

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Dissertação

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO NA REGIÃO DE
PELOTAS PARA DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO.**

Eloi Evandro Delazeri

Pelotas, 2020

Eloi Evandro Delazeri

Engenheiro Agrônomo

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO NA REGIÃO DE PELOTAS
PARA DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: Dr. Luís Eduardo Corrêa Antunes

Co-Orientador: Dr. Flávio Gilberto Herter

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

D331a Delazeri, Eloi Evandro

Avaliação de genótipos de morangueiro na região de Pelotas para diferentes sistemas de cultivo. / Eloi Evandro Delazeri ; Luís Eduardo Corrêa Antunes, orientador ; Flávio Gilberto Herter, coorientador. — Pelotas, 2020.

124 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Melhoramento do morangueiro - Sistemas de produção. 2. *Fragaria x ananassa* - Adaptabilidade. I. Antunes, Luís Eduardo Corrêa, orient. II. Herter, Flávio Gilberto, coorient. III. Título.

CDD : 634.75

Eloi Evandro Delazeri

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO NA REGIÃO DE PELOTAS
PARA DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 30/09/2020

Banca examinadora:

Prof. Dr. Luís Eduardo Corrêa Antunes (Orientador)
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras.

Profa. Dra. Roberta Martins Nogueira Peil
Doutora em Agronomia Agriculturas intensivas y cultivos protegidos pela Universidad de Almería.

Prof. Dr. Evandro Pedro Schneider
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas.

Eng. Agr. Dr. Sandro Bonow
Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras.

Eng. Agr. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas.

AGRADECIMENTOS

A minha família, em especial aos meus pais Senio Delazeri e Deonira Delazeri, pela educação e apoio que sempre recebi. São meus exemplos de vida, trabalho, dedicação e respeito, a vocês dedico esta conquista.

Aos meus irmãos Raul Ivan Delazeri e Lasie Amauri Delazeri, que sempre se prontificaram a ajudar durante esta caminhada, pois abraçaram junto comigo a ideia de seguir este caminho.

A minha namorada Rosângela Camargo Sauthier, que de forma especial e carinhosa sempre me deu força e coragem nos momentos de dificuldade. Obrigado pela paciência, apoio e companheirismo durante esta jornada.

Aos meu Professor e orientador Luís Eduardo Correa Antunes, pela orientação, disponibilidade quando solicitado, ensinamentos técnicos e científicos, paciência e amizade, sempre incentivando a busca por novos conhecimentos.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) unidade Clima Temperado pela disponibilidade de sua infraestrutura na condução dos trabalhos, pelas oportunidades e conhecimentos adquiridos no período de mestrado, juntamente as pessoas que de alguma forma contribuíram para realização das atividades.

A Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de continuar minha formação, tanto profissional como pessoal. A todos os Professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, por me proporcionar conhecimento ao longo desta formação.

Aos colegas Andressa Vighi Schiavon, Tais Barbosa Becker, Priscila Monalisa Marchi (equipe das pequenas frutas), pela amizade, companheirismo, troca de conhecimentos e contribuições durante a realização do trabalho. Ao técnico de campo Rudinei Gomes, pela disponibilidade durante a execução dos trabalhos. Aos estagiários Vinicius Perin Wille, Klaiton Sartor, Adriel da Silva Alves, Bruna da Rosa Dutra e Francine Bonneman pela troca de conhecimentos, amizade e ajuda durante a execução dos trabalhos.

A todos os meus colegas de Pós-graduação, pela convivência e troca de conhecimentos. A todas as amigadas criadas e cultivadas durante o andamento do curso, meus mais sinceros agradecimentos. A todos que de forma direta ou indireta fizeram parte da minha formação, meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

DELAZERI, Eloi Evandro. **AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO NA REGIÃO DE PELOTAS PARA DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**. 2020. 123 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

Dentro do grupo das pequenas frutas, o morango é a fruta mais produzida e consumida em todo o mundo. Existem inúmeras cultivares disponíveis aos produtores nas diferentes áreas produtoras, no entanto, nem todas expressam sua maior capacidade produtiva devido principalmente a falta de adaptação as condições edafoclimáticas do local. A adaptação de um genótipo ao local onde é cultivado é dependente de diversos fatores, principalmente a interação genótipo/ambiente, que pode ser diferente do local onde foi criada, bem como a nutrição e o manejo que podem interferir no sucesso do cultivo. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar aspectos fenológicos, produtivos/agronômicos e de qualidade de frutas de seleções avançadas do programa de melhoramento genético do morangueiro da Embrapa Clima Temperado, em diferentes sistemas de cultivo. Os trabalhos foram realizados nos anos de 2018 e 2019 em dois locais distintos, uma propriedade localizada na zona rural do município de Pelotas/RS (sistema convencional no solo) e em casa de vegetação pertencente a Embrapa Clima Temperado (sistema fora do solo com recirculação de solução nutritiva). As cultivares Camino Real e Merced se destacam por obterem produtividade acima da média brasileira, frutas com massa média (>12 g fruta⁻¹) e elevada qualidade físico-química em sistema convencional de produção. As seleções avançadas, em sua maioria, apresentam comportamento precoce em relação as cultivares avaliadas. A cultivar Albion produz frutas com elevada quantidade de sólidos solúveis e relação SS/ATT em sistema fora do solo. As seleções 2015-35-25 e 2015-32-5 produzem frutas com maior firmeza de polpa e com cores menos intensas em sistema fora do solo. A seleção 2015-35-22 demonstrou precocidade para início de produção e tardia para o início de estolonamento. As seleções 2015-35-25, 2015-35-22 e 2015-35-6 se destacam por apresentar bons índices produtivos no sistema convencional no solo, produzindo frutas de bom tamanho e com elevada qualidade físico-química.

