163	3,9

Legenda: DC = cruzamento de dia curto; DN = cruzamento de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

5.5.2 Segunda etapa de seleção - Safra 2016/2017

Na safra 2016/2017, o trabalho de seleção resultou na marcação de 16 genótipos. A produção de frutos obtida durante o período compreendido entre a data de marcação de cada um desses acessos e o término das colheitas está descrita na

Tabela 20. Considerando-se todo o período em questão, as maiores produtividades, totais e comerciais, foram obtidas com os genótipos ITA 12,103-6; ITA 10,107-7 e ITA 10,128-9. As produções totais e comerciais obtidas com o genótipo ITA 12,103-6 foram, respectivamente, 66,5% e 70,8% maiores do que as médias gerais para estas variáveis.

Tabela 20 - Desempenho produtivo de genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) nas condições do município de Lages, SC, na safra 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Produção total (g planta ⁻¹)	Produção comercial (g planta ⁻¹)	Produtividade total (t ha ⁻¹)	Produtividade comercial (t ha ⁻¹)
ITA 12,190-2 (DN)	90,8	64,4	5,31	3,77
ITA 10,107-12 (DC)	467	400,2	27,34	23,43
ITA 10,107-6 (DC)	437,75	395,35	25,62	23,14
ITA 10,107-7 (DC)	615,8	555,8	36,05	32,53
ITA 10,107-9 (DC)	372,5	291,75	21,80	17,08
ITA 10,128-8 (DC)	405,2	342,4	23,72	20,04
ITA 10,128-9 (DC)	514,8	446	30,14	26,11
ITA 10,133-2 (DC)	292,2	267,8	17,10	15,68
ITA 12,103-12 (DC)	318,8	256,8	18,66	15,03
ITA 12,103-15 (DC)	478,6	390,4	28,01	22,85
ITA 12,103-22 (DC)	452,2	362,2	26,47	21,20
ITA 12,103-4 (DC)	478	411,2	27,98	24,07
ITA 12,103-6 (DC)	665,5	582,2	38,95	34,08
ITA 13,079-1 (DC)	262,2	209,8	15,35	12,28
ITA 13,079-2 (DC)	329,2	302	19,27	17,68
ITA 13,097-5 (DC)	213,4	176,2	12,49	10,31
Média	399,62	340,91	23,39	19,96

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os genótipos que obtiveram maiores números de frutos totais foram ITA 10,107-7; ITA 12,103-6; ITA 12,103-15 e ITA 12,103-22 (ver Tabela 21). Maiores números de frutos comerciais, por sua vez, foram alcançados com ITA 10,107-7; ITA 12,103-6 e ITA 12,103-22. Os genótipos com maior massa média comercial foram ITA 10,128-8; ITA 12,103-6; ITA 10,133-2 e ITA 10,128-9. A massa média comercial obtida com a seleção ITA 10,128-8, a maior encontrada, foi 25,9% maior que a média de todos os genótipos.

Tabela 21 - Número de frutos por planta e massa média de frutos comerciais de genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), na safra 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Nº de frutos (frutos planta ⁻¹)		Massa média comercial (g fruto ⁻¹)
	Totais	Comerciais	
ITA 12,190-2 (DN)	11,2	5	12,88
ITA 10,107-12 (DC)	43,0	29,8	13,43
ITA 10,107-6 (DC)	35,4	27,4	14,43
ITA 10,107-7 (DC)	55,0	38,6	14,40
ITA 10,107-9 (DC)	31,25	20,5	14,23
ITA 10,128-8 (DC)	26,6	19,4	17,65
ITA 10,128-9 (DC)	37,5	28,67	15,56
ITA 10,133-2 (DC)	22,2	16,4	16,33
ITA 12,103-12 (DC)	30,8	17,8	14,43
ITA 12,103-15 (DC)	48,8	30	13,01
ITA 12,103-22 (DC)	48,6	32,2	11,25
ITA 12,103-4 (DC)	44,8	30,4	13,53
ITA 12,103-6 (DC)	52,67	35,5	16,40
ITA 13,079-1 (DC)	28,4	17,4	12,06
ITA 13,079-2 (DC)	30,4	23,4	12,91
ITA 13,097-5 (DC)	22,8	15	11,75
Média	35,59	24,22	14,02

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os genótipos com maior porcentagem dos frutos classificados como comerciais foram: ITA 13,079-2; ITA 10,133-2, ITA 10,107-6 e ITA 10,107-7 (ver Tabela 22). Com a seleção ITA 13,079-2, a porcentagem obtida da produção classificada como comercial foi 8,9% superior em relação à média geral para esta variável. O genótipo ITA 12,190-2 obteve a maior porcentagem de frutos pequenos. Nos genótipos ITA 10,128-8; ITA 10,128-9 e ITA 12,103-22 se observaram as maiores parcelas de frutos deformados. Nas seleções ITA 10,107-9 e ITA 12,103-12 se obtiveram as porcentagens mais elevadas de frutos com podridões.

Tabela 22 - Porcentagens de frutos em diferentes categorias, em genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), na safra 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Porcentagem de frutos em diferentes categorias (%)			
	Comerciais	Pequenos	Deformados	Podres
ITA 12,190-2 (DN)	70,93	29,07	0,00	0,00
ITA 10,107-12 (DC)	85,70	12,03	2,27	0,00
ITA 10,107-6 (DC)	90,31	9,00	0,69	0,00
ITA 10,107-7 (DC)	90,26	9,42	0,00	0,32
ITA 10,107-9 (DC)	78,32	17,32	0,00	4,36
ITA 10,128-8 (DC)	84,50	4,64	8,64	2,22
ITA 10,128-9 (DC)	86,64	3,72	7,70	1,94
ITA 10,133-2 (DC)	91,65	6,30	0,00	2,05
ITA 12,103-12 (DC)	80,55	15,37	0,94	3,14
ITA 12,103-15 (DC)	81,57	18,43	0,00	0,00
ITA 12,103-22 (DC)	80,10	13,71	4,20	1,99
ITA 12,103-4 (DC)	86,02	12,72	1,26	0,00
ITA 12,103-6 (DC)	87,48	10,27	0,50	1,75
ITA 13,079-1 (DC)	80,02	15,10	2,29	2,59
ITA 13,079-2 (DC)	91,74	8,26	0,00	0,00
ITA 13,097-5 (DC)	82,60	14,15	1,41	1,87
Média	84,27	12,47	1,87	1,39

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os melhores resultados para número de frutos e produção divididos pelo número de colheitas, por sua vez (ver Tabela 23) foram conseguidos com os genótipos ITA 10,107-7; ITA 10,128-9 e ITA 12,103-6. Na seleção ITA 10,107-7, os números de frutos totais e comerciais por colheita foram, respectivamente, 51,6% e 58,8% superiores em relação às médias gerais para estas variáveis. Com o mesmo genótipo, se obtiveram produções totais e comerciais por colheita, respectivamente, 51,9% e 61,7% maiores do que as médias de todos os acessos.

Todos os genótipos mantidos na segunda etapa de seleção continuam a ser avaliados no programa de melhoramento genético de morangueiro do CAV-UDESC.

Tabela 23 - Parâmetros produtivos, por planta e por colheita, em genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) nas condições do município de Lages, SC, na safra 2016/2017. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Nº de frutos total (frutos planta ⁻¹ colheita ⁻¹)	Nº de frutos comerciais (frutos planta ⁻¹ colheita ⁻¹)	Produção total (g planta ⁻¹ colheita ⁻¹)	Produção comercial (g planta ⁻¹ colheita ⁻¹)
ITA 12,190-2 (DN)	2,24	1,00	18,16	12,88
ITA 10,107-12 (DC)	2,87	1,99	31,13	26,68
ITA 10,107-6 (DC)	2,36	1,83	29,18	26,36
ITA 10,107-7 (DC)	4,23	2,97	47,37	42,75
ITA 10,107-9 (DC)	3,13	2,05	37,25	29,18
ITA 10,128-8 (DC)	2,22	1,62	33,77	28,53
ITA 10,128-9 (DC)	3,41	2,61	46,80	40,55
ITA 10,133-2 (DC)	1,71	1,26	22,48	20,60
ITA 12,103-12 (DC)	2,80	1,62	28,99	23,35
ITA 12,103-15 (DC)	4,07	2,50	39,89	32,53
ITA 12,103-22 (DC)	3,24	2,15	30,15	24,15
ITA 12,103-4 (DC)	2,99	2,02	31,87	27,41
ITA 12,103-6 (DC)	3,51	2,37	44,37	38,81
ITA 13,079-1 (DC)	2,03	1,24	18,73	14,99
ITA 13,079-2 (DC)	2,17	1,67	23,51	21,57
ITA 13,097-5 (DC)	1,63	1,07	15,24	12,59
Média	2,79	1,87	31,18	26,43

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

5.5.3 Terceira etapa de seleção – Safra 2017/2018

Na terceira etapa do processo de seleção de genótipos, houve diferença significativa entre os acessos avaliados quanto ao desempenho produtivo (ver Tabela 24). As maiores produtividades total e comercial, foram observadas na cultivar San Andreas, a qual diferiu de todas as seleções avaliadas. Com San Andreas, as produções total e comercial obtidas foram, respectivamente, 69,6% e 80,5% maiores em relação à média. Dentre os acessos do programa de melhoramento do CAV-UDESC, melhores produções totais e comerciais foram obtidas com as seleções ITA 10,107-6; ITA 13,097-5; ITA 10,133-2 e ITA 12,133-22.

San Andreas apresenta potencial produtivo superior à cultivar Albion, que é um dos seus parentais, bem como produz frutos de elevado calibre e peso (SHAW;

LARSON, 2009 c). Nas condições de Lages, SC, esse padrão se confirmou, com San Andreas sendo superior em produção, massa média e diâmetro de frutos, em comparação com as cultivares Albion e Capitola, nos sistemas de cultivo no solo e semi-hidropônico (RICHTER et al., 2018).

Tabela 24 - Desempenho produtivo de genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) nas condições do município de Lages, SC, na safra 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Produção (g planta ⁻¹)		Produtividade (t ha ⁻¹)	
	Total	Comercial	Total	Comercial
San Andreas (DN)	657,06 a*	547,77 a	38,46 a	32,06 a
ITA 10,107-12 (DC)	328,36 c	241,98 c	19,22 c	14,16 c
ITA 10,107-6 (DC)	457,74 b	381,77 b	26,79 b	22,35 b
ITA 10,107-7 (DC)	311,72 c	214,39 c	18,25 c	12,55 c
ITA 10,128-9 (DC)	370,75 c	303,33 c	21,70 c	17,76 c
ITA 10,133-2 (DC)	462,39 b	352,70 b	27,07 b	20,65 b
ITA 12,103-12 (DC)	185,61 c	117,17 c	10,86 c	6,86 c
ITA 12,103-15 (DC)	305,62 c	245,28 c	17,89 c	14,36 c
ITA 12,103-22 (DC)	462,13 b	337,86 b	27,05 b	19,78 b
ITA 12,103-6 (DC)	294,25 c	229,61 c	17,22 c	13,44 c
ITA 13,097-5 (DC)	426,43 b	365,49 b	24,96 b	21,39 b
Média	387,46	303,40	22,68	17,76
CV (%)	22,40	23,57	22,40	23,57

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Com exceção de San Andreas, todos os genótipos avaliados obtiveram valores de produtividade comercial situados abaixo da média brasileira, que é de 36,1 t ha⁻¹ (FAGHERAZZI et al., 2016). As produtividades obtidas também se situam abaixo daquelas conseguidas por Fagherazzi (2017) que, avaliando 21 genótipos de morangueiro também no município de Lages, SC, durante três ciclos de avaliação, obteve um valor médio de produção total de 615 g planta⁻¹.

Uma possível explicação para a baixa produtividade geral reside no fato de que estas seleções foram propagadas por meio de estolões produzidos na própria área experimental, devido à capacidade ainda limitada de propagação destas seleções nesta fase do trabalho. Assim, é possível que, por mais que tenha havido cuidado com a qualidade fitossanitária destes estolões, alguns deles podem ter conservado inóculo

de doenças, de um ciclo para outro, levando também à queda de rendimento nas seleções avaliadas. Outro fator a ser levado em consideração foi a chuva de granizo ocorrida no dia 10 de novembro de 2017. Esta chuva coincidiu com o auge da produção na maioria das seleções. Assim, possivelmente o granizo reduziu a produção destes genótipos, tanto devido ao impacto direto dos cristais de gelo sobre as flores e frutos que estavam nas plantas, quanto ao dano indireto, caracterizado pela destruição da maior parte da área fotossinteticamente ativa.

Os genótipos mais produtivos no ciclo de seleção 2016/2017 não necessariamente foram também no ano agrícola 2017/2018. A título de exemplo, os genótipos ITA 10,107-7, ITA 12,103-6 e ITA 10,128-9, seleções estas mais produtivas no ciclo de produção 2016/2017, compuseram apenas o terceiro grupo de médias para produtividade total e comercial, na safra 2017/2018. A possibilidade de uma cultivar obter comportamento altamente distinto por diferentes anos em um mesmo local de produção já está elucidada na literatura. Costa et al. (2016), avaliando sete genótipos em três locais por dois anos agrícolas, no estado do Espírito Santo, obtiveram significância para a interação tripla genótipos x locais x anos, sendo que as cultivares Camarosa, Seaside e Aromas, por exemplo, obtiveram oscilações de produtividade superiores a 50%, entre dois ciclos de avaliação, nos municípios de Iúna e Domingos Martins.

Mathey et al. (2017) encontraram significância para a interação genótipos x anos para a variável massa média de frutos, sendo que esta variável sofreu oscilações de magnitudes próximas a 50%, entre dois diferentes anos agrícolas, considerando-se as médias de todos os genótipos e locais de avaliação. Tal qual afirmado anteriormente, o morangueiro é afetado especialmente pelo fotoperíodo e temperatura, no que diz respeito à regulação hormonal da etapa produtiva (HONJO et al., 2016). Como o comportamento do fotoperíodo é fixo entre diferentes anos, as oscilações nos padrões de temperatura e regime hídrico, que sempre ocorrem de um ano para outro, podem afetar o desempenho produtivo, tanto de cultivares de morangueiro de dia curto, como de dia neutro (FRANQUEZ, 2008). Além disso, a produtividade é uma característica de herança genética quantitativa e, portanto, fortemente influenciada por fatores de ordem ambiental e de manejo (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

Para o número total de frutos por planta foram formados dois grupos de médias (ver Tabela 25). O grupo com os melhores resultados para esta variável foi formado

pelos genótipos San Andreas, ITA 12,103-22; ITA 10,133-2; ITA 10,107-12; ITA 10,107-7 e ITA 13,097-5. Com San Andreas se obteve o maior número de frutos comerciais. Dentre as seleções, maior quantidade de frutos comerciais foi obtida em ITA 13,097-05 e ITA 10,133-2. Os resultados para número de frutos obtidos com San Andreas foram 38,2% maiores em relação à média, para número de frutos totais, e 65,8% maiores que a média geral, para número de frutos comerciais. Para a variável massa média de frutos comerciais dois grupos de médias foram formados, sendo o grupo com os melhores resultados composto pelos genótipos ITA 10,107-6; ITA 10,128-9; San Andreas; ITA 13,097-5; ITA 10,133-2; ITA 12,103-15 e ITA 12,103-6. A massa média comercial observada na seleção ITA 10,107-6, a maior encontrada, foi 20,8% maior que a média de todos os genótipos.

Tabela 25 - Número de frutos por planta, totais e comerciais, e massa média de frutos comerciais, em genótipos de morangueiro, nas condições de Lages, SC, na safra 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Número de frutos (frutos planta ⁻¹)		Massa média comercial (g fruto ⁻¹)**
	Total	Comercial	
San Andreas (DN)	47,17 a*	30,81 a	17,85 a
ITA 10,107-12 (DC)	37,90 a	17,32 c	13,96 b
ITA 10,107-6 (DC)	31,73 b	19,27 c	19,34 a
ITA 10,107-7 (DC)	35,83 a	15,59 c	13,97 b
ITA 10,128-9 (DC)	29,32 b	16,60 c	18,44 a
ITA 10,133-2 (DC)	42,85 a	21,53 b	16,37 a
ITA 12,103-12 (DC)	22,47 b	9,64 c	12,46 b
ITA 12,103-15 (DC)	25,18 b	15,16 c	15,98 a
ITA 12,103-22 (DC)	43,42 a	22,21 b	15,23 b
ITA 12,103-6 (DC)	25,09 b	14,52 c	15,95 a
ITA 13,097-5 (DC)	34,46 a	21,74 b	16,63 a
Média	34,13	18,58	16,01
CV (%)	22,52	17,15	6,33

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de massa média de frutos comerciais transformados pela fórmula $Y = x^{0,5}$.

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O número de frutos totais por planta, em todos os genótipos avaliados, ficou acima dos encontrados por Singh et al. (2018), os quais obtiveram uma média geral de 19,62 frutos planta⁻¹, para esta variável. Entretanto, os resultados deste trabalho ficaram abaixo dos obtidos por Ferreira et al. (2019), os quais obtiveram uma média

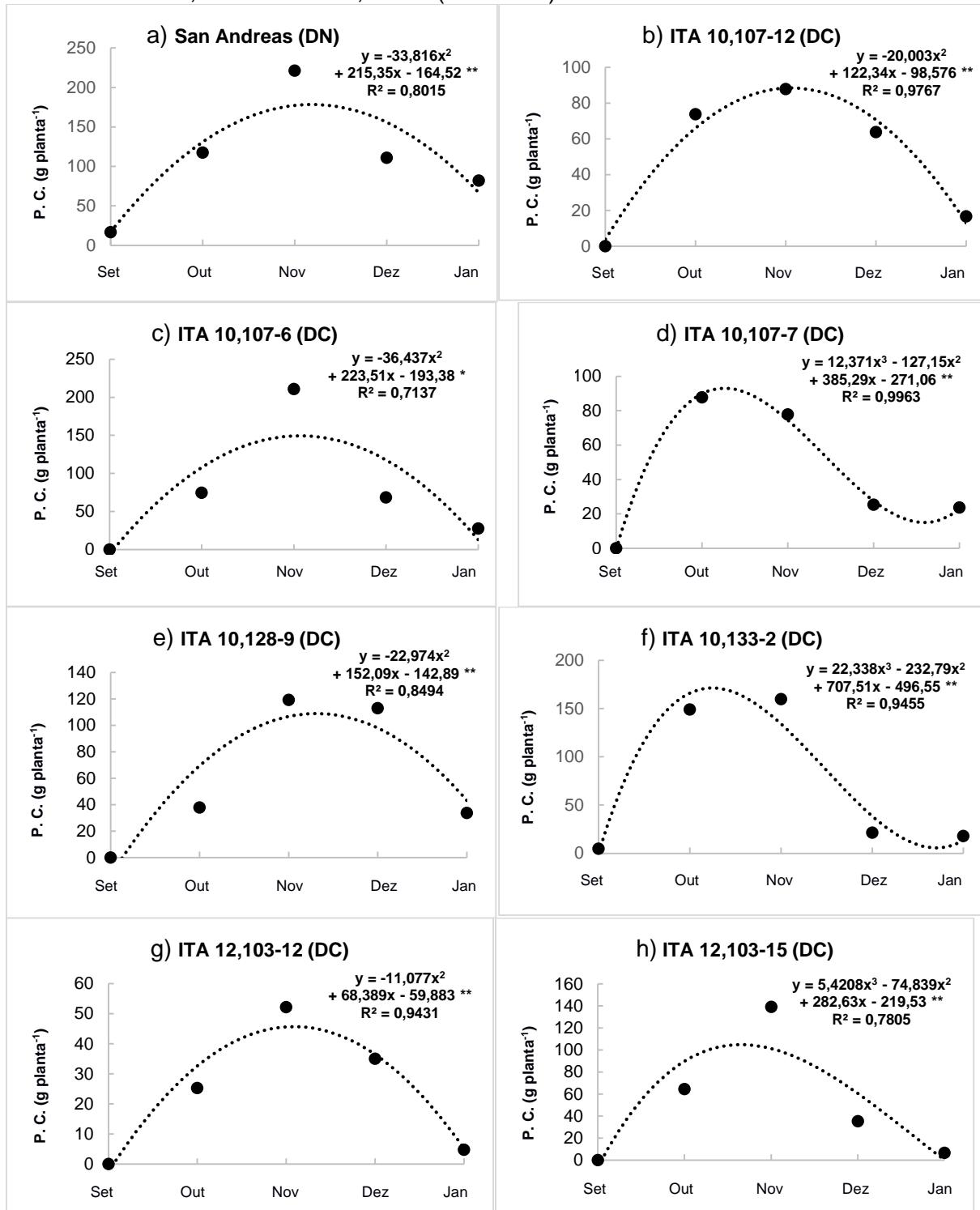
de 44 frutos planta⁻¹, em condições normais, sem estresse salino. A média geral obtida para a massa dos frutos comerciais neste estudo (16,01 g fruto⁻¹) foi ligeiramente inferior à encontrada por Ruan et al. (2011), para as quais a média geral do peso de frutos comerciais foi de 18,3 g fruto⁻¹, com as cultivares Albion e San Andreas. No presente trabalho, a produtividade superior obtida com San Andreas foi determinada tanto pelo número de frutos por planta, como pela massa média comercial (ver Tabela 25).