Palavras – Chave: melhoramento do morangueiro; *Fragaria* x *ananassa*; adaptabilidade; sistemas de produção.

ABSTRACT

DELAZERI, Eloi Evandro. **EVALUATION OF STRAWBERRY GENOTYPES IN THE PELOTAS REGION FOR DIFFERENT CULTIVATION SYSTEMS**. 2020. 123 f. Dissertation (Master) - Graduate Program in Agronomy. Federal University of Pelotas, Pelotas-RS.

Within the group of small fruits, the strawberry is the most produced and consumed fruit worldwide. There are numerous cultivars available to producers in the different producing areas, however, not all of them express their greater productive capacity due mainly to the lack of adaptation to the place. The adaptation of a genotype to the place where it is grown is dependent on several factors, mainly the genotype/environment interaction, which may be different from the place where it was created, as well as the nutrition and management that can interfere with the success of the cultivation. Thus, the objective of the present study was to evaluate productive/agronomic and quality aspects of fruits from advanced selections of the genetic improvement program of Embrapa Temperate Climate strawberry, in different cultivation systems. The works were carried out in the years 2018 and 2019 in two different locations, a property located in the rural area of the municipality of Pelotas / RS (conventional system in the soil) and in a greenhouse belonging to Embrapa Temperate Climate (soilless system with recirculation nutrient solution). The cultivars Camino Real and Merced stand out for obtaining good productivity rates, good sized fruits and high physical-chemical quality in a conventional production system. Most advanced selections show an early behavior in relation to the cultivars evaluated. The Albion cultivar produces fruits with a high amount of soluble solids and an SS/ATT ratio in a soilless system. The selections 2015-35-25 and 2015-32-5 produce fruits with greater pulp firmness and less intense colors in an off-ground system. The 2015-35-22 selection demonstrated precocity for the start of production and late for the start of runners. The selections 2015-35-25, 2015-35-22 and 2015-35-6 stand out for presenting good productive indexes in the conventional system in the soil, producing fruits of good size and with high physical-chemical quality.

Key words: strawberry breeding; *Fragaria x ananassa*; adaptability; production systems.

LISTA DE FIGURAS
RELATÓRIO DE TRABALHO DE CAMPO

Figura 1 – Implantação e condução do experimento 1, no ano de 2018. Pelotas, RS, 2020.	39
Figura 2 – Implantação e condução do experimento 2, nos anos de 2018 e 2019. Pelotas, RS, 2020.	40
Figura 3 – Implantação e condução do experimento 3, no ano de 2019. Pelotas, RS, 2020.	42

ARTIGO 1

Figura 1 - Temperaturas médias mensais durante o ciclo produtivo de 2018. Pelotas/RS, 2020.	46
Figura 2 – Número de frutas por planta (A), massa média de frutas (B) e produção por planta (C) em genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.	49

ARTIGO 2

Figura 1. Temperaturas médias mensais durante o ciclo produtivo de 2018/19. Pelotas/RS, 2020.	63
Figura 2. Número de frutas por planta (A), massa média de frutas (B) e produção por plantas (C) durante o ciclo produtivo de 2018/19. Pelotas/RS, 2020.	68

ARTIGO 3

Figura 1 – Temperaturas médias mensais durante o ciclo produtivo de 2019. Pelotas/RS, 2020.	85
Figura 2 - Número de frutas por planta (A), massa média de frutas (B) e produção por planta (C) durante o ciclo produtivo de 2019, Pelotas/ RS, 2020.	90

LISTA DE QUADROS

PROJETO DE PESQUISA

Quadro 1 – Cronograma das atividades desenvolvidas.	36
---	----

LISTA DE TABELAS

PROJETO DE PESQUISA

Tabela 1 – Material de consumo.....	35
Tabela 2 – Outras despesas.....	35
Tabela 3 – Custo total.....	35

ARTIGO 1

Tabela 1 - Número de dias após plantio para o início e plena floração e início e plena maturação em genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.	48
Tabela 2 - Número de frutas planta ⁻¹ (NFP), massa média de frutas (MMF) e produção total planta ⁻¹ (PTP) de genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.	51
Tabela 3 - Firmeza de polpa (N), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) de genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.	52
Tabela 4 - Massa seca de folhas (MSF), número de coroas planta ⁻¹ (NCP), massa seca de coroas (MSC) e número de estolões planta ⁻¹ (NEP) de genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.	54
Tabela 5 - Luminosidade (L*), cromaticidade (Croma) e ângulo hue (°Hue) em genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.	55

ARTIGO 2

Tabela 1. Início e plena floração, início e plena maturação de frutas de morangueiro em dias após o plantio. Pelotas/RS, 2020.....	66
Tabela 2. Número total de frutas (NTF), massa média de fruta (MMF) e massa total de frutas (MTF) de genótipos de morangueiro. Pelotas/RS, 2020.	70

Tabela 3. Teor de Sólidos solúveis (SS), Acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (Ratio) em frutas de genótipos de morangueiro. Pelotas/RS, 2020	72
Tabela 4. Firmeza de polpa (N), Luminosidade (L*), ângulo hue (°Hue) e cromaticidade (C*) em frutas de genótipos de morangueiros, Pelotas/RS, 2020	74

ARTIGO 3

Tabela 1 – Início e plena floração, início e plena maturação em genótipos de morangueiro no ano de 2019. Pelotas/RS, 2020.....	88
Tabela 2 – Início e pleno estolonamento de genótipos de morangueiro no ano de 2019, Pelotas/RS, 2020.	89
Tabela 3 – Número total de frutas (NTF), massa média de frutas (MMF) e massa total de frutas (MTF) de genótipos de morangueiro no ano de 2019. Pelotas/RS, 2020...	92
Tabela 4 – Teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) em frutas de genótipos de morangueiro no ano de 2019, Pelotas/RS, 2020.	95
Tabela 5 – Firmeza de polpa (N), luminosidade (L*), ângulo hue (°Hue) e cromaticidade (C*) em frutas de genótipos de morangueiro no ano de 2019. Pelotas/RS, 2020.	97
Tabela 6 – Numero de coroas por planta (NCP), massa média de coroas (MMC) (g coroa ⁻¹) e massa seca de folhas (MSF) (g planta ⁻¹) de genótipos de morangueiro no ano de 2019. Pelotas/RS, 2020.....	99

SUMÁRIO

1	Introdução	13
1.1	Objetivos específicos.....	14
1.2	Hipóteses	15
2	Revisão de literatura	15
2.1	A cultura do morangueiro	15
2.2	Sistemas de produção.....	16
2.3	Interação genótipo ambiente	18
2.4	Melhoramento genético	21
3	Projeto de pesquisa	25
3.1	Título	25
3.2	Equipe	25
3.3	Instituição	25
3.4	Justificativa	26
3.5	Hipóteses	28
3.5.1	Objetivo geral	28
3.5.2	Objetivos específicos.....	28
3.6	Material e métodos	29
3.6.1	Local dos experimentos.....	29
3.6.2	Descrição dos experimentos	29
2.6.2.1	Experimento 1: Avaliação de genótipos de morangueiro em sistema convencional de plantio no solo com túneis baixos.....	29
3.6.2.1.1	Desenvolvimento das plantas.....	30
3.6.2.1.2	Produção de frutas	30
3.6.2.1.3	Qualidade das frutas	31
3.6.2.1.4	Delineamento experimental	31
3.6.2.2	Experimento 2: Avaliação de genótipos de morangueiro em sistema de produção fora do solo.....	32
3.6.2.2.1	Desenvolvimento das plantas.....	32
3.6.2.2.2	Produção de frutas	32
3.6.2.2.3	Qualidade das frutas	32
3.6.2.2.4	Delineamento experimental.....	33

3.6.2.3 Experimento 3: Avaliação de genótipos avançados de morangueiro em sistema de plantio convencional no solo.	33
3.6.2.3.1 Desenvolvimento das plantas.....	33
3.6.2.3.2 Produção de frutas	34
3.6.2.3.3 Qualidade das frutas	34
3.6.2.3.4 Delineamento experimental.....	34
3.7 Recursos necessários	34
3.7.1 Material permanente	34
3.8 Cronograma das atividades.....	36
3.9 Divulgação prevista	37
3.10 Referências	38
4 Relatório do trabalho de campo.....	39
5 Artigos desenvolvidos	43
5.1 Artigo 1	43
5.2 Artigo 2	61
5.3 Artigo 3.....	81
6 Considerações finais	105
Referências	107
Apêndices	120

1 Introdução

A cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) possui grande importância econômica e social em diversos países, informações oficiais da base de dados FAOSTAT (2017) apontam que em 2014, a produção mundial de morango ficou concentrada na Ásia, com cerca de 48% da produção mundial, seguida da América com (26 %), Europa (20 %), África (5,5 %) e Oceania com apenas 0,5 %. Contudo, os países que mais se destacam no cultivo do morangueiro são os Estados Unidos, a Espanha, o Japão, a Itália, a Coreia do Sul e a Polônia (REISSER JÚNIOR et al, 2010). No Brasil, a produção se concentra principalmente nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, com uma produção estimada em 165 mil toneladas (ANTUNES et al., 2020).

O sucesso no cultivo do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) está atrelado a diversos fatores, como o nível de conhecimento tecnológico dos produtores e a escolha das cultivares que serão utilizadas, visto que estas reagem de modo distinto aos diferentes sistemas de manejo, como também às condições de temperatura e fotoperíodo. Estes aspectos são específicos para cada local de cultivo, influenciando principalmente a época de plantio, a produção, o ciclo produtivo e a qualidade das frutas (ANTUNES; PERES, 2013; FAGHERAZZI, 2017).

O principal sistema de cultivo adotado pelos produtores continua sendo o convencional no solo, utilizando *mulching* e túnel baixo com sistema de fertirrigação. Este sistema é viável em propriedades onde é realizada a rotação de culturas, pois esta diminui a incidência de pragas e doenças na cultura. No entanto, com a introdução de cultivares de dias neutros, possibilitando a produção de frutas durante todo o ano, tem-se observado uma expansão no cultivo do morangueiro em sistemas fora do solo, utilizando-se substratos e ambiente protegido (RADIN et al., 2011; ANTUNES et al., 2017).