Com relação à variação sazonal da produção comercial, as equações de regressão foram significativas para todos os genótipos estudados (ver Figura 17). Na cultivar San Andreas e nos genótipos ITA 10,107-12; ITA 10,107-6; ITA 10,128-9; ITA 12,103-12 e ITA 12,103-22 a sazonalidade produtiva foi ajustada a curvas com modelos quadráticos. Já para os acessos ITA 10,107-7; ITA 10,133-2; ITA 12,103-15; ITA 12,103-6 e ITA 13,097-5 a variação da produção ao longo do ciclo foi ajustada a modelos cúbicos.

A maioria dos acessos obtiveram o auge da produção no bimestre outubro/novembro, com destaque para este último mês. As seleções ITA 12,103-12, ITA 10,128-9 e ITA 10,107-12, por sua vez, mantiveram-se no auge da produção também durante o mês de dezembro. As maiores produções registradas em um único mês, foram observadas no mês de novembro, em ITA 13,097-5 (275,9 g planta⁻¹); San Andreas (221,1 g planta⁻¹); ITA 10,107-6 (210,9 g planta⁻¹) e ITA 10,133-2 (159,8 g planta⁻¹). Em San Andreas (81,8 g planta⁻¹), ITA 12,103-6 (47,2 g planta⁻¹) e ITA 10,128-9 (33,6 g planta⁻¹) se verificaram as maiores produções comerciais no mês de janeiro, época já considerada de entressafra para a cultura do morangueiro, a nível nacional.

Conhecer a sazonalidade da produção das cultivares é de grande importância. O levantamento destas informações constitui um auxiliar no planejamento de todas as etapas da cadeia produtiva: implantação do experimento, cronograma de fertirrigações, contratação de mão-de-obra para os tratos culturais e colheitas, e comercialização (FAGHERAZZI, 2013; ROJAS MOLINA, 2016).

Figura 17 – Sazonalidade da produção comercial (g planta^{-1}) nos genótipos a) San Andreas; b) ITA 10,107-12; c) ITA 10,107-6; d) ITA 10,107-7; e) ITA 10,128-9; f) ITA 10,133-2; g) 12,103-12; h) ITA 12,103-15; i) ITA 12,103-22; j) ITA 12,103-6 e k) ITA 13,097-5, durante o ciclo 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019 (Continua).

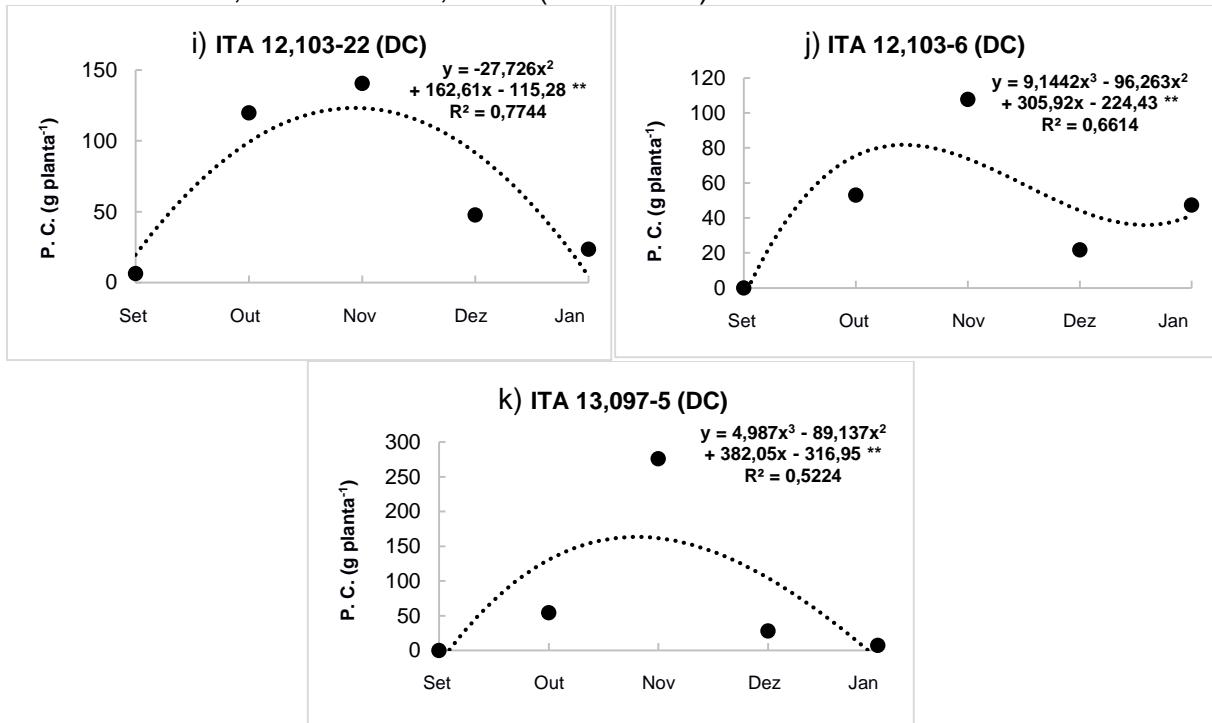


* Regressão significativa a 5% de probabilidade de erro.

** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

Legenda: P. C. = produção comercial; DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Figura 17 – Sazonalidade da produção comercial (g planta⁻¹) nos genótipos a) San Andreas; b) ITA 10,107-12; c) ITA 10,107-6; d) ITA 10,107-7; e) ITA 10,128-9; f) ITA 10,133-2; g) 12,103-12; h) ITA 12,103-15; i) ITA 12,103-22; j) ITA 12,103-6 e k) ITA 13,097-5, durante o ciclo 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019 (Conclusão).



** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

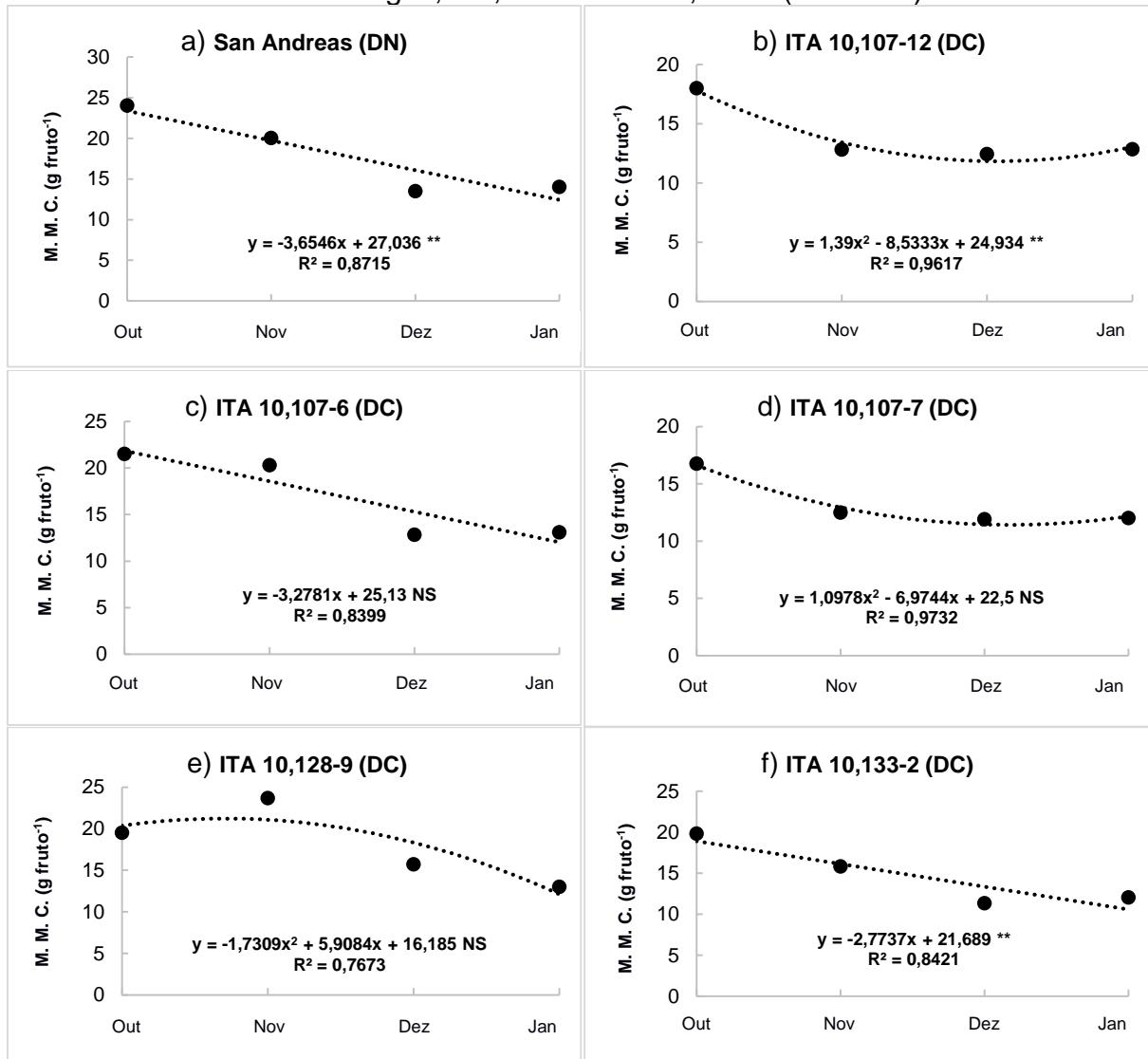
Legenda: P. C. = produção comercial; DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os meses de outubro e novembro ainda constituem auge da safra em muitos polos produtores importantes, em Santa Catarina e outros estados. O período completo de maior oferta de morangos, a nível nacional, se estende de julho a novembro. Nesta época, o preço pago ao produtor pode chegar a R\$4,00 por quilograma de fruta fresca. Já no período de entressafra, especialmente nos meses de abril e maio, e quando a produção é destinada para mercados distantes, esse valor pode alcançar R\$20,00 por quilograma (ANTUNES; PERES, 2013). Isso ocorre porque a produção decresce neste período, especialmente em grandes polos produtores e em sistemas convencionais de cultivo, nos quais o morango é plantado no solo e recebe cobertura no sistema de túneis baixos. Neste período, as possibilidades de obtenção de produção em nível comercial são maiores em locais de altitude elevada e verão ameno, com emprego de cultivares de dia neutro em cultivo protegido (FAGHERAZZI et al., 2014).

Quanto à variação da massa média comercial por mês de produção (ver Figura 18), obtiveram-se regressões significativas para os genótipos San Andreas, ITA 10,107-12; ITA 10,133-2 e ITA 12,103-22.

Figura 18 - Sazonalidade da massa média de frutos comerciais (g fruto^{-1}) nos genótipos a) San Andreas; b) ITA 10,107-12; c) ITA 10,107-6; d) ITA 10,107-7; e) ITA 10,128-9; f) ITA 10,133-2; g) 12,103-12; h) ITA 12,103-15; i) ITA 12,103-22; j) ITA 12,103-6 e k) ITA 13,097-5, durante o ciclo 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019 (Continua).

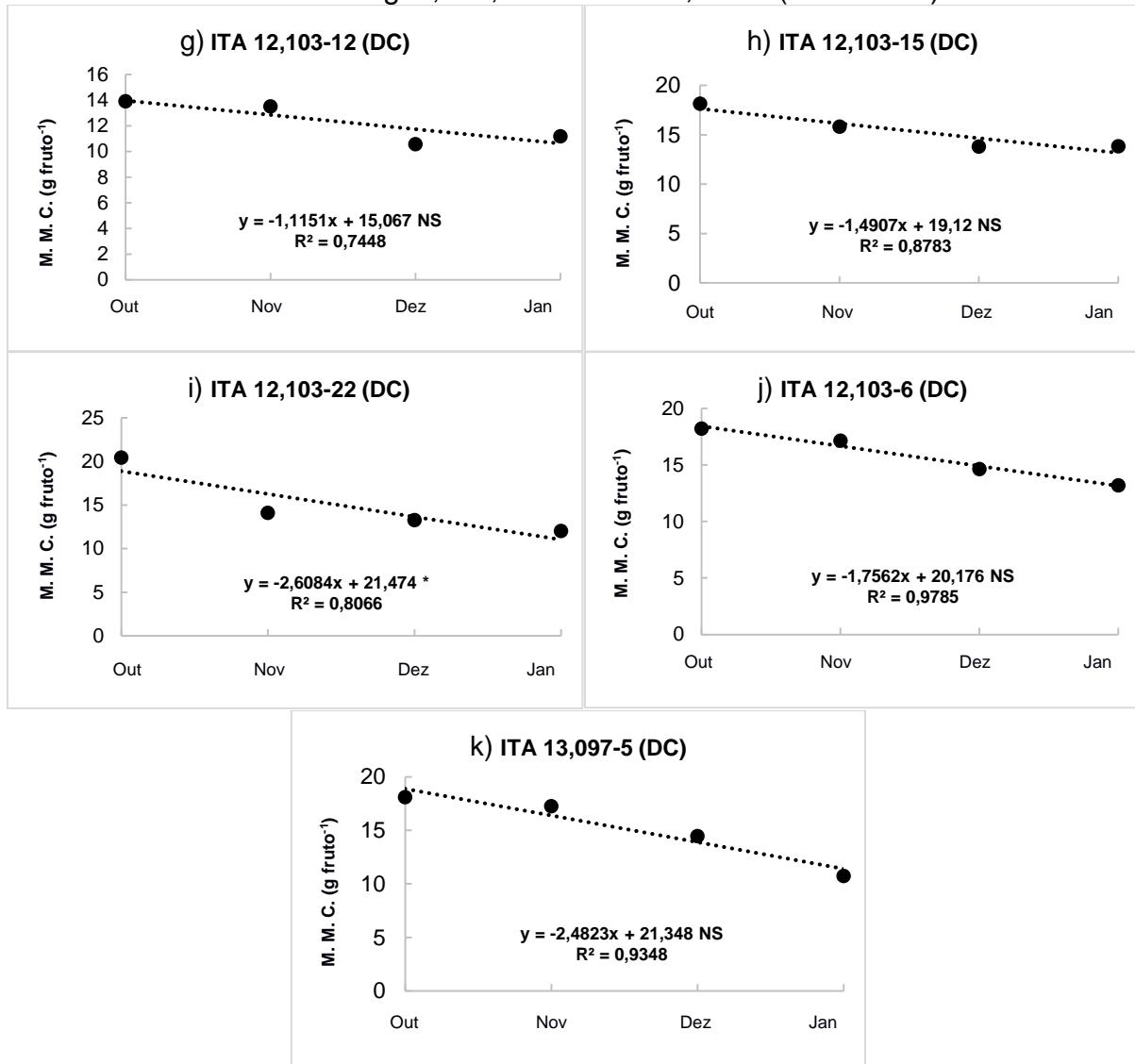


** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

NS = não significativo.

Legenda: M. M. C. = massa média de frutos comerciais; DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Figura 18 - Sazonalidade da massa média de frutos comerciais (g fruto^{-1}) nos genótipos a) San Andreas; b) ITA 10,107-12; c) ITA 10,107-6; d) ITA 10,107-7; e) ITA 10,128-9; f) ITA 10,133-2; g) 12,103-12; h) ITA 12,103-15; i) ITA 12,103-22; j) ITA 12,103-6 e k) ITA 13,097-5, durante o ciclo 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019 (Conclusão).



* Regressão significativa a 5% de probabilidade de erro.

** Regressão significativa a 1% de probabilidade de erro.

NS = não significativo.

Legenda: M. M. C. = massa média de frutos comerciais; DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Jan = janeiro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Em San Andreas, ITA 12,103-22 e ITA 10,133-2 a variação sazonal da massa média de frutos foi ajustada a modelos lineares. Nestes genótipos, frutos maiores foram obtidos nos meses de outubro e novembro, havendo redução na massa média comercial a partir de dezembro. Já na seleção ITA 10,107-12 esta variação foi explicada por um modelo quadrático, sendo que já no mês de novembro se obteve nítida redução no tamanho dos frutos.

O decréscimo na massa média dos frutos ao longo da safra é um fato esperado. Uma das explicações pode estar ligada à estrutura das inflorescências do moranguero, as quais são classificadas como do tipo ‘cimeira dicotômica’. Nestas estruturas, ocorre primeiramente a emissão de um eixo primário, no ápice do qual se forma a maior flor da inflorescência, com o maior número de pistilos, resultando também no maior fruto. Nas laterais do eixo primário, se originam dois eixos secundários, nos ápices dos quais se formam flores e frutos um pouco menores que os do eixo primário. Este processo ocorre de maneira sucessiva, até o eixo quinquenário. Como no início do ciclo produtivo muitos frutos são provenientes de eixos primários, estes normalmente são os maiores da planta (QUEIROZ-VOLTAN et al., 1996; HEIDE; STAVANG; SØNSTEBY, 2013).

Entretanto, o tamanho dos frutos ao longo do ciclo é muito variável entre cultivares, sendo que algumas podem manter tamanho de frutos quase constante ao longo do ciclo produtivo. Outra possível explicação para a redução do tamanho dos frutos no decorrer da safra encontra-se no tempo necessário desde a fertilização das flores até a maturação dos frutos. Sob temperaturas baixas, no outono-inverno, este tempo varia normalmente de 40 a 60 dias. Entretanto, nas elevadas temperaturas dos meses estivais, o período em questão é de apenas 15 a 20 dias. Um intervalo de tempo mais curto entre a fertilização e a maturação pode resultar em menor taxa de divisão celular, menor acúmulo de massa seca e, consequentemente, formação de frutos de tamanho inferior (FRANQUEZ, 2008).

Por outro lado, a baixa relação entre área foliar e número de frutos decorrente da chuva de granizo pode haver contribuído ainda mais para a redução no tamanho dos frutos nos últimos meses de colheita. Isto também pode ter sido uma das explicações para a ausência de diferença significativa entre os genótipos para massa média comercial nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018.