O Brasil possui uma vasta extensão territorial com uma grande diversidade edafoclimática, existindo poucas cultivares adaptadas a diferentes regiões do País. Desta forma, faz-se necessário incentivar programas nacionais de melhoramento genético, bem como a introdução de novos genótipos de outros países (OLIVEIRA & SCIVITTARO, 2011). A avaliação entre genótipos avançados (seleções), novas cultivares e cultivares já consolidadas nos diferentes sistemas de cultivo é importante para o processo de melhoramento, visto que o desenvolvimento de novos

genótipos busca por produtividade e atributos de qualidade das frutas iguais ou superiores as cultivares utilizadas comercialmente.

Até o momento, os produtores brasileiros estão dependentes das cultivares desenvolvidas pelos programas de melhoramento genético de outros países, principalmente dos Estados Unidos, as quais são introduzidas no Brasil pelas empresas que importam as mudas de viveiros chilenos e argentinos (ANTUNES; PERES, 2013). O desenvolvimento de cultivares nacionais diminuirá a dependência de mudas estrangeiras, menor custo (sem pagamento de *royalties*), além de atender demandas de produtores e consumidores.

Esta pesquisa justifica-se pela importância para a caracterização e avaliação do desempenho agrônômico de seleções avançadas de morangueiro para que, futuramente, se obtenha êxito na geração de novas cultivares. Tendo em vista atender às necessidades dos produtores que irão explorar ao máximo o potencial das cultivares adaptadas às suas condições locais. O presente trabalho tem por objetivo fornecer embasamento técnico-científico referente a avaliação de seleções avançadas de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo na região de Pelotas/RS.

1.1 Objetivos específicos

- Eleger os genótipos de morangueiro que melhor se adaptam a cada um dos sistemas de cultivo (no solo e fora do solo), quanto a características de rendimento e qualidade das frutas.
- Avaliar o desempenho das plantas de diferentes genótipos de morangueiro quanto a caracteres de produção e de qualidade das frutas nas condições edafoclimáticas da região de Pelotas/RS.
- Contribuir no processo de geração de novos genótipos de morangueiro visando o aumento da produção e da qualidade de frutas na região sul do estado do Rio Grande do Sul.

1.2 hipóteses

- A variabilidade genética em morangueiros altera o desempenho agrônômico de diferentes seleções em relação as características de cor, tamanho, sabor e frescor.
- Os genótipos apresentam comportamento produtivo diferencial em relação ao sistema de cultivo adotado.

2 Revisão de literatura

2.1 A cultura do morangueiro

A planta do morangueiro é herbácea, rasteira e perene, podendo ser cultivada tanto como anual, fazendo-se a eliminação após o período produtivo, como também pode ser mantida por diversos ciclos, dependendo das condições fitossanitárias das plantas (VIGNOLO et al., 2016). O caule (coroa) é um rizoma estolhoso, cilíndrico e retorcido, com entrenós curtos. Dependendo de sua idade fisiológica e condições ambientais, como fotoperíodo e temperatura, em suas gemas terminais nascem as folhas compostas, os estolhos ou as inflorescências (RONQUE, 2010).

A fruta do morangueiro possui características que atraem e encantam o consumidor, devido sua a cor, aroma e sabor, além da elevada qualidade nutracêutica. Sua importância social se deve principalmente por mobilizar um número significativo de produtores, das mais variadas escalas produtivas, gerando renda (MADAIL, 2016). A principal característica dos produtores que exploram a cultura é a comercialização em cadeias curtas, geralmente comercializando a fruta em mercados locais e feiras.

O aumento na demanda pela fruta não apenas incentivou a ampliação das áreas produtivas como também as técnicas de produção e qualidade do produto oferecido ao consumidor. Sistemas produtivos que demandem menor utilização de defensivos, cultivares resistentes às principais doenças e com maior período pós-colheita são questões chaves para manter a competitividade da cadeia produtiva do morangueiro (MADAIL, 2016).

No Brasil são produzidas em torno de 165.000 toneladas da fruta em uma área de 4.500 ha, resultando em uma produtividade média de 30 t ha⁻¹, sendo os estados

de Minas Gerais (MG), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS) e São Paulo (SP) os principais produtores, contribuindo com cerca de 75% da produção nacional de morangos (ANTUNES et al. 2020). Estes mesmos autores estimam um crescimento anual de 4 a 6% na área produtiva, com a adoção de novos sistemas de produção, que diminuem a carga de trabalho do produtor, além de genótipos de dias neutros, que ampliam o período produtivo.

2.2 Sistemas de cultivo

A cultura do morangueiro pode ser conduzida em diferentes sistemas, dentre eles, o principal é o cultivo convencional no solo; sistema de cultivo fora do solo, também conhecido como semi-hidropônico, com a utilização de substratos; hidropônico em sistema NFT (Nutrient Film Technique) e NGS (New Growing System), estes sendo os menos utilizados, uma vez que, demandam elevado investimento inicial para a sua implantação e aporte tecnológico (CALVETE et al., 2016).