Quanto à produção de frutos em diferentes categorias, apenas não houve diferença entre os genótipos para porcentagem de frutos deformados (ver Tabela 26). O grupo com maior parcela da produção classificada como comercial foi composto pelos genótipos ITA 13,097-5; San Andreas; ITA 10,107-6; ITA 10,128-9; ITA 12,103-15; ITA 12,103-6 e ITA 10,133-2. Maiores porcentagens de frutos pequenos foram encontradas em ITA 10,107-7; ITA 12,103-12; ITA 10,107-12; ITA 12,103-22 e ITA 10,133-2. A seleção ITA 12,103-12 obteve as maiores porcentagens de frutos podres, diferindo dos demais acessos avaliados.

A capacidade de produzir uma elevada parcela de frutos considerados comercializáveis é uma das características mais importantes a serem buscadas em uma cultivar de morangueiro. Este atributo contribui positivamente para a rentabilidade do investimento, uma vez que exerce influência sobre as etapas de colheita, classificação e embalagem dos frutos, a qual demanda grande quantidade de mão-de-obra. De acordo com Ronque et al. (2013), a utilização de mão-de-obra perfaz 30,53% do custo total de produção do morangueiro, sendo que a etapa de colheita e embalagem dos frutos corresponde a 19,25% do custo total, considerando-se o cultivo no solo e em campo aberto, nas condições da Região Metropolitana de Curitiba/PR.

Tabela 26 - Produção de frutos em diferentes categorias, em porcentagem da produção total, de genótipos de morangueiro, na safra 2017/2018, nas condições do Planalto Sul Catarinense. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Porcentagem de frutos em diferentes categorias (%)			
	Comerciais	Pequenos	Deformados**	Podres**
San Andreas (DN)	83,35 a*	14,15 b	1,31 ns	1,19 b
ITA 10,107-12 (DC)	73,55 b	25,98 a	0,00	0,47 b
ITA 10,107-6 (DC)	83,12 a	14,09 b	0,79	0,37 b
ITA 10,107-7 (DC)	69,19 b	30,07 a	0,11	0,63 b
ITA 10,128-9 (DC)	81,84 a	17,14 b	0,34	0,68 b
ITA 10,133-2 (DC)	76,40 a	22,29 a	0,23	1,09 b
ITA 12,103-12 (DC)	64,32 b	28,05 a	1,06	6,57 a
ITA 12,103-15 (DC)	79,42 a	19,23 b	1,04	0,31 b
ITA 12,103-22 (DC)	73,21 b	25,09 a	0,59	1,10 b
ITA 12,103-6 (DC)	78,50 a	20,47 b	0,00	1,03 b
ITA 13,097-5 (DC)	86,14 a	11,11 b	0,41	2,34 b
Média	77,18	20,85	0,53	1,43
CV (%)	6,33	20,35	21,22	22,47

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de porcentagem de frutos deformados e podres transformados pela fórmula $Y = (x+1)^{0,5}$.

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

ns = não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os frutos considerados pequenos (menores do que 10 gramas) podem ser produzidos em diversas situações. Por exemplo, quando a temperatura, principalmente a noturna, é muito elevada, ocorre aumento na taxa de fotorrespiração, diminuindo a fotossíntese líquida e o acúmulo de carboidratos, resultando na formação de frutos de menor tamanho. Entretanto, a produção de frutos pequenos ocorre

tipicamente em plantas que estão encerrando o seu período produtivo, sendo portanto, um indicativo de final de ciclo (VIGNOLO, 2015).

Os frutos deformados são, em geral, resultado de falhas na polinização, sendo que pistilos mal formados ou posicionados acima das anteras, no receptáculo floral, também podem contribuir para a formação de frutos nesta categoria (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2007). Os frutos podres são resultado da infecção por fitopatógenos, sendo que o mais importante na região de estudo é *Botrytis cinerea*, agente causal do mofo-cinzento, responsável por prejuízos no campo e em pós-colheita. Além de *Botrytis* sp., outros patógenos com potencial para ocasionar perdas e danos por podridões nos frutos de morangueiro são *Colletotrichum acutatum*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora cactorum* e *Rhizopus nigricans* (TANAKA; BETTI; KIMATI, 2005).

Com relação às estimativas de rendimento financeiro total ao longo do ciclo houve a formação de três grupos de médias (ver Tabela 27).

Tabela 27 – Rendimento bruto total estimado ($\text{R\$ ha}^{-1}$) de seleções avançadas de morangueiro, na safra 2017/2018, nas condições do Planalto Sul Catarinense. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Total ($\text{R\$ ha}^{-1}$)**
San Andreas (DN)	212.361,14 a
ITA 10,107-12 (DC)	95.422,61 c
ITA 10,107-6 (DC)	151.104,64 b
ITA 10,107-7 (DC)	86.692,81 c
ITA 10,128-9 (DC)	114.602,51 c
ITA 10,133-2 (DC)	145.445,93 b
ITA 12,103-12 (DC)	45.817,45 c
ITA 12,103-15 (DC)	99.067,41 c
ITA 12,103-22 (DC)	136.169,28 b
ITA 12,103-6 (DC)	90.137,07 c
ITA 13,097-5 (DC)	147.963,31 b
Média	120.434,93
CV (%)	23,25

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Legenda: DC = genótipo de dia curto. DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Com a cultivar San Andreas se obteve maior estimativa de rendimento financeiro em relação às seleções avançadas. O resultado conseguido com San Andreas foi 76,3% maior do que a média geral para esta variável. O segundo grupo de médias com melhores resultados foi composto pelas seleções ITA 10,107-6; ITA 13,097-5; ITA 10,133-2 e ITA 12,103-22, todas estas com estimativas superiores à média geral.

Considerando-se o cálculo de custo total de produção no sistema de cultivo no solo realizado por Ronque et al. (2013), de R\$ 58.572,63 ha⁻¹, a utilização do genótipo ITA 12,103-12 resultaria em prejuízo de R\$ 12.755,18 ha⁻¹. Também com base neste custo de produção, o valor médio obtido de receita bruta total, de R\$ 120.434,93 ha⁻¹, resultaria em rendimento líquido de R\$ 61.862,30 ha⁻¹ por ciclo de cultivo.

Houve diferença significativa entre os acessos avaliados para a maioria das variáveis qualitativas, exceto ângulo hue ([°] hue) e firmeza de polpa (ver Tabela 28). Para coloração da epiderme, mereceram destaque os genótipos ITA 10,107-7, ITA 13,097-5 e ITA 12,103-6, os quais, no ciclo presente, foram definidos como possuindo epiderme mais clara (valores mais elevados de luminosidade) e com coloração vermelha mais pura (maiores valores de croma) em comparação com os demais genótipos. Os atributos ligados à coloração encontram-se entre os principais fatores que influenciam a aceitação do produto pelos consumidores, pois muitas vezes a decisão da compra é tomada com base no aspecto visual (CARPENEDO; ANTUNES; TREPTOW, 2016).

Os parâmetros de coloração nos frutos de morango estão ligados ao conteúdo de antocianinas, dentre elas pelargonidina 3-glucosídeo e cianidina-3-rutinosídeo, sendo que, quanto maior a concentração destes compostos, menores tendem a ser os valores de ângulo hue dos frutos de morango, ou seja, a coloração vermelha é mais intensa. O conteúdo de antocianinas em morangos é variável de acordo com a cultivar (KOVAČEVIĆ et al., 2015). Estas substâncias são compostos de natureza funcional, estando entre as principais responsáveis pelas propriedades antioxidantes do moranguinho (COCCO, 2014).

Tabela 28 - Principais características qualitativas de natureza física de frutos em genótipos de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Coloração da epiderme			Firmeza de polpa (N)
	Luminosidade	Croma	° hue	
San Andreas (DN)	34,13 b*	44,83 b	30,76 ^{ns}	5,25 ^{ns}
ITA 10,107-12 (DC)	38,26 a	44,15 b	32,37	5,40
ITA 10,107-6 (DC)	34,62 b	42,56 b	26,83	4,89
ITA 10,107-7 (DC)	40,25 a	49,82 a	34,59	5,31
ITA 10,128-9 (DC)	36,61 a	45,27 b	31,60	5,00
ITA 10,133-2 (DC)	35,86 b	45,67 b	30,51	5,32
ITA 12,103-12 (DC)	36,92 a	45,06 b	29,35	5,64
ITA 12,103-15 (DC)	35,11 b	45,16 b	29,28	5,01
ITA 12,103-22 (DC)	32,78 b	41,92 b	28,81	5,38
ITA 12,103-6 (DC)	37,13 a	48,29 a	31,98	5,14
ITA 13,097-5 (DC)	38,60 a	49,87 a	36,06	5,17
Média	36,39	45,69	30,74	5,23
CV (%)	5,73	6,40	7,77	4,37

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

^{ns} = não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A firmeza de polpa, por sua vez, é um atributo relacionado com a manutenção da integridade das paredes celulares das células dos frutos. Ao longo do processo de amadurecimento, e durante o armazenamento, o etileno estimula a ação de algumas enzimas, como a poligalacturonase, as quais degradam os pectatos de cálcio, que constituem o ‘cimento’ da parede celular, reduzindo a integridade da mesma (VILLARREAL; MARTÍNEZ; CIVELLO, 2009). No morangueiro, esta característica é altamente variável entre cultivares, e sua herança é quantitativa (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008). No presente trabalho, uma possível explicação para a ausência de diferença estatística entre os genótipos avaliados para firmeza de polpa é o fato de que, nas duas etapas anteriores da seleção, a firmeza dos frutos era sistematicamente avaliada em todas as inspeções de campo, sendo considerada uma característica eliminatória. Assim, genótipos que continham frutos de consistência muito mole eram eliminados do processo de seleção, mesmo que fossem promissores para as demais características. O rigor na aplicação desse critério pode haver contribuído para a pouca variabilidade genética para este caráter, dentro da população selecionada.

Quanto às características químicas dos frutos, foram formados dois grupos de médias para cada uma das três variáveis obtidas (ver Tabela 29). Para acidez titulável, o grupo de médias com os maiores resultados foi composto por ITA 12,103-22; San Andreas; ITA 10,128-9 e ITA 10,107-7. O grupo com as menores médias, por sua vez, foi composto pelos acessos ITA 12,103-12; ITA 12,103-15; ITA 10,107-6; ITA 13,097-5; ITA 10,133-2; ITA 10,107-12 e ITA 12,103-6. A variação entre as médias encontradas para acidez titulável foi de 72,1%, oscilando de 0,43 g 100 g⁻¹ de ácido cítrico (ITA 12,103-12) a 0,74 g 100 g⁻¹ de ácido cítrico (ITA 12,103-22).

Tabela 29 - Principais características qualitativas de natureza química de frutos em genótipos de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Acidez titulável (g 100 g ⁻¹ de ácido cítrico)**	Teor de sólidos solúveis (° Brix)	Relação sólidos solúveis / acidez titulável**
San Andreas (DN)	0,71 a*	7,77 b	11,08 b
ITA 10,107-12 (DC)	0,54 b	8,65 a	15,95 a
ITA 10,107-6 (DC)	0,49 b	7,98 b	16,40 a
ITA 10,107-7 (DC)	0,60 a	8,77 a	14,70 a
ITA 10,128-9 (DC)	0,68 a	9,53 a	14,33 a
ITA 10,133-2 (DC)	0,53 b	9,35 a	17,77 a
ITA 12,103-12 (DC)	0,43 b	6,53 b	15,63 a
ITA 12,103-15 (DC)	0,44 b	6,52 b	14,79 a
ITA 12,103-22 (DC)	0,74 a	7,73 b	10,52 b
ITA 12,103-6 (DC)	0,56 b	8,03 b	14,51 a
ITA 13,097-5 (DC)	0,50 b	9,07 a	18,60 a
Média	0,57	8,17	14,93
CV (%)	8,49	13,01	6,07

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de acidez titulável e relação sólidos solúveis / acidez titulável transformados pela fórmula $Y = X^{0,5}$.

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os teores de sólidos solúveis mais elevados foram encontrados em ITA 10,128-9; ITA 10,133-2; ITA 13,097-5; ITA 10,107-7 e ITA 10,107-12. A seleção ITA 10,128-9 obteve um resultado 16,6% maior em relação à média, para esta variável. Quanto à relação sólidos solúveis / acidez titulável, observou-se que nove dos onze genótipos formaram um único grupo de médias, com valores maiores que 14 para esta variável (ITA 13,097-5; ITA 10,133-2; ITA 10,107-6; ITA 10,107-12; ITA 12,103-12; ITA 12,103-

15; ITA 10,107-7; ITA 12,103-6 e ITA 10,128-9). Estes genótipos foram superiores à cultivar comercial, San Andreas, e à seleção ITA 12,103-22. No genótipo ITA 13,097-5, o qual obteve a relação mais elevada, o resultado obtido para esta variável foi 24,6% maior que a média geral.

A acidez titulável no morangueiro é caracterizada pelo conteúdo de ácidos orgânicos, notadamente os ácidos cítrico e málico. Conforme avança o processo de maturação, o conteúdo destes compostos tende a reduzir, enquanto a concentração de sólidos solúveis se eleva. Os principais açúcares solúveis presentes na polpa do morango são glicose, frutose e sacarose. No morangueiro, a acidez titulável e o teor de sólidos solúveis são características quantitativas e controladas por vários genes (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

Genótipo e condições climáticas são os dois principais fatores que afetam a expressão das características de acidez e concentração de açúcares solúveis. Dentre os fatores climáticos, a disponibilidade hídrica é o que exerce maior influência. De tal maneira, excesso de chuvas ou de irrigação reduz a concentração de açúcares nos frutos, tornando-os mais insossos. Oscilações de temperatura, por sua vez, podem interferir na fotossíntese líquida e produção de carboidratos, resultando em influência sobre o acúmulo de açúcares nos frutos. Temperaturas excessivamente elevadas, notadamente as noturnas, podem aumentar a fotorrespiração, acarretando em redução no tamanho dos frutos e no acúmulo de açúcares (MACKENZIE et al., 2011).

Considerando-se os parâmetros de qualidade de frutos de morangueiro descritos por Kader et al. (2002), citado por Souza et al. (2017), para 9 dos 11 genótipos avaliados obtidos resultados que os qualificam como apropriados para a comercialização dos frutos *in natura*. As exceções foram os acessos ITA 12,103-12 e ITA 12,103-15, com os quais se obtiveram teores de sólidos solúveis abaixo de 7,0 °Brix. Entretanto, mesmo nestas seleções, a relação sólidos solúveis / acidez titulável foi superior à observada na cultivar San Andreas.

No presente estudo, é possível presumir que os acessos ITA 10,128-9; ITA 10,133-2; ITA 13,097-5; ITA 10,107-7 e ITA 10,107-12 apresentam bom potencial para seleção com base nas características qualitativas dos frutos. Teores elevados de sólidos solúveis, bem como relações elevadas entre sólidos solúveis e acidez titulável, estão positivamente correlacionados com a aceitação do produto pelos consumidores. Valores elevados de acidez, em contrapartida, reduzem a aceitação dos frutos (RESENDE et al., 2008). Oliveira & Bonow (2012), por sua vez, afirmam que o

conteúdo de sólidos solúveis constitui um dos atributos mais importantes a serem buscados no desenvolvimento de novas cultivares. Assim, o estudo dos atributos de sabor dos frutos é imprescindível no processo de seleção e recomendação de cultivares, pois é a aceitação das mesmas pelos consumidores que define se haverá mercado para o escoamento da produção.

Foi constatada a presença de correlações significativas entre muitas das variáveis produtivas e de qualidade de frutos (ver Tabela 30). As variáveis de número de frutos e produção foram todas fortemente correlacionadas entre si, com valores de correlações acima de 0,70. A massa fresca comercial foi correlacionada com a produção total e comercial e a porcentagem da produção comercial. Os genótipos mais produtivos obtiveram também melhor aproveitamento da produção, com maior parcela dos frutos classificados como comerciais.

Tabela 30 - Matriz de correlações de Pearson entre as variáveis obtidas, no estudo de comparação entre genótipos de morangueiro, na safra 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

	PT	PC	MM	PP	NC	NT	LM	CR	H	FR	AT	SS	RT
PT	-	0,98**	0,62**	0,42*	0,94**	0,83**	-0,26	-0,19	0,00	-0,21	0,51**	0,22	-0,36*
PC		-	0,68**	0,57**	0,93**	0,74**	-0,26	-0,17	-0,01	-0,27	0,45**	0,22	-0,30
MM			-	0,60**	0,38*	0,21	-0,11	-0,20	-0,02	-0,44*	0,31	0,29	-0,15
PP				-	0,45**	0,01	-0,05	0,04	0,05	-0,41*	-0,02	0,11	0,14
NC					-	0,84**	-0,28	-0,09	0,03	-0,16	0,44*	0,17	-0,30
NT						-	-0,13	-0,07	0,14	-0,01	0,54**	0,30	-0,34
LM							-	0,62**	0,79**	0,27	-0,17	0,19	0,30
CR								-	0,58**	0,01	-0,07	0,31	0,29
H									-	0,32	0,12	0,25	0,05
FR										-	0,00	-0,30	-0,19
AT											-	0,47**	-0,74**
SS												-	0,21
RT													-

* Correlação significativa a 5% de probabilidade de erro.

** Correlação significativa a 1% de probabilidade de erro.

Legenda: PT = produção total. PC = produção comercial. MM = massa média comercial. PP = porcentagem da produção comercial. NC = número de frutos comerciais. NT = número de frutos total. LM = luminosidade da epiderme. CR = croma da epiderme. H = ângulo hue da epiderme. FR = firmeza de polpa. AT = acidez titulável. SS = teor de sólidos solúveis. RT = relação sólidos solúveis / acidez titulável.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

As correlações positivas encontradas entre produção, número de frutos e massa média comercial corroboraram com os resultados de Gawronski (2011);

Mishra; Ram; Kumar (2015); e Singh et al. (2018), para os quais a produtividade foi positivamente correlacionada tanto com o número de frutos por planta, quanto com a massa média de frutos.

A acidez titulável foi correlacionada positivamente com o número de frutos por planta e a produção total e comercial. Este resultado discorda daquele obtido por Mishra; Ram; Kumar (2015), para os quais a acidez foi correlacionada negativamente com a produção de frutos por planta. Por outro lado, houve correlação negativa entre firmeza de polpa e massa média comercial, bem como com a porcentagem dos frutos comercializáveis. No entanto, como os genótipos não diferiram entre si com relação à firmeza de polpa (ver Tabela 28) é provável que a seleção de genótipos com frutos maiores, dentro da população estudada, não irá afetar a firmeza dos frutos destes acessos.

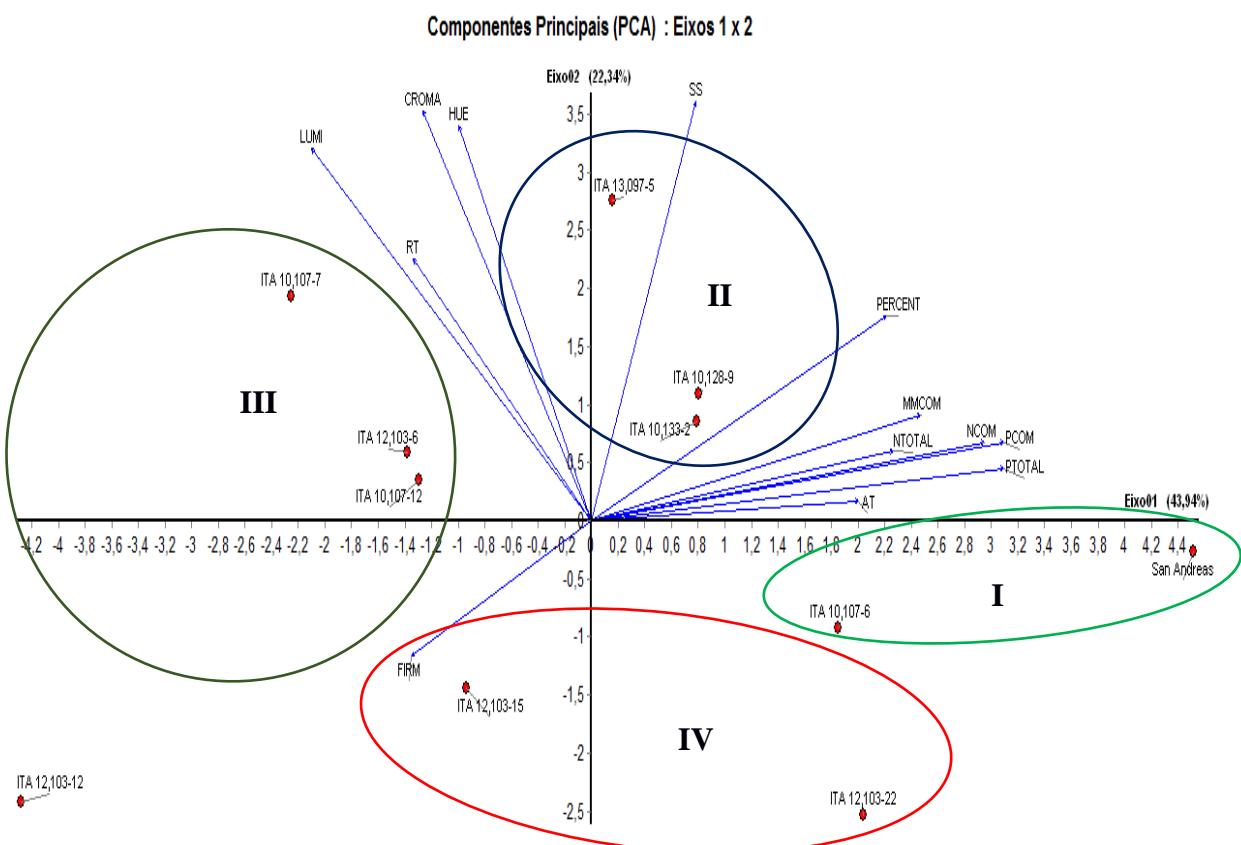
No presente trabalho, foi encontrada uma correlação moderada entre acidez titulável e teor de sólidos solúveis. Esta correlação pode apresentar valores altamente distintos, dependendo da população estudada. Capocasa et al. (2008), por exemplo, encontraram correlação positiva de 0,45 entre a acidez titulável e o conteúdo de açúcares solúveis, valor próximo ao obtido no presente trabalho. Para Lerceteau-Köhler et al. (2012) estes parâmetros de qualidade também obtiveram correlação positiva. Mishra; Ram; Kumar (2015), entretanto, encontraram uma forte correlação inversa entre estas variáveis.

Na análise de componentes principais (ver Figura 19) foram formados quatro grupos distintos. O grupo I, incluso no componente principal 1 (CP1), foi composto pela cultivar San Andreas e pela seleção ITA 10,107-6, genótipos estes que se correlacionaram com a acidez titulável e com todas as variáveis de produção (número de frutos total e comercial, produtividade total e comercial, massa média de frutos e porcentagem da produção classificada como comercial). O grupo II, disposto no eixo do CP2, foi preenchido com as seleções ITA 10,133-2; ITA 10,128-9 e ITA 13,097-5, as quais foram correlacionadas com o teor de sólidos solúveis, a relação sólidos solúveis / acidez titulável e as variáveis de coloração da epiderme.

O grupo III foi formado pelas seleções ITA 10,107-12; ITA 12,103-6; ITA 10,107-7 e ITA 12,103-12, as quais foram agrupadas com a variável firmeza de polpa, no eixo do CP1. A firmeza de polpa foi disposta de maneira contrária às variáveis de produção, confirmando o resultado apresentado na matriz de correlações (ver Tabela 30). O grupo IV, alocado no CP2, foi composto pelos genótipos ITA 12,103-15 e ITA

12,103-22. Este grupo foi disposto de maneira contrária às principais variáveis de qualidade química dos frutos (sólidos solúveis e relação sólidos solúveis / acidez titulável) e de coloração da epiderme.

Figura 19 - Análise de componentes principais de seleções pertencentes ao programa de melhoramento genético do CAV-UDESC, no ciclo agrícola 2017/2018. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.



Legenda: NTOTAL = número de frutos total. NCOM = número de frutos comerciais. PTOTAL = produção total. PCOM = produção comercial. MMCOM = massa média comercial. PERCENT = porcentagem de frutos comercializáveis. AT = acidez titulável. SS = teor de sólidos solúveis. RT = relação sólidos solúveis / acidez titulável. HUE = ângulo hue da epiderme do fruto. CROMA = pureza da cor da epiderme do fruto. LUMI = luminosidade da superfície do fruto.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os programas de melhoramento de morango requerem a seleção de genótipos que combinem elevada produtividade e qualidade de frutos, e o máximo possível de características agronômicas importantes para a cultura. Esta, no entanto, não constitui uma tarefa fácil, tendo em vista que variáveis de produtividade e qualidade de frutos são, muitas vezes, inversamente correlacionadas, dependendo do

germoplasma disponível (LERCETEAU-KÖHLER et al., 2012). No presente trabalho, é possível que alguns genótipos possam combinar elevada capacidade produtiva e boa qualidade de frutos, como é o caso das seleções ITA 10,128-9; ITA 10,133-2 e ITA 13,097-5. No entanto, estes acessos precisam ainda ser avaliados por mais ciclos e locais, para verificar se possuem potencial de utilização em nível comercial, ou mesmo como parentais em novas hibridações.

Houve diferença entre as seleções avaliadas para incidência e severidade de mancha-de-micosferela, oídio e antracnose (ver Tabela 31).

Tabela 31 - Incidência de mancha-de-micosferela e oídio (% dos folíolos infectados) e antracnose (% de flores e frutos com doença) em seleções de morangueiro pertencentes ao programa de melhoramento genético do CAV-UDESC. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Mancha de micosferela (%)	Oídio (%)**	Antracnose (%)	Soma das incidências
ITA 10,107-12 (DC)	10,99 c	1,09 d	22,34 c	34,42 d
ITA 10,107-6 (DC)	15,71 b	2,93 c	17,22 c	35,86 d
ITA 10,107-7 (DC)	8,76 c	0,29 e	21,81 c	30,86 e
ITA 10,128-9 (DC)	22,89 a	7,69 a	19,93 c	50,51 b
ITA 10,133-2 (DC)	21,81 a	0,73 e	2,87 e	25,41 e
ITA 12,103-12 (DC)	16,52 b	0,00 e	34,45 b	50,97 b
ITA 12,103-15 (DC)	16,70 b*	3,09 c	9,02 d	28,81 e
ITA 12,103-22 (DC)	8,30 c	5,3 b	51,23 a	64,83 a
ITA 12,103-6 (DC)	20,26 a	2,11 d	18,65 c	41,02 c
ITA 13,097-5 (DC)	11,16 c	1,34 d	36,85 b	49,35 b
Média	15,31	2,46	23,44	41,20
CV (%)	11,54	11,04	12,27	7,29

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de incidência de oídio transformados pela fórmula $Y = (x+1)^{0,5}$.

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

As maiores incidências de mancha-de-micosferela foram observadas nas seleções ITA 10,128-9; ITA 10,133-2 e ITA 12,103-6. Os genótipos com menor incidência de mancha-de-micosferela foram ITA 12,103-22; ITA 10,107-7; ITA 10,107-12 e ITA 13,097-5. Para oídio a maior incidência foi observada na seleção ITA 10,128-9, a qual diferiu de todos os demais tratamentos. Os menores valores de incidência de oídio foram obtidos com os genótipos ITA 12,103-12; ITA 10,107-7 e ITA 10,133-

2. Quanto à incidência de antracnose a seleção ITA 12,103-22 obteve o valor mais elevado, enquanto ITA 10,133-2 obteve a menor incidência, sendo que cada um destes genótipos formaram grupos de médias isolados para esta variável.

Com relação ao somatório dos valores de incidência para as três doenças, o resultado mais elevado foi obtido com a seleção ITA 12,103-22, a qual diferiu de todos os demais genótipos. Nos acessos ITA 10,133-2; ITA 12,103-15 e ITA 10,107-7 foram obtidos os valores mais baixos para a somatória das incidências.

Quanto à severidade das doenças avaliadas, definida pelo cálculo da área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), também houve diferença entre as seleções estudadas (ver Tabela 32).

Tabela 32 - Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), para severidade de mancha-de-micosferela, oídio e antracnose, em seleções de morangueiro pertencentes ao programa de melhoramento genético do CAV-UDESC. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

Genótipo	Mancha-de-micosferela	Oídio**	Antracnose	Soma das AACPDs
ITA 10,107-12 (DC)	5,45 f	0,39 d	37,50 d	43,34 d
ITA 10,107-6 (DC)	17,86 e	4,36 c	57,56 c	79,78 c
ITA 10,107-7 (DC)	4,98 f	0,34 d	71,33 b	76,65 c
ITA 10,128-9 (DC)	46,94 b	22,76 b	57,56 c	127,26 a
ITA 10,133-2 (DC)	69,84 a	0,50 d	42,85 d	113,19 a
ITA 12,103-12 (DC)	38,30 c	0,00 d	73,50 b	111,80 a
ITA 12,103-15 (DC)	10,45 f*	2,97 c	17,05 d	30,48 d
ITA 12,103-22 (DC)	5,46 f	42,26 a	71,13 b	118,86 a
ITA 12,103-6 (DC)	24,58 d	5,51 c	63,00 c	93,09 b
ITA 13,097-5 (DC)	10,91 f	0,74 d	84,75 a	96,40 b
Média	23,48	7,98	57,62	89,08
CV (%)	15,09	12,61	11,32	9,20

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

** Dados de severidade de oídio transformados pela fórmula $Y = (x+1)^{0,5}$.

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Para mancha-de-micosferela, a seleção ITA 10,133-2 foi a mais suscetível, diferindo de todos os demais genótipos. Já as seleções ITA 10,107-7; ITA 10,107-12; ITA 12,103-22; ITA 12,103-15 e ITA 13,097-5 foram as que apresentaram maior grau de resistência à mancha-de-micosferela, compondo o mesmo grupo de médias para a severidade de mancha-de-micosferela. Com relação ao oídio, o genótipo ITA

12,103-22 foi o mais suscetível, diferindo dos demais acessos. Já os genótipos ITA 12,103-12; ITA 10,107-7; ITA 10,107-12; ITA 10,133-2 e ITA 13,097-5 apresentaram as médias mais baixas para a severidade desta doença, fazendo parte do mesmo grupo de médias. Com relação à severidade de antracnose, na seleção ITA 13,097-5 observou-se o resultado mais elevado, diferindo dos demais tratamentos, enquanto o grupo de médias com os menores valores foi composto pelos genótipos ITA 12,103-15; ITA 10,107-12 e ITA 10,133-2.

Os genótipos ITA 10,128-9; ITA 12,103-22; ITA 10,133-2 e ITA 12,103-12 formaram o grupo com os maiores valores para a somatória das médias de severidade das três doenças avaliadas. Em contrapartida, os acessos ITA 12,103-15 e ITA 10,107-12 compuseram o grupo com os menores resultados para a somatória dos valores de severidade.

As médias de severidade de mancha-de-micosferela encontradas neste trabalho se situaram, em geral, abaixo dos valores encontrados por Mazaro et al. (2013), os quais avaliaram a eficácia de tratamentos com calda bordalesa, calda sulfocálcica e biofertilizante supermagro no controle de mancha-de-micosferela em plantas da cultivar Camarosa, e bem abaixo dos valores encontrados por Heling; Kuhn; Stangarlin (2014). Porém, foram semelhantes às médias encontradas por Mazaro et al. (2012), os quais utilizaram quitosana, acibenzolar S-metil e fungicidas no tratamento de micosferela em plantas da cultivar Aromas, e ficaram muito acima das obtidas por Nesi et al. (2013), os quais avaliaram a incidência e severidade desta doença em oito cultivares.

De acordo com Brugnara; Colli (2014), a incidência de mancha-de-micosferela no morangueiro depende de fatores como cultivar, utilização de cobertura plástica sobre o canteiro e práticas culturais, como a retirada das folhas mais velhas. A influência da cultivar é uma das mais decisivas neste sentido, pois a resistência e / ou suscetibilidade à mancha-de-micosferela é, em grande parte, definida pela genética. A utilização de cobertura plástica ou o cultivo em ambiente protegido, impede o molhamento foliar, o qual é uma condição indispensável para a infecção pelo patógeno. A retirada das folhas doentes, por sua vez, reduz o inóculo da doença na área e o potencial para o surgimento de novos focos de infecção.

Com relação à resistência / suscetibilidade ao ódio, os resultados obtidos para AACPD são semelhantes aos encontrados por Carisse; Morissette-Thomas; Van der Heyden (2013), os quais obtiveram valores oscilando entre 10 e 30 para esta variável,

em campos de produção comercial da Província de Quebec, no Canadá. Estes autores observaram que perdas em produtividade da ordem de 5% ocorreram a partir do momento em que a porcentagem da área foliar infectada chegou a 17%. No presente trabalho, dois genótipos se destacaram entre os mais suscetíveis dentro da população estudada: ITA 12,103-22 e ITA 10,128-9. De acordo com Cockerton et al. (2018) a resistência ao oídio em morangueiro possui herança quantitativa e em grande parte aditiva, sendo a expressão desta característica um resultado da somatória de pequenas contribuições individuais por parte de vários genes.

Nas condições atuais, nas quais a produção de morangos tem migrado gradativamente para o cultivo suspenso em ambiente protegido, dispor de cultivares resistentes ao oídio adquire uma importância ainda maior. Isto porque, em ambiente protegido, são comuns as condições que favorecem esta doença, como ausência de molhamento foliar e temperaturas entre 15°C e 30°C (TANAKA; BETTI; KIMATI, 2005).

A resistência à antracnose, por sua vez, também constitui um importante objetivo a ser buscado na obtenção de novas cultivares de morangueiro, em razão da ampla distribuição geográfica do agente causal, e do potencial de perdas e danos que o mesmo apresenta nos campos de produção comercial, as quais podem chegar a mais de 80% em redução na produtividade (MERTELY; SEIJO; PERES, 2010). Neste sentido, o ideal é que esta doença seja manejada de maneira preventiva, por meio de práticas como equilibrar a adubação nitrogenada, evitar o molhamento foliar (TANAKA; BETTI; KIMATI, 2005) e utilizar mudas sadias na implantação da lavoura, pois o inóculo pode ser trazido de viveiros e se manifestar no campo de produção comercial (DAUGOVISH et al., 2012). No Brasil, a resistência à antracnose das flores constitui um dos objetivos mais buscados nos programas de melhoramento, tendo em vista que a maioria das cultivares utilizadas em larga escala no Brasil são suscetíveis a esta doença (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

As médias de incidência e severidade para uma mesma doença foram todas positivamente correlacionadas entre si (ver Tabela 33). A incidência de antracnose foi inversamente correlacionada com a incidência e severidade de mancha-de-micosferela.

Estudos que correlacionam antracnose e mancha-de-micosferela quanto ao progresso da doença ou aos danos causados são escassos. É possível que a causa da correlação inversa encontrada no presente trabalho seja principalmente genética,

pois as condições ambientais favoráveis à ocorrência destas duas doenças são parecidas, sendo caracterizadas por umidade constante e temperaturas entre amenas a ligeiramente elevadas (TANAKA; BETTI; KIMATI, 2005).

Tabela 33 - Estimativas de correlações de Pearson entre incidência e severidade de mancha-de-micosferela, oídio e antracnose, incidência e severidade total das três doenças, e produção total e comercial, em seleções avançadas de morangueiro pertencentes ao programa de melhoramento do CAV-UDESC. Lages, SC, CAV-UDESC, 2019.

	MI	MS	OI	OS	AI	AS	IT	ST	PT	PC
MI	-	0,80**	0,19	-0,16	-0,60**	-0,27	-0,20	0,29	-0,03	0,03
MS		-	0,04	-0,10	-0,45*	-0,08	-0,15	0,57**	0,08	0,08
OI			-	0,78**	0,13	-0,08	0,42*	0,31	0,31	0,34
OS				-	0,55**	0,18	0,70**	0,47**	0,29	0,23
AI					-	0,67**	0,89**	0,36*	-0,02	-0,06
AS						-	0,62**	0,66**	0,05	0,03
IT							-	0,60**	0,03	0,01
ST								-	0,21	0,17

*Correlação significativa a 5% de probabilidade de erro.

** Correlação significativa a 1% de probabilidade de erro.

Legenda: MI = incidência de mancha-de-micosferela. MS = severidade de mancha-de-micosferela. OI = incidência de oídio. OS = severidade de oídio. AI = incidência de antracnose. AS = severidade de antracnose. IT = incidência total. ST = severidade total. PT = produção total por planta. PC = produção comercial por planta

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A soma das incidências para as três doenças foi correlacionada com a incidência e severidade de oídio e antracnose. A severidade total se correlacionou significativamente com os valores de severidade para as três doenças, e também com a incidência de antracnose e a incidência total. Não houve correlações significativas entre incidência e severidade das doenças avaliadas com a produção total e comercial dos genótipos. Este último resultado discorda de alguns trabalhos citados anteriormente, segundo os quais a antracnose (MERTELY; SEIJO; PERES, 2010) e o oídio possuem elevado potencial de redução de produtividade no morangueiro (CARISSE; MORISSETTE-THOMAS; VAN DER HEYDEN, 2013). A mancha-de-micosferela também pode ocasionar índices de desfolha e perdas na produção que podem se aproximar de 100%, quando a cultivar é altamente suscetível e a temperatura e a umidade do ambiente são favoráveis à esta doença (TANAKA; BETTI; KIMATI, 2005).

É importante ressaltar que eventuais reduções de produtividade causadas por doenças de plantas dependem de uma interação complexa entre diferentes fatores, os quais incluem genética do hospedeiro, virulência do patógeno, condições ambientais favoráveis e manejo cultural por parte dos produtores. O grau com que uma doença ocasiona prejuízos também é variável de acordo com o genótipo da planta hospedeira (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2011). Isto reforça a importância de se buscar por cultivares resistentes a doenças, pois a resistência genética é um dos fatores mais relevantes dentro do manejo integrado de doenças. Com o uso de cultivares resistentes, é possível reduzir os custos de produção e obter incrementos em produtividade e qualidade do produto final (ZAMBOLIM et al., 1999).

Em uma abordagem geral, as seleções ITA 12,103-15 e ITA 10,107-12 estiveram presentes nos grupos com as médias mais baixas de severidade para as três doenças avaliadas, simultaneamente (ver Tabela 35). Sendo assim, estes acessos apresentaram os melhores resultados quanto à resistência às principais doenças do morango, no ciclo agrícola 2017/2018.

5.6 CONCLUSÕES

A cultivar San Andreas e a seleção ITA 10,107-6 se relacionam com todas as variáveis de produção.

Com as seleções ITA 10,133-2; ITA 10,128-9 e ITA 13,097-5 se obtêm frutos de elevada qualidade, expressa por elevadas médias para teor de sólidos solúveis e relação sólidos solúveis / acidez titulável.

Dentre os genótipos avaliados, os acessos ITA 10,107-12 e ITA 12,103-15 apresentam maior resistência simultânea à mancha-de-micosferela, óidio e antracnose.