Dentre os sistemas de cultivo, o convencional no solo ainda é o predominante. Este sistema se caracteriza pela utilização de canteiros elevados, com ou sem *mulching*, e a utilização de túneis baixos ou altos. No sistema convencional no solo, a utilização do *mulching*, de diferentes cores, é a prática mais comumente utilizada, sua principal função é controlar plantas invasoras e evitar a perda de água por evaporação, além de proteger o solo de modificações físicas, mantendo a porosidade desde o preparo dos canteiros até o final do ciclo, melhorando o desenvolvimento do sistema radicular (REISSER JUNIOR; VIGNOLO, 2016).

No estado do Rio Grande do Sul, este sistema é amplamente utilizado no plantio de cultivares de dias curtos, visto que, as mesmas produzem por um período de tempo menor do que as cultivares de dias neutros. O que permite ao produtor realizar a rotação de cultura, além de poder utilizar os canteiros para a implantação de outra cultura com reaproveitamento do *mulching* e sistema de irrigação (PICOLOTTO et al., 2016).

Para a proteção da cultura neste sistema, utiliza-se o túnel baixo (mais utilizado) ou o túnel alto, geralmente de plástico transparente, composto principalmente de polietileno de baixa densidade (PEBD). Os túneis baixos são estruturas com altura e largura em torno de um metro, e sua principal função é

proteger a cultura das intempéries climáticas como chuva, vento, granizo e geada (REISSER JUNIOR; VIGNOLO, 2016).

Outro fator relevante no sistema produtivo convencional, é o custo inicial para a implantação do mesmo. Segundo Antunes et al. (2020), o sistema de produção convencional tem investimento inicial em torno de R\$ 90 mil/ha, já sistema de produção fora de solo os valores podem se aproximar de R\$ 300 mil/ha. Desta forma, a escolha do sistema produtivo deve levar em conta o mercado no qual o produtor está inserido, sendo necessário realizar uma análise prévia antes da tomada de decisão.

No entanto, o sistema de cultivo fora do solo vem ganhando espaço entre os produtores da fruta. De acordo com Carvalho et al., (2013) e Fagherazzi et al., (2017), no estado do RS, 45% dos cultivos de morangueiro já são em cultivo em substrato em sistemas suspensos. Segundo Calvete et al., (2016) são inúmeras as vantagens deste sistema produtivo, como alta produtividade, melhor controle do crescimento das plantas, melhor qualidade na produção, controle da nutrição, facilidade no manejo de pragas e doenças, praticidade na colheita, otimizando a utilização de mão de obra.

Este sistema produtivo se baseia em introduzir todos os métodos necessários para se produzir a cultura fora de seu ambiente natural, o solo. Dentro dos sistemas de cultivo sem solo, a classificação depende do meio onde se desenvolvem as raízes, sendo eles: cultivo em substrato, quando as raízes estão envoltas por substrato que imita as condições do solo; cultivo em água, o sistema radicular da planta fica em contato direto com a água e os nutrientes; e cultivo aeropônico, onde as raízes são pulverizadas com a solução nutritiva, sendo que estas ficam expostas ao ar (CALVETE et al. 2016).

A utilização de sistemas de cultivo fora do solo na cultura do morangueiro vem crescendo anualmente, principalmente no estado do RS, visto que na região da Serra Gaúcha já é um sistema consolidado para a cultura (GONÇALVES et al., 2016 e DIEHL et al., 2018). Na região sul do Estado (Pelotas e região) esta modalidade de cultivo ainda é bastante recente, porém, a adoção deste sistema vem ganhando espaço entre os produtores da fruta (GONÇALVES et al., 2016).

No sistema produtivo fora do solo, a irrigação pode ser descrita de duas formas, sistema fechado e sistema aberto. No sistema fechado, a solução nutritiva excedente (lixiviada) do substrato é recolhida e volta para o reservatório, sendo reutilizada posteriormente. Neste caso, no momento da implantação das estruturas, deve-se

implementar um sistema que permita o retorno da solução nutritiva excedente, além do sistema de irrigação utilizado para o fornecimento da solução nutritiva (MIRANDA et al., 2014, GONÇALVES et al., 2016).

Já no sistema aberto, o excedente da solução nutritiva ou água fornecida às plantas é perdido, sendo na maioria das vezes, descartado no solo, abaixo do sistema produtivo. Este sistema é o mais utilizado pelos produtores da fruta, pois a praticidade em se controlar a solução nutritiva oferecida as plantas é facilitado, além de existir um pacote tecnológico bem definido, onde já ocorre a indicação do substrato, estrutura, cultivar e nutrição a ser utilizada (GONÇALVES et al., 2016).

Todos os avanços nos sistemas de produção do morangueiro estão atrelados a tecnologia do cultivo protegido, uma vez que está viabilizou a ampliação do cultivo fora do solo. Isto se deve pela simplicidade e o custo atrativo para implantação destas estruturas, já que estas podem variar quanto ao modelo e aos materiais utilizados para a construção (madeira, aço galvanizado, entre outros). A estrutura mais utilizada neste sistema produtivo é a do tipo “guarda-chuva”, onde é mantida apenas a cobertura plástica na parte superior da mesma, permitindo uma melhor circulação de ar no interior da estrutura, evitando a elevação da temperatura ambiente e danos a estrutura em função de ventos (ILHA, 2013, REISSER JUNIOR; VIGNOLO, 2016, GONÇALVES et al., 2016).