As seleções que fizeram parte deste trabalho precisam ser avaliadas por mais ciclos e em diferentes locais para verificar seu potencial de utilização em escala comercial.

6 ATIVIDADES DE PESQUISA COM MORANGUEIRO DESENVOLVIDAS NO CREA-OFA-FRF, ITÁLIA

6.1 RESUMO

No grupo dos pequenos frutos, o morangueiro é a principal espécie em importância socioeconômica a nível mundial. Um dos aspectos mais importantes na determinação do sucesso na produção de morangos é a escolha correta das cultivares. Os programas de melhoramento genético possuem a incumbência de ampliar a disponibilidade de cultivares aos produtores. Objetivou-se, com o estágio, colaborar em atividades de melhoramento genético de morangueiro desenvolvidas na Itália, e conhecer técnicas utilizadas naquele país que possam orientar a busca por soluções para desafios relacionados com a cadeia de produção de morangos no Brasil. O estágio foi realizado no instituto de pesquisa CREA-OFA-FRF, em Forlì, na região da Emilia-Romagna. Dentre as atividades realizadas, foi conduzido um ensaio de confronto de seleções avançadas de morangueiro. Este experimento foi realizado no solo, em sistema de cultivo em campo aberto, utilizando-se um canteiro recoberto com ‘mulching’. Foram avaliados 112 genótipos, arranjados em parcelas únicas, com três a quatro plantas cada. As seleções situadas nas parcelas 1205 e 1268 se destacaram pela combinação de boa produção e elevada qualidade de frutos. Dentre as demais atividades realizadas durante o estágio, podem ser destacadas: realização de cruzamentos; avaliações em campos experimentais em Forlì, Cesena e Verona; propagação de seleções avançadas; plantio de semensais para formação de mudas de torrão; e realização de atividades de sistemização e limpeza em casa-de-vegetação. Os programas de melhoramento da Itália buscam alguns objetivos em comum com os brasileiros, tais como: qualidade de fruto superior, resistência a doenças, período de colheita estendido e baixo requerimento em horas de frio. Entretanto, a disponibilidade de cultivares de morangueiro na Itália é maior do que no Brasil, o que aponta para a demanda pela obtenção de novas cultivares brasileiras capazes de suprir as exigências de produtores e consumidores.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch., melhoramento genético, técnicas de cultivo.

6.2 ABSTRACT

Strawberry crop research activities developed in CREA-OFA-FRF Institute, Italy

In the group of small fruits, strawberry is the main species of socioeconomic importance worldwide. One of the most important aspects in determining success in strawberry cultivation is the correct choice of cultivars. Breeding programs have the task of increasing the availability of cultivars to growers. The goal of the internship was to collaborate in strawberry breeding activities developed in Italy and to learn techniques that could guide the search for solutions to challenges related to the strawberry production chain in Brazil. The internship was held at the CREA-OFA-FRF research institute in Forlì, Emilia-Romagna region. Among the activities carried out, a test of advanced selections of strawberry was conducted. This experiment was carried out in the soil, in an open field cultivation system, using a bed covered with black plastic. A total of 112 genotypes were evaluated, arranged in single plots, with three to four plants each. The selections located in plots 1205 and 1268 stood out by the combination of good yield and high fruit quality. Among the other activities carried out during the internship, the following can be highlighted: crossings; evaluations in experimental fields in Forlì, Cesena and Verona; propagation of advanced selections; planting of seedlings for developing plug plants; and carrying out organization and cleaning activities in greenhouses. Italy's breeding programs seek some common goals with Brazilians, such as superior fruit quality, disease resistance, extended harvest period and low chilling requirement. However, the availability of strawberry cultivars in Italy is higher than in Brazil, which points to the demand for new Brazilian cultivars capable of meeting the demands of growers and consumers.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch., breeding, growing techniques.

6.3 INTRODUÇÃO

Em âmbito mundial, há diversas espécies agrícolas de importância socioeconômica dentro do grupo das pequenas frutas, dentre elas o mirtileiro (*Vaccinium corymbosum*), a framboeseira (*Rubus idaeus L.*), a amoreira (*Rubus spp.*), e o morangueiro (FAGHERAZZI et al., 2017). O mirtileiro e a framboeseira são largamente cultivadas em muitos países de clima temperado do Hemisfério Norte, e também no Chile, na América do Sul, enquanto a amoreira possui amplas áreas de cultivo em países como Estados Unidos e México (HOFFMANN & RUFATO, 2012). Dentro as pequenas frutas, o morangueiro constitui a espécie com maior produção e área cultivada no mundo (HUMMER & HANCOCK, 2009) e em território brasileiro (ANTUNES & PERES, 2013).

O morango é apreciado mundialmente, na forma *in natura* ou industrializada, sendo suas propriedades nutracêuticas um grande atrativo ao seu consumo (MACHADO, 2016). Áreas cultivadas e produções significativas significativas de morangos são encontradas desde regiões semi-polares até os trópicos, em mais de 75 países, sendo a grande maioria localizados no Hemisfério Norte (HUMMER & HANCOCK, 2009). Em países do Sul, entretanto, o interesse pelo cultivo de morangos também é uma realidade, sendo que na América do Sul há aproximadamente 7.230 ha plantados de morangueiro (FAGHERAZZI et al., 2017).

Um aspecto marcante da cadeia de produção de morangos é a possibilidade de se obter bom retorno financeiro por área cultivada. A título de exemplo, Sprandel (2017) estimou valores de 61,64% de lucratividade, e 41,83% de rentabilidade em um sistema de produção de morangos semi-hidropônico. Entretanto, para que esta atividade proporcione o retorno econômico esperado, é necessário que se faça a escolha correta das cultivares (PÁDUA et al., 2015 a). Estas devem ser preferencialmente produtivas, resistentes a doenças e pragas, com frutos firmes e doces, e apresentarem padrões de produção e tamanho de frutos relativamente estáveis ao longo da safra (RASEIRA & OLIVEIRA, 2012).

Neste sentido, é importante haver a disponibilidade de diversas cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas locais, para facilitar a escolha por parte dos produtores (COSTA e al., 2015). A existência de programas de melhoramento genético atuantes constitui uma boa alternativa para suprir esta demanda (OLIVEIRA & BONOW, 2012). O morangueiro é uma cultura altamente dependente das condições

locais de temperatura, umidade e fotoperíodo para expressar o máximo potencial de produção e qualidade de frutos (FRANQUEZ, 2008; KOSKELA, 2016). Sendo assim, selecionar genótipos na própria região produtora é uma das alternativas mais viáveis para obter cultivares plenamente adaptadas e capazes de suprir as exigências de produtores e consumidores (GALVÃO et al., 2017).

Os programas de melhoramento de morangueiro mais ativos estão localizados, em sua maioria, no Hemisfério Norte. Em países como Estados Unidos, Japão, Espanha, França, Holanda, Itália, Reino Unido, Canadá, Polônia e Coréia do Sul importantes cultivares são desenvolvidas e utilizadas largamente não apenas nos locais de origem, sendo também introduzidas com sucesso em outros países (HANCOCK et al., 2008). Dentre estes programas, um dos que merecem destaque é aquele realizado na Universidade da Califórnia, nos Estados Unidos, o qual foi responsável pelo desenvolvimento de cultivares relevantes em amplas áreas geográficas, caso por exemplo, das cultivares Camarosa, Aromas e Albion (QUINCI, 2010).

Na Itália, há diversos programas de melhoramento públicos e privados. Um dos programas de melhoramento mais importantes do país é realizado na instituição privada Consorzio Italiano Vivaisti (CIV), de Ferrara, por meio do qual foram lançadas cultivares importantes, tais como Clery, Marmolada e Miranda (HANCOCK et al., 2008). Os trabalhos de melhoramento no CREA-OFA-FRF, por sua vez, estão vinculados ao governo italiano. Com auxílio desta instituição, dezenas de cultivares foram lançadas desde a década de 1990, sendo que as cultivares Írma (FAEDI et al., 2004), Jonica (FAEDI et al., 2013), Pircinque (FAEDI; BARUZZI, 2013) e Queen Elisa (FAEDI et al., 2004) figuram dentre aquelas de lançamento mais recente.

Objetivou-se com este estágio colaborar em atividades de melhoramento genético com a cultura do morangueiro, executadas na instituição CREA-OFA-FRF, bem como conhecer aspectos do melhoramento do morangueiro e da cadeia de produção de morangos na Itália.

6.4 APRESENTAÇÃO DO ESTÁGIO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

No período de 13 de março a 18 de julho de 2017 o acadêmico participou das atividades de pesquisa com a cultura do morangueiro realizadas no CREA-OFA-FRF,

na Itália, sob a orientação do pesquisador Gianluca Baruzzi. O instituto de pesquisa está localizado na cidade de Forlì, na província de Forlì-Cesena (FC), região da Emília Romagna, norte da Itália. A sede deste instituto localiza-se sob as coordenadas 44°13' de latitude Norte, e 12°3' de longitude Leste, a uma altitude de 34 m. A área experimental compreende uma extensão de cerca de 40 hectares, na qual se realiza pesquisas com as culturas da ameixeira (*Prunus domestica* L.), cerejeira (*Prunus avium* L.), macieira (*Malus domestica* Borkh.), morangueiro, pereira (*Pyrus communis* L.) e pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) (UNITÀ, 2019).

A pesquisa com a cultura do morangueiro neste instituto é principalmente voltada para o melhoramento genético. O programa de melhoramento local tem suas diretrizes voltadas para a obtenção de cultivares com frutos de excelente qualidade (elevado conteúdo de sólidos solúveis e firmeza de polpa, simultaneamente), com adaptação a ambientes do Sul da Itália, e cultivares de dia neutro. Os pesquisadores Gianluca Baruzzi, Walther Faedi, Pierluigi Lucchi e Paolo Sbrighi coordenam os esforços neste sentido.

As principais áreas experimentais utilizadas na pesquisa com morangos no CREA-OFA-FRF localizam-se nas fazendas experimentais de Magliano, na sede central, em Forlì, e Martorano, na cidade vizinha de Cesena. Entretanto, campos experimentais são instalados em diversas regiões da Itália, desde o Extremo Sul (região de Scanzano Jonico) até o Norte do país (Vale do Rio Pó, Trento e Val Martelo).

6.5 CONFRONTO DE SELEÇÕES AROMÁTICAS DE MORANGUEIRO

6.5.1 Metodologia

Este experimento foi conduzido na sede principal do CREA-OFA-FRF, em Forlì. O ensaio consistiu em um confronto de 137 seleções avançadas de morangueiro, provenientes todas do mesmo cruzamento. Os parentais utilizados neste cruzamento caracterizam-se por serem de dia curto para indução floral, altamente exigentes em horas de frio, e apresentarem frutos graúdos, firmes, ricos em açúcares, com coloração externa vermelho intensa e providos de aroma.

O método experimental, o sistema de cultivo e as avaliações realizadas apresentam diversas semelhanças com as que foram utilizadas na segunda etapa do

processo de seleção de genótipos, descrita nos ítems 5.4.2 e 5.5.2 deste trabalho. O sistema de cultivo utilizado foi no solo, em campo, utilizando-se um canteiro revestido com ‘mulching’, e sistema de irrigação e fertirrigação por gotejamento (ver Figura 20). O espaçamento de plantio utilizado foi de 30 cm, entre linhas e plantas. O plantio foi realizado no segundo semestre de 2016, sendo que as plantas passaram pelo período de dormência hibernal, no campo, retomando o crescimento vegetativo no final do inverno e iniciando a fase reprodutiva de florescimento e produção de frutos na primavera.

Figura 20 - Experimento de confronto de seleções avançadas de morangueiro com frutos providos de aroma. Forlì, FC, Itália, CREA-OFA-FRF, 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os genótipos foram arranjados em parcelas únicas, sem repetição, com três a quatro plantas por genótipo (ver Figura 21). Ou seja, trata-se de uma etapa intermediária entre a seleção massal, que é realizada logo após os cruzamentos, e as avaliações realizadas em experimentos com repetições. O controle de plantas daninhas foi efetuado por intermédio de arranque manual nas covas de plantio e

próximo ao canteiro. As adubações, fertirrigações e tratamentos fitossanitários foram executadas por funcionários do instituto.

Figura 21 - Representação de uma parcela do experimento de confronto de seleções com frutos providos de aroma, durante o período das colheitas. Forlì, FC, Itália, CREA-OFA-FRF, 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

As colheitas e as avaliações foram realizadas no período compreendido entre 20 de abril e 5 de junho de 2017, totalizando oito colheitas. O auge da produção ocorreu entre os dias 3 e 16 de maio, sendo que a colheita mais volumosa ocorreu no dia 10 de maio de 2017. Após cada colheita, os frutos foram conduzidos ao laboratório da sede do CREA-OFA-FRF, para realização da contagem e pesagem dos frutos colhidos. Os frutos foram pesados com auxílio de uma balança contendo três casas decimais. Neste procedimento, os frutos foram discriminados em categorias, de acordo com seguintes critérios: a) comerciais – frutos com 10 g ou mais; b) pequenos – frutos com menos de 10 g, isentos de deformidades e podridões; c) podres – frutos contendo sintomas de ataques de patógenos causadores de podridões; e d) deformados – aqueles contendo deformações na epiderme.

A contabilização da produção foi realizada em todos os genótipos. Após o término do período de colheitas, foram estimadas as seguintes variáveis:

- a) Número de frutos por planta, totais e comerciais ($\text{frutos planta}^{-1}$);
- b) Produção total e comercial (g planta^{-1});
- c) Massa média de frutos comerciais (g fruto^{-1}) – obtida por meio da divisão da produção comercial pelo número de frutos comerciais obtidos por planta;
- d) Porcentagem da produção classificada como comercial (%) – estimada por meio da divisão da produção comercial pela produção total por planta, multiplicada por 100;

Durante o pico produtivo, foram efetuadas análises físico-químicas:

- a) Resistência da epiderme e firmeza de polpa – realizada com auxílio de um texturômetro, com transferência dos resultados para um microcomputador. Os resultados foram expressos em Newtons (N);
- b) Teor de sólidos solúveis – efetuada com o uso de um refratômetro digital. Os resultados foram fornecidos em graus brix ($^{\circ}\text{Brix}$).

As seleções foram também avaliadas quanto à resistência ao oídio (*Sphaeroteca fuliginea*). Para esta finalidade, foi utilizada uma escala de notas baseada em sintomas visuais, de 0 a 5, na qual valores maiores correspondem a maiores níveis de severidade da doença. Foram realizadas três avaliações, a campo, nos dias 19, 24 e 30 de maio de 2017. Em razão do número reduzido de avaliações, os próprios valores das notas foram utilizados para expressar a resistência e / ou suscetibilidade ao oídio nas seleções avançadas.

Na etapa de seleção descrita, devido à falta de repetição, não se realizaram análise de variância e teste de comparação de médias. Os genótipos com os resultados mais favoráveis aos objetivos do programa são mantidos no processo de seleção. Os demais podem ser aproveitados para a realização de novos cruzamentos, reavaliados ou descartados. Em virtude de sigilo de informações por parte do instituto de pesquisa, apenas os principais resultados estão descritos adiante, e os genótipos estão identificados pelos números das parcelas correspondentes.

6.5.2 Resultados

A seleção referente à parcela 1205 obteve o maior número de frutos por planta, sendo 138 frutos totais, e 74 frutos comerciais por planta. Esta foi a única seleção com

a qual se obteve mais de 100 frutos planta⁻¹. As médias de todos os genótipos foram de 47,51 frutos planta⁻¹ e 26,93 frutos planta⁻¹, para número de frutos totais e comerciais, respectivamente.

Quanto ao desempenho produtivo, se destacaram as seleções correspondentes às parcelas 1205, 1165 e 1103, com produções totais e comerciais acima de 1 kg planta⁻¹ (dados não apresentados). A média geral do ensaio foi 594,5 g planta⁻¹, para produção total, e 481,4 g planta⁻¹, para produção comercial. Galvão et al. (2017), avaliando novos híbridos de morangueiro nas condições de Lavras-MG, obtiveram médias de produções totais compreendidas entre 302 e 899,8 g planta⁻¹. De acordo com Fagherazzi (2013) valores acima de 700 g planta⁻¹ são considerados satisfatórios em lavouras comerciais, por proporcionarem lucro na maioria dos casos.

As seleções presentes nas parcelas 1175 (28,1 g fruto⁻¹) e 1165 (26,8 g fruto⁻¹) obtiveram as maiores massas médias de frutos comerciais. Estes resultados foram, respectivamente, 57,9% e 50,6% superiores à média de todos os genótipos, que ficou em 17,8 g fruto⁻¹. Whitaker et al. (2011), avaliando genótipos desenvolvidos na Universidade da Flórida em diferentes localidades daquele estado, obtiveram resultados oscilando entre 16,2 e 30,8 g fruto⁻¹. Cocco et al. (2015), por sua vez, avaliando cultivares e seleções avançadas em três localidades da Itália (Cesena, Scanzano Jonico e Verona) obtiveram massas médias comerciais entre 18,7 e 30,3 g fruto⁻¹.

Para os três genótipos que obtiveram produções comerciais acima de 1 kg planta⁻¹ se observaram valores de número de frutos por planta e massas médias comerciais superiores às médias gerais do ensaio.

As seleções com maior porcentagem da produção classificada como comercial foram as localizadas nas parcelas 1160 (95,5%), 1250 (93,0%), 1232 (92,7%), 1267 (92,6%) e 1116 (92,4%). A média geral para esta variável foi de 78,2% da produção classificada como comercial. A porcentagem média da produção caracterizada por frutos não comerciais foi de 16,64% para frutos pequenos; 1,91% de frutos podres; e 3,25% de frutos deformados. As cinco seleções que obtiveram maior porcentagem de produção comercial se caracterizaram pela baixa porcentagem de frutos pequenos, com valores menores que 10% em todos estes genótipos.

Os genótipos das parcelas 1258, 1138 e 1115 obtiveram as maiores médias para firmeza de polpa, com valores acima de 6,5 N, sendo a média geral para esta variável igual a 5,1 N. As maiores médias de resistência da epiderme, acima de 6,0 N,

foram observadas nos frutos das parcelas 1188, 1138 e 1132. A média geral dos genótipos para resistência da epiderme ficou em 4,55 N.

Os maiores teores de sólidos solúveis foram encontrados nas seleções presentes nas parcelas 1126, 1186, 1216, 1264, 1239 e 1119, com valores compreendidos entre 11,1 e 11,8 °Brix. O teor médio de sólidos solúveis obtido neste ensaio foi 9,2 °Brix. Diel et al. (2018), avaliando cultivares e seleções italianas e americanas no município de Frederico Westphalen-RS, obtiveram um teor médio de sólidos solúveis de 8,67 °Brix nos genótipos italianos, contra 7,20 °Brix nas cultivares americanas. A obtenção de genótipos providos de frutos ricos em açúcares e com elevada firmeza de polpa é uma característica marcante dos programas de melhoramento genético italianos (BARONI et al., 2000).

As seleções mais resistentes ao oídio, por sua vez, foram aquelas situadas nas parcelas 1113, 1114, 1118, 1120, 1153, 1163, 1180, 1182, 1184, 1226, 1229, 1231, 1236, 1237, 1246, 1263 e 1265, todas isentas de sintomas desta doença. A incidência e severidade do oídio são altamente influenciadas pelo genótipo, e a doença é mais severa sob cobertura plástica (CARISSE et al., 2013), tendo em vista que temperaturas elevadas e microclimas secos favorecem a infecção (TANAKA et al., 2005). Sendo assim, esta doença pode aumentar em importância no Brasil, em razão da tendência de crescimento do cultivo fora do solo, o qual é normalmente realizado em ambiente protegido (FAGHERAZZI et al., 2017).

Abordando todas as variáveis em conjunto, mereceram destaque os genótipos localizados nas parcelas 1205 e 1269, os quais combinaram boa produção e frutos de elevada qualidade. Na parcela 1205, se obtiveram os seguintes resultados: produção total = 1.652,5 g planta⁻¹ (a mais elevada do ensaio); produção comercial = 1.316,7 g planta⁻¹; massa média comercial = 17,8 g fruto⁻¹; resistência da epiderme = 4,55 N; firmeza de polpa = 4,45 N; e teor de sólidos solúveis = 9,2 °Brix. Já na seleção da parcela 1268 foram obtidos os seguintes resultados: produção total = 1.212,9 g planta⁻¹; produção comercial = 897,7 g planta⁻¹; massa média comercial = 17,8 g fruto⁻¹; resistência da epiderme = 4,86 N; firmeza de polpa = 5,53 N; e teor de sólidos solúveis = 8,8 °Brix. Na seleção pertencente à parcela 1268 se obteve também o segundo maior número de frutos, com 73,25 frutos comerciais e 47,75 frutos comerciais por planta.

Um fato digno de nota na avaliação de seleções avançadas descritas acima é que os genótipos mais produtivos apresentavam frutos com teores medianos de

sólidos solúveis, enquanto as seleções providas de frutos ricos em açúcares eram pouco produtivas. Combinar várias características agronômicas favoráveis em um mesmo genótipo é uma tarefa difícil nos programas de melhoramento de morangueiro. A título de exemplo, de acordo com Hancock et al. (2008) produtividade e teor de sólidos solúveis são, na maioria das vezes, características inversamente correlacionadas no morangueiro. Outro desafio comumente encontrado nos programas de melhoramento é combinar valores elevados de firmeza de polpa e conteúdo de açúcares (CAPOCASA et al., 2008).

6.6 OUTRAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Além da condução do experimento previamente descrito, merecem destaque as seguintes atividades realizadas com a cultura do morangueiro, conduzidas durante o estágio sanduíche:

- a) retirada de anteras de flores para cruzamentos;
- b) realização de cruzamentos, em casa-de-vegetação;
- c) avaliações de qualidade de frutos em seleções avançadas provenientes de experimentos conduzidos em diversas regiões produtoras da Itália (firmeza de polpa e teor de sólidos solúveis);
- d) repicagem de ‘seedlings’ provenientes de cruzamentos visando adaptação às condições de províncias do Sul da Itália. Estas atividades foram realizadas na Fazenda Martorano, em Cesena;
- e) trabalhos de irrigações, limpeza, retirada de plantas daninhas, organização e descarte de material antigo em casa-de-vegetação – atividades executadas nas áreas experimentais de Forlì e Cesena;
- f) sistematização de matrizes de morangueiro para propagação por estolões, em casa-de-vegetação: limpeza das matrizes, retirada de flores e orientação dos estolões para enraizamento em bandejas de poliestireno preenchidas com substrato, ao lado dos vasos contendo as matrizes;
- g) plantio de matrizes em um viveiro de multiplicação de seleções em Cervia, próximo a Forlì (ver Figura 22);
- h) coleta, preparo e plantio de estolões de seleções avançadas em bandejas com substrato, para formação de mudas de torrão;

i) visitas e avaliações em campos de melhoramento genético em Trento e Val Martello;

j) colheitas e avaliações em campos de melhoramento genético em Cesena e Verona. Alguns destes campos foram constituídos por gerações F₁, nas quais cada planta caracterizava um genótipo. Outros, entretanto, foram formados por seleções avançadas que se encontravam entre a segunda e a quarta geração.

Figura 22 - Implantação de um viveiro para multiplicação de seleções avançadas em Cervia, RA, Itália. CREA-OFA-FRF, 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

6.7 ANÁLISE CRÍTICA SOBRE O ESTÁGIO

Colaborar com atividades de pesquisa em outro país é uma maneira de adquirir experiências e conhecimentos que podem contribuir grandemente para melhorar as técnicas de pesquisa e manejo com uma cultura agrícola.

O melhoramento genético de morangueiro no Brasil e na Itália tem diversas demandas em comum. Dentre os objetivos buscados na Itália, citam-se: obtenção de genótipos produtivos e providos de frutos de elevada massa média; adaptação às condições edafoclimáticas de diversas regiões produtoras italianas; obtenção de frutos firmes e com elevado conteúdo de açúcares; resistência a oídio e mofo-cinzento; e, em alguns casos, obtenção de cultivares com frutos aromáticos. Genótipos pouco produtivos, muito suscetíveis a doenças, com presença marcante de frutos deformados ou com defeitos fisiológicos são retirados do processo de seleção. Um exemplo de problema fisiológico que foi encontrado nas avaliações a campo é a filoidia, a qual consiste na brotação dos aquênios no próprio fruto.

Na Itália, a qualidade dos frutos é prioridade nos programas de melhoramento. Isto porque, naquele país, a utilização de cultivares providas de frutos excessivamente ácidos é inviável para os produtores, mesmo que estas sejam altamente produtivas. A razão é que os frutos destas cultivares não conquistam mercado, devido ao elevado nível de exigência dos consumidores.

Dentre as demandas que a cadeia de produção de morangos possui no Brasil, é possível afirmar que aqui há uma elevada carência por cultivares resistentes a pragas e doenças. O clima quente e úmido que predomina na maioria dos pólos produtores brasileiros é favorável à incidência de uma grande variedade de patógenos e artrópodes-praga. Na Itália, em contrapartida, com a predominância de temperaturas mais baixas e menores índices pluviométricos, a incidência de pragas e doenças é menor. Em algumas regiões italianas, como a Emilia-Romagna, por exemplo, ainda é comum se cultivar morangos em campo aberto, sem cobertura. No Brasil, esta modalidade de cultivo é difícil de ser manejada, devido à incidência elevada de problemas fitossanitários.

Outra diferença encontrada no melhoramento e cultivo de morangueiro no Brasil em relação à Itália é que, por aqui, cultivares muito exigentes em acúmulo de horas de frio possuem difícil adaptação (FAGHERAZZI, 2017). Para as condições brasileiras é importante desenvolver cultivares com baixo requerimento em horas de frio, com período de colheita estendido e padrão de produção e tamanho de frutos relativamente estável ao longo da safra (OLIVEIRA & BONOW, 2012).

Em uma abordagem geral, é possível afirmar que as técnicas de produção comercial de morangos utilizadas no Brasil estão em patamar de igualdade com aquelas empregadas na Itália. Inclusive, em algumas regiões brasileiras, o cultivo fora

do solo é utilizado com uma frequência maior do que aquela comumente observada em território italiano. O interesse crescente por parte de agricultores pela atividade de produção de morangos, melhorias constantes nas técnicas de cultivo e o aumento da consciência ecológica são alguns dos aspectos positivos que podem ser citados no setor brasileiro de produção de morangos.

Dentre os aspectos que precisam ser melhorados na cadeia produtiva de morangueiro no Brasil, em termos de pesquisa e cultivo comercial, pode ser citado o número de cultivares disponíveis aos produtores. No Brasil, há um predomínio de poucas cultivares, sendo que atualmente não há cultivares brasileiras utilizadas em larga escala. De acordo com Fagherazzi et al. (2017) a maior parte da área brasileira cultivada com morangueiro é composta por três cultivares, todas norte-americanas: San Andreas, Albion e Camarosa. Na Itália, em contrapartida, há dezenas de cultivares disponíveis, desenvolvidas localmente, muitas delas indicadas para áreas geográficas específicas (UNITÀ, 2019). Esta maior disponibilidade de cultivares aumenta consideravelmente as chances de se usar genótipos plenamente adaptados, e obter bons resultados de produção e qualidade de frutos.

Outra sugestão para este setor produtivo no Brasil é que haja uma melhor aproximação entre as instituições de pesquisa e a sociedade, para que os resultados obtidos com a pesquisa atendam efetivamente às demandas dos agricultores e consumidores.

6.8 CONCLUSÕES

Os genótipos que obtiveram destaque no confronto de seleções aromáticas precisam ser ainda submetidos a novas etapas de avaliação, para que se tenha segurança sobre o potencial dos mesmos para registro como novas cultivares. Entretanto, é possível que este objetivo seja alcançado, em razão dos resultados expressivos que foram alcançados com algumas seleções.

O programa de melhoramento genético de morangueiro desenvolvido no CREA-OFA-FRF possui diversos objetivos em comum com os programas brasileiros de melhoramento de morangueiro.

A variedade de cultivares disponíveis aos produtores italianos de morangos é maior do que aquela encontrada no Brasil. Este fato reforça a demanda pelo desenvolvimento de novas cultivares brasileiras de morangueiro.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa com a cultura do morangueiro é desafiadora, porém os resultados costumam ser compensadores. Dificuldades foram encontradas em todas as etapas do processo. Algumas destas dificuldades foram caracterizadas por fatores não controláveis, com destaque para o clima. Outras, porém, foram de ordem técnica.

No processo de seleção dos genótipos produzidos a partir de sementes de cruzamentos, o clima chuvoso da primavera, especialmente no ciclo agrícola 2015/2016, favoreceu o acúmulo de doenças, dificultando a preservação e a propagação dos genótipos selecionados. Aliás, a propagação das seleções foi um dos maiores desafios no trabalho como um todo, pois além da incidência de doenças e ataque de formigas, muitas seleções produziam poucos estolões. Assim, os estolões disponíveis demandaram cuidado máximo. Nas safras 2016/2017 e 2017/2018, barreiras técnicas impediram a construção da cobertura no sistema de túneis baixos, fazendo com que as plantas ficasse expostas ao molhamento foliar ocasionado pela chuva e orvalho, dificultando o manejo de doenças.

Outro desafio inerente às etapas iniciais de um programa de melhoramento genético em uma universidade é a correta administração do tempo e das atividades de campo. Isto porque os estudantes de graduação e pós-graduação, além de serem os responsáveis pelas avaliações, também se encarregam de todos os tratos culturais, em áreas frequentemente maiores que muitas lavouras comerciais.

A superação dos entraves citados foi possível devido à colaboração de várias pessoas, envolvendo professores, mestrandos, doutorandos, bolsistas e voluntários de graduação, técnicos e funcionários administrativos. Para o financiamento dos trabalhos, recursos foram obtidos junto à instituições como CAPES, CNPq e FAPESC, por meio de concessão de bolsas de estudos e de capital para a execução dos projetos.

Também se deve ressaltar o apoio constante do CREA-OFA-FRF, em termos técnicos e burocráticos.

Dentre os resultados mais importantes deste trabalho, podem ser citados:

- O desempenho produtivo superior e a elevada massa média de frutos conseguida com as cultivares Camino Real e Benicia, na safra 2016/2017.
- A elevada produtividade obtida com a cultivar Sabrina, no ciclo agrícola 2017/2018, a qual também produziu frutos graúdos. Ao que tudo indica, esta cultivar

constitui uma opção viável para os produtores de morangos do Planalto Sul Catarinense.

- A obtenção de frutos providos de elevada relação sólidos solúveis / acidez titulável com as seleções avançadas ITA 10,128-9; ITA 10,133-2; ITA 13,097-5; FRF 104.1; FRF 57.6; FRF LAM 119.1 e FRF PIR 256.4. Este é um fator importante na atualidade, em razão da demanda crescente por cultivares providas de frutos classificados como ‘super doces’.

- O elevado grau de resistência simultânea à mancha-de-micosferela, oídio e antracnose encontrado nas seleções ITA 10,107-12 e ITA 12,103-15.

- A caracterização das cultivares Írma e Sabrina como boas opções de parentais em novas hibridações.

Um ponto importante a ser ressaltado é a possibilidade de se cobrir os custos de produção no primeiro ano de cultivo com a utilização de mudas nacionais. No Brasil ainda é comum se implantar as lavouras com mudas frigoconservadas importadas de outros países, como Chile e Argentina. Como estas mudas chegam tarde aos produtores, muitos cultivos são implantados de forma tardia, reduzindo consideravelmente o potencial produtivo nas lavouras no primeiro ano. Assim, vários produtores cultivam as mesmas plantas por dois ou mais anos para compensar os custos com a aquisição das mudas. No presente trabalho, em dois ciclos de avaliação (2016/2017 e 2017/2018) foi possível notar que o plantio no mês de abril ou início de maio com emprego de mudas nacionais de boa qualidade fisiológica e sanitária resulta em produções capazes de superar os custos e proporcionar o retorno financeiro esperado.

Por meio do estágio realizado no CREA-OFA-FRF, foi possível estabelecer uma comparação entre a cadeia de produção de morangos no Brasil e na Itália. Comparando-se os dois países, é possível afirmar que a produção de morangos no Brasil é um setor produtivo promissor e que têm crescido continuamente em volume de produção e melhoria das técnicas de cultivo. Entretanto, na Itália se observa uma maior disponibilidade de cultivares, mesmo em regiões pequenas, e uma melhor interação entre instituições de pesquisa e produtores. No Brasil, esta interação precisa ser melhorada, para que os centros de pesquisa trabalhem no sentido de efetivamente suprir as demandas de agricultores e consumidores.

Dentre os próximos passos do projeto no Brasil, a avaliação das seleções avançadas prosseguirá, em Lages e, possivelmente, em outros locais. No ciclo

agrícola 2018/2019, alguns genótipos já foram testados em Rancho Queimado/SC, sendo que outros estudantes ficarão responsáveis pelos resultados destes ensaios.

O programa de melhoramento genético da UDESC continua ativo, e algumas seleções originárias de cruzamentos realizados na própria instituição já estão sendo avaliadas. Objetiva-se continuar com a obtenção de genótipos com características agronômicas promissoras. E esforços serão despendidos no sentido de fazer com que os trabalhos de pesquisa com morangueiro na UDESC contribuam para incrementar o número de cultivares comerciais disponíveis aos produtores, não apenas no Planalto Sul Catarinense, mas também em outros importantes pólos de produção.

8 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. V.; ANTUNES, L. E. C. Necessidades climáticas e influência do clima sobre adaptação, produção e qualidade. In: ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. (Ed.) **Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, Embrapa: 2012. p. 41-50.

ANDRADE JÚNIOR, V. C. et al. Conservação pós-colheita de frutos de morangueiro em diferentes condições de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 405-411, jul./set. 2016.

ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry Production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, [S. I.], v. 13, n. 1-2, p. 156-161, 2013.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C. **Caracterização da produção de morangos no Brasil**. [2007?]. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Morango-situacao-Importancia_000fn2g4bkj02wyiv8065610dpqk1par.pdf>. Acesso em: 24 set. 2018.

ANTUNES, L. E. C. et al. Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 222-226, abr./jun. 2010.

ANTUNES, M. C. **Qualidade de frutos de seis cultivares de morangueiro**. 2013. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ANTUNES, O. T. et al. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 426-430, out./dez. 2006.

ARAÚJO, V. F. et al. Foliar fertilization with gradual release of shale-based nutrients in strawberry and its effect on yield and compounds with functional potential. **Científica**, Jaboticabal, SP, v. 44, n. 3, p. 338-345, 2016.

ARIZA, M. T. et al. Incidence of misshapen fruits in strawberry plants grown under tunnels is affected by cultivar, planting date, pollination, and low temperatures. **HortScience**, [S. I.], v. 47, n. 11, p. 1569-1573, 2012.

BARONI, G. et al. Il miglioramento genetico della fragola nel Veronese. **Atti V Giornatelle Scientifiche S. O. I.**, Sirmione, Italia, mar. 2000. Disponível em: <<http://www.ismea.it/flex/AppData/Redational/Normative/pubnaz/20040317000100345.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2017.

BASSON, C. E. et al. Sugar and acid-related quality attributes and enzyme activities in strawberry fruits: Invertase is the main sucrose hydrolysing enzyme. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 121, n. 4, p. 1156-1162, Aug. 2010.

BATISTA, P. F. et al. Divergência genética entre variedades de videiras do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 46, n. 4, out./dez. 2015.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, A. Epidemiologia de doenças de plantas. In: BERGAMIN FILHO, A. et al. **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**, v. 4, 2011. p. 101-118.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 1998.

BRACKMANN, A. et al. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial de armazenamento. **Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 5, p. 542-547, set./out. 2011.

BRAINER, M. S. C. P. et al. Caracterização da produção de morangos na Serra da Ibiapaba, estado do Ceará. **Informe Rural ETENE**, Fortaleza, CE, ano 8, n. 5, 2015. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/716900/Ano_8_n5_2015.pdf/b4200f83-1bc5-4554-ba53-7da39682f898>. Acesso em: 18 out. 2018.

BRASIL. Ato nº 06, de 20 de dezembro de 2002. **Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de morango (*Fragaria L.*)**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, Brasília, 20 dez. 2002. Disponível em: <<https://sogi8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro149905/68109c9f50517fce687727571996e68a.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2018.

BRUGNARA, E. C.; COLLI, M. P. Leaf spot and leaflet removal in day-neutral strawberry cultivars under different cultivation conditions, in organic management. **Idesia**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 89-92, ene./abr. 2014.

BRUGNARA, E. C. et al. Morango. In: EPAGRI. **Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina 2017-2018**. Florianópolis, 2017. 78p. (Epagri. Boletim Técnico, 176). On-line. p. 56-57.

BUCCI, A.; FAEDI, W.; BARUZZI, G. Botanica: Origine ed evoluzione. In: ANGELINI, R.; FAEDI, W.; PONTI, I.; MARMIROLI, E. (Ed.). **La Fragola**. Bologna, Italia: ART Servizi Editoriali, 2010. p. 01-12.

CALVETE, E. O. et al. Polinização de morangueiro por *Apis mellifera* em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 32, n. 1, p. 181-188, mar. 2010.

CAMARGO, L. K. P. et al. Caracterização química de frutos de morangueiro cultivados em vasos sob sistemas de manejo orgânico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 30, suplemento 1, p. 993-998, 2009.

CAPOCASA, F. et al. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 111, n. 4, p. 872-878, Dec. 2008.

CARISSE, O.; MORISSETTE-THOMAS, V.; VAN DER HEYDEN, H. Lagged association between powdery mildew leaf severity, airborne inoculum, weather, and crop losses in strawberry. **Phytopathology**, [S. l.], v. 103, n. 8, p. 811-821, 2013.

CARISSE, O. et al. Analysis of incidence-severity relationships for strawberry powdery mildew as influenced by cultivar, cultivar type, and production systems. **Plant disease**, [S. l.], v. 97, n. 3, p. 354-362, 2013.

CARPENEDO, S.; ANTUNES, L. E. C.; TREPTOW, R. O. Caracterização sensorial de morangos cultivados na região de Pelotas. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, BA, v. 34, n. 4, p. 565-570, out./dez. 2016.

CASTRO, R. L. Melhoramento Genético do Morangueiro: Avanços no Brasil. In: RASEIRA, M. C. B.; et al. (Ed.). SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1., 2004, Pelotas, RS. **Livro de Resumos...** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2004.

CHANDLER, C. K.; SUMLER, J. C.; RONDON, S. I. Evaluation of strawberry cultivars grown under a high plastic tunnel in West Central Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, [S. l.], v. 118, p. 113-114, 2005.

CHEN, F. et al. Quality attributes and cell wall properties of strawberries (*Fragaria ananassa* Duch.) under calcium chloride treatment. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 126, n. 2, p. 450-459, May 2011.

COCCO, C. **Produção e qualidade de mudas e frutas de morangueiro no Brasil e na Itália**. 2014. Tese (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2014.

COCCO, C. et al. Produção de mudas. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Ed.) **Morangueiro**. Brasília, Embrapa: 2016. p. 79-110.