Para o sucesso no cultivo do morangueiro nas condições climáticas da região sul do Brasil, a utilização da plasticultura se mostrou um importante aliado para a obtenção de resultados. Visto a ocorrência de elevada pluviosidade e o surgimento de doenças que o excesso de umidade pode acarretar. Outro fator importante para o cultivo é a formação de um microclima favorável a implantação da cultura, sendo que a utilização da cobertura plástica tende a acelerar o crescimento, melhorar a qualidade dos produtos e aumentar o período de produção, principalmente pela utilização de cultivares de dias neutros (SORIA et al., 2009; REISSER JUNIOR; VIGNOLO, 2016).

2.3 Interação genótipo ambiente

O morangueiro é uma espécie frutífera de clima temperado com ampla distribuição geográfica, sendo encontrada desde o nível do mar até 3.500 metros de altitude e sob temperaturas que podem variar de -10 °C até regiões de clima tropical, apresentando grande adaptabilidade (DARROW, 1966; HANCOCK, 1999). Apesar

disto, quando uma cultivar é selecionada em determinada região fisiográfica e implantada em outra, esta pode não obter o mesmo desempenho produtivo obtido no local de origem (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

As respostas do morangueiro nas diferentes regiões onde é cultivado dependem de sua interação com o ambiente. Os principais fatores climáticos que interferem na cultura do morangueiro são o fotoperíodo, temperatura e a interação entre estes (SONSTEBY; HEIDE, 2006). Segundo Heide et al. (2013), o crescimento vegetativo, a iniciação floral e a formação de estolões são sensíveis aos fatores temperatura, fotoperíodo e interação entre eles.

O morangueiro, como na maioria das espécies frutíferas de clima temperado, necessita de repouso vegetativo, para suprir a fase de dormência invernal de suas gemas, em temperaturas abaixo de 7 °C. Antes da planta entrar em dormência, o crescimento vegetativo cessa e há o acúmulo de carboidratos na coroa, raízes, pecíolos e folhas. Estes carboidratos acumulados em diferentes regiões da planta possibilitam maior resistência às condições de frio, diminuindo o ponto de congelamento do suco celular (TAYLOR, 2002). Serçe e Hancock (2005) descrevem que o morangueiro pode suportar temperaturas negativas de até -12 °C, contudo, em condições de geada, as flores podem sofrer danos.

Para que a produção de frutas seja abundante, é importante que a planta supra sua necessidade de horas de frio para a indução floral, sendo diferente para cada genótipo (MARTINS et al., 2009). Ronque (1998) descreve que a exigência de horas de frio para a cultura varia de 380 a 700 horas, com temperatura entre 2 °C e 7 °C e esta pode ser suprida tanto na época de viveiro como também pela conservação em câmaras frias (DUARTE FILHO et al., 1999).

O crescimento vegetativo e a floração do morangueiro são fortemente controlados pela interação temperatura e fotoperíodo, sendo classificados em cultivares de dias curtos, longos ou neutros. As cultivares de dias curtos necessitam de fotoperíodos inferiores a 14 horas diárias e temperaturas abaixo de 18 °C para a indução floral, a qual reduz sob temperaturas abaixo de 12°C e acima de 21°C (HEIDE et al., 2013).

As cultivares de dias neutros tem tendência a florescer continuamente, sendo que a indução floral é regulada pela temperatura. Guttridge (1985) descreve que a diferenciação das gemas vegetativas em gemas floríferas ocorre quando a temperatura ambiente está abaixo de 28 °C. Villagrán et al., (2013) complementa que

a temperatura do solo/substrato também exerce influência sobre a diferenciação floral, sendo que esta deve ser superior a 12 °C. Sonstebly e Heide (2007) descrevem que estas cultivares paralisam a emissão de flores quando estas são submetidas a longos períodos de temperaturas elevadas (termodormência), porém, baixas temperaturas noturnas podem compensar as altas temperaturas diárias e vice-versa.

A elevação constante da temperatura durante a transição da primavera para o verão proporciona a condição favorável para a passagem do ciclo produtivo para o vegetativo, sendo caracterizada pela emissão de estolões. A temperatura elevada e constante permite que a planta se mantenha vegetando, produzindo estolões de forma contínua e diminuindo a emissão de flores e conseqüentemente frutas (GONÇALVES et al., 2016).

Nas condições de inverno, a utilização de *mulching* sobre o solo pode atenuar o efeito das baixas temperaturas, pois o mesmo eleva a temperatura do solo através da absorção da radiação solar (REISSER JUNIOR; VIGNOLO, 2016). Outro fator importante é a utilização do cultivo protegido, podendo ser tuneis baixos, altos ou casas de vegetação (estufa agrícola), visto que estes visam controlar as condições climáticas no seu interior mantendo uma zona de conforto térmico para as plantas (SINGH et al., 2008).

Atualmente, as cultivares de morangueiro são subdivididas em dois grandes grupos, dependendo de sua resposta ao fotoperíodo, sendo elas de dias curtos (DC), dias neutro (DN). A percepção luminosa das plantas de morangueiro é realizada, principalmente, pelo fitocromo, fototropinas e criptocromos, os quais são os principais fotorreceptores de luminosidade e são responsáveis pela indução ao florescimento ou ao período vegetativo. Estes pigmentos captam os sinais ambientais em que a planta está exposta e transmitem ao meristema apical, desencadeando a resposta da planta (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A floração e frutificação do morangueiro é resultado de uma sequência de processos fisiológicos que ocorrem na planta, sendo eles indução, iniciação, diferenciação e antese da flor (DUARTE FILHO et al., 1999; VERDIAL, 2004). Para estes mesmos autores, tais processos são dependentes dos fatores ambientais, hormonais e genéticos.