COCCO, C. et al. Effects of site and genotype on strawberry fruits quality traits and bioactive compounds. **Journal of Berry Research**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 145-155, 2015.

COCKERTON, H. M. et al. Identification of powdery mildew resistance QTL in strawberry (*Fragaria x ananassa*). **Theoretical and Applied Genetics**, [S. l.], v. 131, n. 9, p. 1995-2007, Sept. 2018.

COELHO JÚNIOR, J. M. 2013. **Zoneamento climático do morangueiro em Pernambuco e uso de liquens no seu cultivo**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2013.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Relatório – Média Mensal dos Preços**. PROHORT – Programa Brasileiro de Modernização do Mercado de Hortigranjeiro. Disponível em: <<http://www3.ceasa.gov.br/prohortweb/>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

CORDEIRO, A. C. C.; RANGEL, P. H. N. Avaliação de populações de arroz irrigado conduzidas por seleção recorrente em várzea de Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, RR, v. 5, n. 3, p. 182-187, set./dez., 2011. Disponível em: <<https://revista.ufrr.br/index.php/agroambiente/article/viewFile/602/610>>. Acesso em: 18 out. 2018.

COSTA, A. F. et al. Adaptability and stability of strawberry cultivars using a mixed model. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, PR, v. 37, n. 4, p. 435-440, Oct./Dec, 2015.

COSTA, A. F. et al. Biplot analysis of strawberry genotypes recommended for the State of Espírito Santo. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, SP, v. 15, n. 3, p. 1-9, Aug. 2016.

CQFS-RS/SC - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10. ed. Porto Alegre, RS, 2004. 400 p.

DAUGOVISH, O. et al. Drip irrigation in California strawberry nurseries to reduce the incidence of *Colletotrichum acutatum* in fruit production. **HortScience**, [S. l.], v. 47, n. 3, p. 368-373, mar. 2012.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e estatística para engenharia e ciências.** Cengage Learning Edições Ltda., 2010.

EMATNÉ, H. J. et al. Genetic progress in popcorn recurrent selection by a multivariate mixed-model approach. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 42, n. 2, p. 159-167, Mar./Apr. 2018.

FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 33, n. 1, p. 109-120, out. 2011.

FAEDI, W. et al. Queen Elisa e Irma, nuove varietà di fragola per gli ambienti settentrionali. **Informatore Agrario**, [S. l.], v. 60, n. 27, p. 45-50, 2004.

FAEDI, W. et al. **Monografia di cultivar di fragola.** Roma, Istituto Sperimentale per la Frutticoltura, v. 2, 2002.

FAEDI, W. et al. **Varietà di fragola ‘Jonica’.** Forlì, Italia: Unità di Ricerca per la Frutticoltura, 2013. Disponível em: <<http://sito.entecri.it/portale/public/documenti/jonica.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2018.

FAEDI, W.; BARUZZI, G. **Varietà di fragola ‘Pircinque’.** Forlì, Italia: Unità di Ricerca per la Frutticoltura, 2013. Disponível em: <<http://sito.entecri.it/portale/public/documenti/pircinque.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2018.

FAGHERAZZI, A. F. **Avaliação de cultivares de morangueiro no Planalto Sul Catarinense.** 2013. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2013.

FAGHERAZZI, A. F. **Adaptabilidade de novas cultivares e seleções de morangueiro para o Planalto Sul Catarinense.** 2017. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2017.

FAGHERAZZI, A. F. et al. La coltivazione dei piccoli frutti in Sud America: non solo mirtilli. **Frutticoltura**, Faenza, Itália, n. 7/8, p. 44-47, 2017.

FAGHERAZZI, A. F. et al. La fragolicoltura brasiliiana guarda avanti. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, [S. l.], v. 76, n. 6, p. 20-25, 2014.

FAGHERAZZI, A. F. et al. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Horticulturae**, [S. l.], v. 1156, p. 937-940, 2016.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Countries by commodity.** Contém informações sobre panorama das principais culturas agrícolas a nível mundial e por países. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 12 ago. 2018.

FERREIRA, D. F. **Estatística Multivariada.** - 2. ed. rev. e ampl. – Lavras: UFLA, 2011 (a).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, Nov./Dec. 2011 (b).

FERREIRA, J. F. S. et al. Fruit yield and survival offive commercial strawberry cultivars underfield cultivation and salinity stress. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 243, p. 401-410, jan. 2019.

FIGUEIREDO, A. S. T. et al. The role of glandular and non-glandular trichomes in the negative interactions between strawberry cultivars and spider mite. **Arthropod-Plant Interactions**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 53-58, 2013.

FRANQUEZ, G. G. **Seleção e multiplicação de clones de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.).** 2008. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

GALVÃO, A. G. et al. Breeding new improved clones for strawberry production in Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, PR, v. 39, n. 2, p. 149-155, 2017.

GALVÃO, A. G. **Hibridação de morangueiro e seleção de clones com potencial para cultivo no sul de Minas Gerais.** 2014. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.

GAWROŃSKI, J. Evaluation of the genetic control, heritability and correlations of some quantitative characters in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). **Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus**, [S. I.], v. 10, n. 1, p. 71-76, 2011.

GONÇALVES, M. A. et al. Crescimento e desenvolvimento. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSE JR, C.; SCHWENGER, J. E. (Ed.) **Morangueiro**. Brasília, Embrapa: 2016. p. 47-66. (a).

GONÇALVES, M. A. et al. **Produção de morangos fora do solo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado (INFOTECA-E), 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146215/1/Documento-410.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2018. (b).

GOR, M. C.; MANTRI, N.; PANG, E. Application of subtracted gDNA microarray-assisted Bulk Segregant Analysis for rapid discovery of molecular markers associated with day-neutrality in strawberry (*Fragaria x ananassa*). **Scientific reports**, [S. I.], v. 6, p. 32551, Sep. 2016.

GORELIKOVÁ, O. A. Productivity evaluation of promising varieties of day-neutral strawberry for commodity intensive type production in the south of Russia. **Fruit growing and viticulture in the South of Russia**, [S. I.], n. 38, p. 162-170, 2016.

GOWER, J. C. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. **Biometrika**, [S. I.], v. 53, n. 3-4, p. 325-338, Dec. 1966.

HANCOCK, J. F.; SJULIN, T. M.; LOBOS, G. A. Strawberries. In: HANCOCK (Ed.). **Temperate Fruit Crop Breeding**. Springer: Dordrecht, Netherlands, 2008. p. 393-437.

HEIDE, O. M.; STAVANG, J. A.; SØNSTEBY, A. Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries – a review. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, [S. I.], v. 88, n. 1, p. 1–18, 2013.

HELING, A. L.; KUHN, O. J.; STANGARLIN, J. R. Controle biológico de *Mycosphaerella fragariae* na cultura do morangueiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, PR, v. 14, n. 4, p. 221-228, out./dez. 2015.

HOFFMANN, A.; RUFATO, A. R. Generalidades. In: ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. [Ed.]. **Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 15-28.

HONJO, M. et al. Simple sequence repeat markers linked to the everbearing flowering gene in long-day and day-neutral cultivars of the octoploid cultivated strawberry *Fragaria × ananassa*. **Euphytica**, [S. I.], v. 209, n. 2, p. 291–303, May 2016.

HUMMER, K. E.; HANCOCK, J. Strawberry genomics: botanical history, cultivation, traditional breeding, and new technologies. In: GARDINER, S. E. **Genetics and genomics of Rosaceae**. Springer, New York, NY, 2009. p. 413-435.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações Automáticas – Gráficos**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

JOUQUAND, C. et al. A sensory and chemical analysis of fresh strawberries over harvest dates and seasons reveals factors that affect eating quality. **Journal of the American Society of the Horticultural Science**, [S. I.], v. 46, n. 4, p. 553-557, 2011.

KADER, A. A. Standardization and Inspection of Fresh Fruits and Vegetables. In: In: Kader, A. (Ed.). **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 3. ed. Oakland, USA: University of California, 2002. p. 287-300.

KERBAUY, G. B. **Fisiología vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.

KOSKELA, E. **Genetic and Environmental Control of Flowering in Wild and Cultivated Strawberries**. 2016. Dissertation (Doctor Scientiae in Plant Sciences) – University of Helsinki, Helsinki, Finland, 2016.

KOVAČEVIĆ, D. B. et al. Influences of organically and conventionally grown strawberry cultivars on anthocyanins content and color in purees and low-sugar jams. **Food Chemistry**, [S. I.], v. 181, p. 94-100, Aug. 2015.

KRAUSE, W. et al. Ganho de seleção no melhoramento genético intrapopulacional do maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 51-57, jan. 2012.

LERCETEAU-KÖHLER, E. et al. Genetic dissection of fruit quality traits in the octoploid cultivated strawberry highlights the role of homoeo-QTL in their control. **Theoretical and Applied Genetics**, [S. I.], v. 124, n. 6, p. 1059-1077, Jan. 2012.

LI, H. et al. Strawberry plant fruiting efficiency and its correlation with solar irradiance, temperature and reflectance water index variation. **Environmental and Experimental Botany**, [S. I.], v. 68, n. 2, p. 165-174, 2010.

LISTON, A.; CRONN, R.; ASHMAN, T. *Fragaria*: a genus with deep historical roots and ripe for evolutionary and ecological insights. **American Journal of Botany**, Saint Louis, USA, v. 101, n. 10, p. 1686-1699, 2014.

MACKENZIE, S. J. et al. The role of temperature in the late-season decline in soluble solids content of strawberry fruit in a subtropical production system. **HortScience**, [S. I.], v. 46, n. 11, p. 1562-1566, Nov. 2011.

MACHADO, J. Strawberry cultivation in Brazil. **Revista Geama**, v. 2, n. 3, p. 230-238, jul./set. 2016.

MADAIL, J. C. M. et al. **Avaliação econômica dos sistemas de produção de morango: convencional, integrado e orgânico**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, dez. 2007. Comunicado Técnico, 181.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Como o comportamento das abelhas na flor do morangueiro (*Fragaria ananassa* Duchesne) influencia a formação dos frutos?. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 23, supl. 1, p. 76-81, Nov. 2007.

MARTINS, D. S. et al. O cultivo do morangueiro em Sistema de transição ecológica: componentes do rendimento e incidência de doenças. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, RS, v. 6, n. 1, p. 117-126, mar. 2011.

MATARAZZO, P. H. M. et al. Desenvolvimento dos frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) em Viçosa-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 35, n. 1, p. 131-142, mar. 2013.

MATHEY, M. M. et al. Genotype by environment interactions and combining ability for strawberry families grown in diverse environments. **Euphytica**, [S. I.], v. 213, n. 5, p. 112, May 2017.

MAZARO, S. M. et al. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-micosferela em morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 36, n. 2, p. 648-652, mar./abr. 2006.

MAZARO, S. M.; et al. Indução de resistência a doenças foliares e de flores em morangueiro por quitosana e acibenzolar-s-metil. **Current Agricultural Science and Technology**, [S. I.], v. 18, n. 2, Apr./Jun. 2012.

MAZARO, S. M. et al. Produção e qualidade de morangueiro sob diferentes concentrações de calda bordalesa, sulfocálcica e biofertilizante supermagro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 1, n. 34, p. 3285-3294, mar. 2013.

MELÃO, A. V. et al. Caracterização agronômica e divergência genética entre acessos de abacaxizeiro nas condições do estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 37, n. 4, p. 952-960, dez. 2015.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; VIEIRA NETO, J.; RESENDE, R. S. Produção de cultivares de morangueiro em sistema semi-hidropônico sob diferentes substratos e densidades populacionais. **Revista Thema**, Pelotas, RS, v. 15, n. 1, p. 79-92, 2018.

MERTELY, J. C.; SEIJO, T. E.; PERES, N. A. Effect of pre and post-plant fungicide and fertilizer treatments on infection by *Colletotrichum acutatum*, plant survival, and yield of annual strawberry in Florida. **Plant Health Progress**. <https://doi.org/10.1094/PHP-2010-0125-01-RS> Google Scholar, Jan. 2010.

MIRANDA, F. R. et al. Production of strawberry cultivars in closed hydroponic systems and coconut fibre substrate. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 45, n. 4, p. 833-841, out./dez. 2014.

MISHRA, P. K.; RAM, R. B.; KUMAR, N. Genetic variability, heritability, and genetic advance in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, [S. I.], v. 39, n. 3, p. 451-458, June 2015.

MOCHIZUKI, Y. et al. Analysis of a high-yielding strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) cultivar 'Benihoppe' with focus on dry matter production and leaf photosynthetic rate. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, [S. I.], v. 82, n. 1, p. 22-29, Feb. 2014.

MOITA NETO, J.; MOITA, G. Z. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Química nova**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 467-469, 1998.

MORALES, R.G.F. et al. Divergência genética em cultivares de morangueiro, baseada em caracteres morfoagronômicos. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 3, p. 323-329, mai./jun., 2011.

MORALES, R. G. F. et al. Genetic divergence among Brazilian garlic cultivars based on morphological characters and AFLP markers. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, SP, v. 12, n. 1, p. 270-281, Feb. 2013.

MURTI, R. H.; KIM, H. Y.; YEOUNG, Y. R. Heritability of fruit quality in the progenies of day-neutral and short day hybrid strawberry cultivars. **Journal of Agricultural Science**, [S. I.], v. 34, n. 2, p. 105-114, June 2012.

NESI, C. N. et al. Avaliação de extrato de algas no progresso temporal da mancha de *Mycosphaerella* em cultivares de morangueiro. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 1, p. 38-42,ene./fev. 2013.

NJGUNA, W. **Development and use of molecular tools in Fragaria**. 2010. Tese (Doutorado em Filosofia) - Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA, 2010.

NUNES, M. C. N. Correlations between subjective quality and physicochemical attributes of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, [S. I.], v. 107, p. 43-54, sep. 2015.

OLIVEIRA, A. B. C.; BONOW, S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 33, n. 268, p. 21-26, maio/jun. 2012.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de cultivares de morangueiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, PR, v.12, n. 2, p. 69-74, mar/abr. 2011.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 91-95, jan./mar. 2009.

OLIVEIRA, R. P. et al. Produção de morangueiro da cultivar Camino Real em sistema de túnel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 30, n. 3, p. 681-684, set. 2008.

OTTO, R. F. et al. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 217-221, abr./jun. 2009.

PÁDUA, J. G. et al. Comportamento de cultivares de morangueiro em Maria da Fé e Inconfidentes, sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, MG, v. 7, n. 2, p. 69-79, jun. 2015 (a).

PÁDUA, J. G. et al. Desempenho agronômico e comportamento de cultivares de morangueiro quanto à mancha-de-pestaloptiopsis e às podridões dos frutos. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, MG, v. 7, n. 1, p. 65-74, mar. 2015 (b).

PIERRON-DARBONNE, A. Plantas de Navarra SA. **Strawberry plant named ‘Sabrina’**. US 2010/0313317 P1, 2 Jun. 2010, 9 Dec. 2010. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/c8/56/12/6f679e1697c7ba/US20100313317P1.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2018.

PRAZERES, C. S.; COELHO, C. M. M. Divergência genética e heterose relacionada à qualidade fisiológica em sementes de milho. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 75, n. 4, 2016.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B. et al. Caracterização botânica de cultivares de morangueiro. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 55, n. 1, p. 29-44, jan. 1996.

QUINCI, C. W. Fragola in California. In: ANGELINI, R. et al. [Ed.]. **La fragola**. Bologna, Italia: ART Servizi Editoriali, 2010. p. 420-429.

RASEIRA, M. C. B.; OLIVEIRA, A. C. B. Cultivares e melhoramento genético. In: ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. [Ed.]. **Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 29-40.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

RESENDE, J. T.V. et al. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 185-189, abr./jun. 2010.

RANGEL, R. M. et al. Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 42, n. 2, p. 473-481, abr./jun., 2011.

RESENDE, J. T. V. et al. Sensory analysis and chemical characterization of strawberry fruits. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 371-374, jul./set. 2008.

RICHTER, A. F. et al. Produtividade e qualidade do morango sob cultivo de solo e semi-hidropônico. **Revista Científica Rural**, Bagé, RS, v. 20, n. 1, p. 193-203, fev. 2018.

ROCHA, M. C. et al. Uso do algoritmo de Gower na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, PR, v. 32, n. 3, p. 423-431, 2010.

RODRIGUES, L. S. et al. Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1275-1284, set. 2002.

ROJAS MOLINA, A. M. **A cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) no estado de Santa Catarina: sistemas de produção e riscos climáticos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016.

RONQUE, E. R. V. et al. Viabilidade da cultura do morangueiro no Paraná-BR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 35, n. 4, p. 1032-1041, dez. 2013.

RUAN, J. et al. Influence of Cultivar, Planting Date, and Planting Material on Yield of Day-neutral Strawberry Cultivars in Highland Areas of Korea. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, [S. l.], v. 52, n. 6, p. 567-575, 2011.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 2013. 306 p.

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e calagem para os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Xanxerê, SC: Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016.

SHAW, D.; LARSON, K. D. University of California. **Strawberry plant named 'Albion'**. US 2005/0172374 P1, 29 Jan. 2004, 4 Aug. 2005. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/61/ce/e7/aca66ac422372b/USPP16228.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2018.

SHAW, D. V.; LARSON, K. D. University of California. **Strawberry plant named 'Benicia'**. US PP22,542 P3, 4 Aug. 2011, 6 Mar. 2012. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/1b/d8/b9/ca647be7579de9/USPP22542.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

SHAW, D. V.; LARSON, K. D. University of California. **Strawberry plant named 'Camino Real'**. US PP13,079 P2, 7 Feb. 2001, 15 Oct. 2002. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/d6/a1/29/259f1669e675fc/USPP13079.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

SHAW, D.; LARSON, K. D. University of California. **Strawberry plant named 'Monterey'**. U.S. US PP19,767 P2, 25 Jan. 2008, 24 Feb. 2009 (a). Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/f1/b1/d0/32e9860be00648/USPP19767.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

SHAW, D.; LARSON, K. D. University of California. **Strawberry plant named 'Portola'**. US 2009/0144866 P1, 4 Jun. 2009, 15 Dec. 2009 (b). Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/b4/0a/3c/0bd08764abfac7/US20090144866P1.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

SHAW, D.; LARSON, K. University of California. **Strawberry plant named 'San Andreas'**. US PP19,975 P2, 25 Jan. 2008, 12 May. 2009 (c). Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/05/25/0e/e1ae08f5cbf0cf/USPP19975.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2018.

SHAW, D. V. Strawberry Production Systems, Breeding and Cultivars in California. In: RASEIRA, M. C. B. et al. (Ed.). SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1., 2004, Pelotas, RS. **Livro de Resumos...** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2004.

SHAW, D. V. University of California. **Strawberry plant named 'Aromas'**. Plant 10,451, 12 Nov. 1996, 16 Jun. 1998. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/bb/76/4d/150ec65c8ed1ff/USPP10451.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

SHEPHERD, G. J. **Fitopac. Versão 2.1.** Campinas, SP: Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

SINGH, G. et al. Genetic variability and association analysis in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). **Electronic Journal of Plant Breeding**, [S. I.], v. 9, n. 1, p. 169 – 182, mar. 2018.

SOUZA, D. C. et al. Propriedades físico-químicas em frutos de híbridos experimentais de moranguero. **Agrotrópica**, Ilhéus, BA, v. 29, n. 1, p. 85–96, 2017.

SOUZA, J. L.; GARCIA, R. D. C. Custos e rentabilidades na produção de hortaliças orgânicas e convencionais no estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, MG, v. 3, n. 1, p. 11-24, jul. 2013.

SPECHT, S. Morangos do vale do Caí-RS: um sistema agroalimentar territorializado. **Campo Território: Revista de Geografia Agrária**, Uberlândia, MG, v. 9, n. 19, p. 6-31, out. 2014.

SPRANDEL, A. A. **Lucratividade e rentabilidade de uma estufa de morangos em substratos na cidade de Lajeado/RS**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Contábeis) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, RS, 2017.

TANAKA, M. A. S.; BETTI, J. A.; KIMATI, H. Doenças do moranguero (*Fragaria x ananassa*). In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 489-499.

TAZZO, I. F. et al. Exigência térmica de duas seleções e quatro cultivares de moranguero cultivado no Planalto Catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 37, n. 3, p. 550-558, 2015.

UNITÀ di Ricerca per la Frutticoltura – FRF. **Sede centrale - FORLI'**. Disponível em: <http://sito.entecri.it/portale/cra_dati_istituto.php?id=234>. Acesso em: 16 mar. 2019.

VERDIAL, M. F. **Frigoconservação e vernalização de mudas de moranguero (*Fragaria x ananassa* Duch.) produzidas em sistema de vasos suspensos**. 2004. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2004.

VICENTINI, V. B. **Análises biométricas em famílias de meios-irmãos de café Conillon oriundas de seleção recorrente.** 2013. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

VIGNOLO, G. K. et al. Origem e botânica. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Ed.) **Morangueiro**. Brasília, Embrapa: 2016. p. 35-46.

VIGNOLO, G. K. **Produção e qualidade de morangos durante dois ciclos consecutivos em função da data de poda, tipo de filme do túnel baixo e cor do mulching plástico.** 2015. Tese (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2015.

VILLARREAL, N. M.; MARTÍNEZ, G. A.; CIVELLO, P. M. Influence of plant growth regulators on polygalacturonase expression in strawberry fruit. **Plant Science**, [S. I.], v. 176, n. 6, p. 749-757, Jun. 2009.

VOTH, V.; SHAW, D. V.; BRINGHURST, R. S. **Strawberry plant called 'Camarosa'.** Plant 8,708, 1 Apr. 1993, 3 May 1994. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/63/f8/f3/2cb5af668594a9/USPP8708.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

WAGNER JÚNIOR, A. **Melhoramento genético do pessegueiro e morangueiro, situação atual da cultura do morango e da indústria de conservas de pêssego no estado do Rio Grande do Sul.** 2000. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2000.

WEBB, R. A. et al. Size factors in strawberry fruit. **Scientia Horticulturae**, [S. I.], v. 9, n. 4, p. 347-356, Dec. 1978.

WEEBADDE, C. K. et al. Using a linkage mapping approach to indentify QTL for day-neutrality in the octoploid strawberry. **Plant Breeding**, [S. I.], v. 127, p. 94-101, 2008.

WHITAKER, V. M. et al. Historical trends in strawberry fruit quality revealed by a trial of University of Florida cultivars and advanced selections. **HortScience**, [S. I.], v. 46, n. 4, p. 553-557, Apr. 2011.

WREGE, M. S. et al. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.** Brasília: Embrapa, 2012.

WREGE, M. S.; et al. **Zoneamento agroclimático para a produção de mudas de morangueiro no Rio Grande do Sul.** Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2007. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33630/1/documento-187.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2018.

YAKOVENKO, V. V.; LAPSHIN, V. I. Evaluation of strawberry varieties on yield and quality of fruits. **Fruit growing and viticulture in the South of Russia**, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 38-45, 2014.

ZAMBOLIM, L. et al. Doenças de hortaliças em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 20, n. 200/201, p. 114-125, set./dez. 1999.

ZANIN, D. S. et al. Avaliação de genótipos de morangueiro submetidos a diferentes manejos de solo em pré-plantio. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, Bagé, RS, v. 14, n. 14, p. 787-803, 2017.

9 APÊNDICES

Apêndice 1 - Características químicas do solo da área experimental utilizada no ciclo agrícola 2015/2016.

pH H ₂ O	Índice SMP	Al	Ca	Mg (cmol _c dm ⁻³)	K	H + Al
6,1	6,4	0,00	9,72	0,55	0,329	2,85
CTC (Ph 7) cmol _c dm ⁻³	CTC efetiva	Bases (V%)	M. O. %	Argila	Ca/Mg	P mg dm ⁻³
13,45	10,6	78,82	1,25	45,5	17,67	12,3

Legenda: pH H₂O = potencial hidrogeniônico em água; Al = alumínio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; K = potássio; H + Al = hidrogênio mais alumínio; CTC = capacidade de troca de cátions (Ca + Mg + K + H+ Al); V% = saturação por bases [100.(Ca + Mg + K)/CTC]; M. O. = teor de matéria orgânica; Ca/Mg = relação cálcio / magnésio; P = fósforo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Apêndice 2 - Características químicas do solo da área experimental utilizada no ciclo agrícola 2016/2017.

pH H ₂ O	Índice SMP	Al	Ca	Mg (cmol _c dm ⁻³)	H + Al	Ca/Mg
4,92	5,05	1,55	4,72	2,94	12,98	1,61
CTC (Ph 7) cmol _c dm ⁻³	CTC efetiva	Bases (V%)	M. O. %	Argila	P mg dm ⁻³	K
21,05	9,62	38,33	5,7	38,00	6,6	160

Legenda: pH H₂O = potencial hidrogeniônico em água; Al = alumínio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; K = potássio; H + Al = hidrogênio mais alumínio; CTC = capacidade de troca de cátions (Ca + Mg + K + H+ Al); V% = saturação por bases [100.(Ca + Mg + K)/CTC]; M. O. = teor de matéria orgânica; Ca/Mg = relação cálcio / magnésio; P = fósforo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

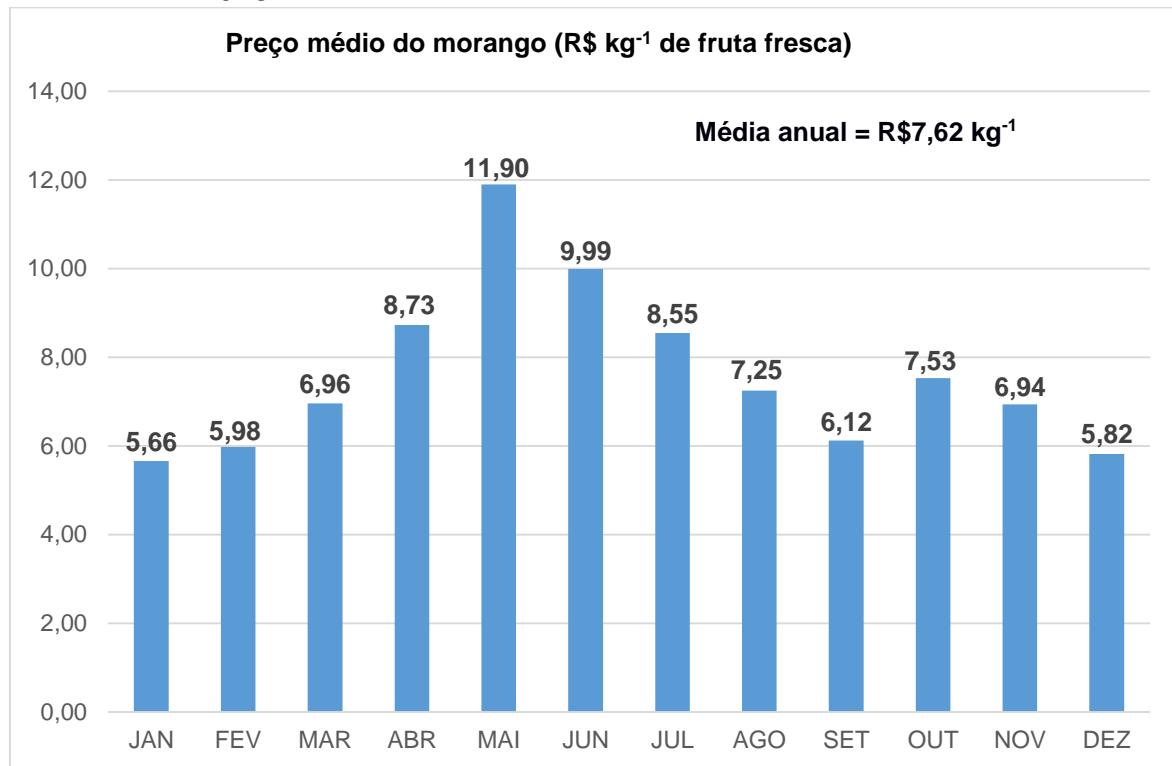
Apêndice 3 - Características químicas do solo da área experimental utilizada no ciclo agrícola 2017/2018.

pH H ₂ O -	Índice SMP -	Al	Ca (cmol _c dm ⁻³)	Mg	H + Al	Ca/Mg -
4,78	4,71	3,1	3,09	1,73	19,18	1,79
CTC (Ph 7) cmol _c dm ⁻³	CTC efetiva -	Bases (V%)	M. O. %	Argila	P mg dm ⁻³	K
24,51	8,43	21,76	6,0	43,00	8,0	201

Legenda: pH H₂O = potencial hidrogeniônico em água; Al = alumínio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; K = potássio; H + Al = hidrogênio mais alumínio; CTC = capacidade de troca de cátions (Ca + Mg + K + H+ Al); V% = saturação por bases [100.(Ca + Mg + K)/CTC]; M. O. = teor de matéria orgânica; Ca/Mg = relação cálcio / magnésio; P = fósforo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

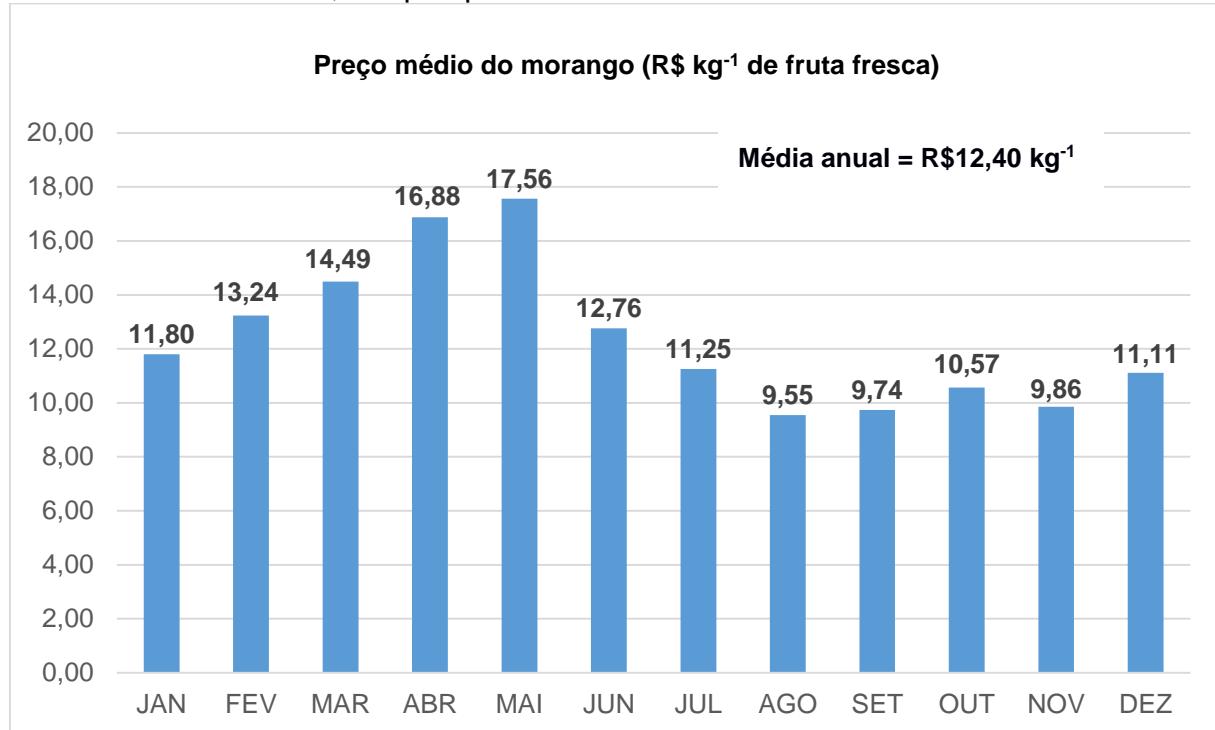
Apêndice 4 - Preço médio mensal do morango (R\$ kg⁻¹ de fruta fresca) na Central de Abastecimento (CEASA-SC) de Florianópolis-SC, no quinquênio 2014-2018.



Fonte: CONAB (2019).

Elaborado pelo autor.

Apêndice 5 - Preço médio mensal do morango (R\$ kg⁻¹ de fruta fresca) na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) de São Paulo-SP, no quinquênio 2014-2018.



Fonte: CONAB (2019).

Elaborado pelo autor.

Apêndice 6 - Médias das notas para densidade da folhagem em cultivares e seleções de morangueiro, durante o ciclo 2017/2018.

Genótipo	Densidade da folhagem
Jonica (DC)	5,50 b*
Pircinque (DC)	6,50 a
Sabrina (DC)	7,00 a
FRF LAM 119.1 (DC)	6,25 a
FRF LAM 263.1 (DC)	5,00 b
FRF LAM 269.18 (DC)	5,25 b
FRF PA 109.2 (DC)	6,00 a
FRF PIR 256.4 (DC)	5,25 b
FRF PIR 75.8 (DC)	4,75 b
FRF PIR 79.6 (DC)	4,75 b
Albion (DN)	4,25 b
Írma (DN)	4,25 b
FRF 104.1 (DN)	4,75 b
FRF 191.2 (DN)	4,25 b
FRF 57.6 (DN)	5,00 b
Média	5,25
CV (%)	15,22

* Médias seguidas de letras iguais pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Legenda: DC = genótipo de dia curto; DN = genótipo de dia neutro.

Nota: estes resultados foram fornecidos por meio de uma escala visual de notas, sugerida por BRASIL (2002). Nesta escala, valores maiores correspondem a folhagens mais densas, conforme segue: 3 = folhagem esparsa; 5 = média; 7 = folhagem densa; sendo que valores intermediários podem ser fornecidos pelos avaliadores.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Apêndice 7 - Aplicações de fungicidas e acaricidas realizadas no experimento de comparação de seleções avançadas, durante o ciclo 2017/2018.

Data	Produtos e doses	
11/08/2017	Tebuconazol (0,75 mL pc L ⁻¹)	Pirimetanil (2 mL pc L ⁻¹)
19/08/2017	Tiofanato metílico (0,7 g pc L ⁻¹)	
01/09/2017	Difenoconazol (0,5 mL pc L ⁻¹)	Fluazinam (1 mL pc L ⁻¹)
13/09/2017	Tebuconazol (0,5 mL pc L ⁻¹)	Azoxistrobina (0,15 g pc L ⁻¹)
30/09/2017	Azoxistrobina + difenoconazol (0,5 mL pc L ⁻¹)	Iprodiona (1,5 mL pc L ⁻¹)
06/10/2017	Procimidona (1 g pc L ⁻¹)	Pirimetanil (2 mL pc L ⁻¹)
20/10/2017	Azoxistrobina + difenoconazol (0,5 mL pc L ⁻¹)	Iprodiona (1,5 mL pc L ⁻¹)
04/11/2017	Procimidona (1 g pc L ⁻¹)	Fluazinam (1 mL pc L ⁻¹)
11/11/2017	Azoxistrobina + difenoconazol (0,5 mL pc L ⁻¹)	Pirimetanil (2 mL pc L ⁻¹)
14/11/2017	Procimidona (1 g pc L ⁻¹)	Fluazinam (1 mL pc L ⁻¹)
18/11/2017	Azoxistrobina + difenoconazol (0,5 mL pc L ⁻¹)	
24/11/2017	Procimidona (1 g pc L ⁻¹)	Fluazinam (1 mL pc L ⁻¹)
01/12/2017	Fluazinam (1 mL pc L ⁻¹)	Pirimetanil (2 mL pc L ⁻¹)
09/12/2017	Procimidona (1 g pc L ⁻¹)	Fluazinam (1 mL pc L ⁻¹)
14/12/2017	Azoxistrobina (0,15 g pc L ⁻¹)	Iprodiona (1,5 mL pc L ⁻¹)
23/12/2017	Procimidona (1 g pc L ⁻¹)	Fluazinam (1 mL pc L ⁻¹)
05/01/2018	Azoxistrobina + difenoconazol (0,5 mL pc L ⁻¹)	Pirimetanil (2 mL pc L ⁻¹)
10/01/2018	Procimidona (1 g pc L ⁻¹)	Abamectina (0,7 mL pc L ⁻¹)
16/01/2018	Fluazinam (1 mL pc L ⁻¹)	Iprodiona (1,5 mL pc L ⁻¹)
25/01/2018	Procimidona (1 g pc L ⁻¹)	Fluazinam (1 mL pc L ⁻¹)
01/02/2018	Azoxistrobina + difenoconazol (0,5 mL pc L ⁻¹)	Pirimetanil (2 mL pc L ⁻¹)
07/02/2018	Procimidona (1 g pc L ⁻¹)	Fluazinam (1 mL pc L ⁻¹)
17/02/2018	Azoxistrobina + difenoconazol (0,5 mL pc L ⁻¹)	Pirimetanil (2 mL pc L ⁻¹)
24/02/2018	Procimidona (1 g pc L ⁻¹)	Fluazinam (1 mL pc L ⁻¹)

Legenda: mL pc L⁻¹ = mililitros de produto comercial por litro de calda; g pc L⁻¹ = gramas de produto comercial por litro de calda.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Apêndice 8 – Médias de temperatura e precipitação mensal durante o período de condução dos experimentos. Lages, SC, CAV- UDESC, 2018.

CICLO 2015/2016												
	Abr/15	Mai/15	Jun/15	Jul/15	Ago/15	Set/15	Out/15	Nov/15	Dez/15	Jan/16	Fev/16	Mar/16
Temperatura média – máximas (° C)	20,5	17,2	16,1	15,7	20,4	19,8	19,7	21,1	23,9	25,6	25,1	22,2
Temperatura média – mínimas (° C)	13,5	12,0	8,2	10,0	12,0	11,8	13,5	14,8	17,4	17,2	18,6	15,2
Precipitação (mm)	91	64	128	238	66	309	334	114	190	91	197	172
CICLO 2016/2017												
	Abr/16	Mai/16	Jun/16	Jul/16	Ago/16	Set/16	Out/16	Nov/16	Dez/16	Jan/17	Fev/17	Mar/17
Temperatura média – máximas (° C)	23,1	15,7	13,9	16,4	17,5	18,3	19,2	22,4	23,6	25,7	26,0	23,4
Temperatura média – mínimas (° C)	15,5	10,1	5,7	8,1	8,8	9,7	12,3	13,5	15,7	17,2	18,1	15,8
Precipitação (mm)	129	116	21	118	128	108	206	68	148	107	99	83
CICLO 2017/2018												
	Abr/17	Mai/17	Jun/17	Jul/17	Ago/17	Set/17	Out/17	Nov/17	Dez/17	Jan/18	Fev/18	Mar/18
Temperatura média – máximas (° C)	20,0	17,9	16,2	17,9	17,4	22,0	20,1	22,2	24,9	24,1	23,8	24,0
Temperatura média – mínimas (° C)	12,9	12,3	9,4	7,9	10,2	14,1	13,2	12,7	16,4	16,7	15,3	16,9
Precipitação (mm)	84	105	0	3	106	20	78	65	142	182	58	129

Fonte: INMET (2018).

Estação A865 – LAGES. Código OMM: 86932. Registro: 18 UTC. Latitude: -27.802228. Longitude: -50.335457. Altitude: 953 m.
Elaborado pelo autor.