Para as cultivares de dias curtos, fotoperíodos entre 8 e 11 horas são necessários para a indução floral, sendo que estas condições ocorrem normalmente no final do verão outono e inverno. A indução floral em cultivares DC é um processo

fisiológico com controle facultativo, e suas respostas são dependentes da interação com a temperatura, ocorrendo a indução floral nas condições de dias curtos e temperatura menores que 15 °C e abaixo destas temperaturas, podem formar gemas florais independentes do fotoperíodo (HEIDE et al., 2013).

As cultivares de dias neutros florescem de forma contínua, independente do fotoperíodo, sendo amplamente reconhecidas como cultivares insensíveis ao fotoperíodo (SERÇE; HANCOCK, 2005). A temperatura também pode modificar a resposta ao fotoperíodo nas cultivares DN, mas sendo menos sensíveis a altas temperaturas em comparação com as cultivares DC (LARSON, 1994). Taylor (2002) descreve que a multiplicidade nas respostas do florescimento das cultivares DN se devem a natureza octaplóide dos genótipos de morangueiro cultivado.

A complexidade da interação genótipo ambiente na expressão da repetição das florações (remontância) das cultivares DN tem se mostrado difícil de decifrar, e segundo Bradford et al. (2010), existem relatos contrastantes quanto ao modo de herança desta característica, podendo ser controlada por um único gene dominante, genes dominantes complementares ou é herdada quantitativamente. A temperatura desempenha um papel importante na determinação da repetição da floração no morangueiro, e a classificação dos genótipos somente em classes fotoperiódicas descreve de forma inadequada a influência ambiental sobre esta característica (BRADFORD et al., 2010; HEIDE et al., 2013).

Considerando a importância da cultura para o país, e, visando aumentar ainda mais a rentabilidade, diminuição de custos de produção e menor dependência de genótipos importados, faz-se necessário desenvolver cultivares que sejam adaptados às condições climáticas das regiões de cultivo. Entretanto, para que se possa recomendar cultivares de forma mais eficiente, é necessário atenuar o efeito da interação genótipo/ambiente, selecionando genótipos com maior adaptação e estabilidade nas diferentes condições edafoclimáticas (NICK; BORÉM, 2016).

2.4 Melhoramento genético

As primeiras atividades de melhoramento genético do morangueiro datam do início do século XIX, no Reino Unido, onde Michael Keens e Andrew Knight lançaram as primeiras cultivares comerciais em 1821, expandindo-se posteriormente para a França, Alemanha e Estados Unidos (FAEDI; BARUZZI, 2016). Estes mesmos

autores descrevem que o número de cultivares aumentou gradativamente a partir dos anos de 1990, estabilizando-se a partir do ano 2000, com o lançamento de 40 a 50 novas cultivares anualmente.

O melhoramento genético do morangueiro no Brasil teve início na década de 40, pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e posteriormente, em 1950, pela Estação Experimental de Pelotas, hoje Embrapa Clima Temperado. Inicialmente, estes programas utilizaram material genético obtido na importação de mudas e aquênios de programas de melhoramento genético nos Estados Unidos. Os programas brasileiros de melhoramento genéticos foram decisivos para o aumento da produtividade e expansão da cultura no País, com a introdução das cultivares Campinas (IAC 2712), Guarani (IAC 5074), Monte Alegre (IAC 3113) e Princesa Isabel (IAC 5277), do Instituto Agronômico de Campinas e as cultivares Santa Clara, Konvoy-Cascata e Vila Nova da Embrapa (ZEIST; RESENDE, 2019).

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA (2020) existem 57 cultivares de morangueiro contidas no Registro Nacional de Cultivares – RNC, número considerado pequeno em razão da diversidade edafoclimática existente no País. O pequeno número de cultivares disponíveis tem sido um dos principais obstáculos ao desenvolvimento da cultura do morangueiro, demonstrando a importância de se incentivar os programas nacionais de melhoramento genético.

Atualmente, no Brasil, existem três programas de melhoramento genético da cultura do morangueiro, os quais visam desenvolver e avaliar genótipos que possam se adaptar as diferentes condições edafoclimáticas do País. Dentre eles pode-se destacar o programa de melhoramento localizado na UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina), a qual trabalha em parceria com a instituição italiana Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e L'analisi Dell'economia Agraria – Unità di ricerca per la frutticoltura (CREA-FRF) (FAGHERAZZI, 2017).

Os genótipos são produzidos na Itália e introduzidos através de um acordo, entre estas instituições, para a experimentação e difusão das seleções de morangueiro italianas no Brasil. Jônica, Pircinque e Nora são algumas das cultivares introduzidas recentemente por estas instituições, além de uma variada quantidade de seleções avançadas que seguem sendo avaliadas, apresentando bons resultados (FAGHERAZZI, 2017).

A Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO) em cooperação interinstitucional com a Universidade Federal de Lavras UFLA – MG, retomaram a identificação e seleção de genótipos através de cruzamentos entre genótipos superiores (cultivares) de morangueiro e a avaliação dos mesmos nas condições edafoclimáticas dos dois Estados (PR e MG) (BART et al., 2019). A Universidade Estadual de Londrina (UEL – PR) e a Universidade do Oeste Paulista (Unoeste) iniciaram, no ano de 2019, o desenvolvimento de novos genótipos de morangueiro (ZEIST; REZENDE, 2019).

O programa de melhoramento genético da cultura do morangueiro da Embrapa Clima Temperado, localizada em Pelotas/RS, trabalha com o cruzamento de genótipos de elite (cultivares e seleções avançadas) para a obtenção e avaliação de seleções. Segundo Marchi et al., (2015), o banco ativo de germoplasma da Embrapa conserva 38 acessos do Gênero *Fragaria*, sendo em sua grande maioria *Fragaria x ananassa* e um acesso de *Fragaria virginiana*. Estes genótipos são utilizados para a disponibilizar variabilidade genética das características de interesse ao programa de melhoramento genético da instituição.

Segundo Antunes et al. (2020), os genótipos desenvolvidos por este programa de melhoramento genético já estão em fase de avaliação nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, em parceria com prefeituras municipais, secretarias da agricultura, associações de produtores de morangos e iniciativa privada. Estas avaliações realizadas em diferentes locais e por mais de um ciclo são as etapas finais do processo de geração de uma nova cultivar, visando avaliar a adaptação da mesma em diferentes condições edafoclimáticas (CHANDLER et al., 2012; ZAWADNEAK et al., 2013; ZEIST; REZENDE, 2019).

Atualmente, são conhecidas 24 espécies de morangueiro e destas, doze são diploides ($2n=2x=14$), cinco tetraploides ($2n=4x=28$), uma hexaplóide ($2n=6x=42$), duas octaplóides ($2n=8x=56$), uma decaplóide e três espécies híbridas (NJGUNA, 2010). A elevada variabilidade disponível no germoplasma da cultura do morangueiro que pode ser utilizada em programas de melhoramento é considerável. Estes recursos genéticos são cruciais para as atividades de reprodução, sendo agora integradas a novos conhecimentos e tecnologias genômicas e moleculares (MEZZETTI et al., 2018).

Para o sucesso de um programa de melhoramento genético do morangueiro, este é dependente de uma série de fatores, sendo que a definição dos objetivos e as

metas a serem alcançadas são fundamentais para a economia de tempo e recursos. No geral, os programas de melhoramento da cultura devem atender as demandas de toda a cadeia produtiva, desde agricultores até consumidores. O desenvolvimento de novos genótipos de morangueiro com alto desempenho agrônômico e com qualidade nutricional das frutas é um processo trabalhoso e complexo (MEZZETI et al., 2018).

Dentro deste processo de melhoramento genético alguns critérios devem ser observados para a aceitação dos novos genótipos no mercado, e segundo Diamanti et al., 2011 e Mezzeti et al., 2018 são: 1) a produtividade deve ser mantida ou aumentada para a aceitação do agricultor; 2) aumento da tolerância/resistência da planta a patógenos para reduzir a utilização de defensivos; 3) adaptabilidade da planta as condições do local de cultivo (Solo e clima) e sistema de produção (convencional, ambiente protegido, fora do solo); 4) arquitetura da planta que facilite a colheita (frutas fora da copa da planta) e frutas maiores (flores primárias); 5) aumento do período de produção (cultivares de dias neutros), permitindo a produção durante o ano todo; 6) melhorar a aceitação sensorial da fruta (elevados teores de sólidos solúveis e compostos aromáticos); 7) frutas grandes (acima de 30 g) e com formato uniforme, reduzindo o tempo e o custo da colheita; 8) elevada firmeza de fruta, reduzindo os danos durante colheita, transporte e comercialização; 9) melhoria nos aspectos visuais da fruta (cor vermelha predominante); 10) melhorar a qualidade nutricional da fruta, sendo estável nas diferentes condições edafoclimáticas; 11) cultivares que atendam às necessidades dos mercados de frutas frescas e para processamento, apresentando características físico-químicas correspondente a cada segmento; 12) a aceitação do consumidor (sabor e qualidade), com impacto significativo na saúde humana.

Segundo Oliveira e Bonow, (2012) os principais caracteres observados em novos genótipos de morangueiro são: produtividade, vigor, hábito de frutificação, tempo e uniformidade de maturação, resistência ao frio, tolerância à doenças e pragas. Em relação a fruta, os principais caracteres avaliados são: *flavor* (sabor e aroma), tamanho, simetria, formato, firmeza, cor (polpa e epiderme), brilho, separação do cálice, teor de vitaminas, teor de sólidos solúveis, acidez e resistência a podridões.

O desenvolvimento de genótipos brasileiros será muito promissor para o aumento da produção e do consumo. Será importante para a cadeia produtiva do morangueiro, podendo desta forma evitar a dependência de material genético importado, além de diminuir os custos iniciais de implantação.

3 Projeto de pesquisa

3.1 Título

Avaliação de genótipos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo.

3.2 Equipe

- Eloi Evandro Delazeri, Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, bolsista CAPES, FAEM/UFPel
- Luís Eduardo Corrêa Antunes, Pesquisador Orientador, Dr. Embrapa Clima Temperado/CPACT.
- Flávio Gilberto Herter, Professor, Co-Orientador, Dr. Departamento de Fitotecnia UFPel/FAEM.
- Andressa Vighi Schiavon, Engenheira Agrônoma, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, bolsista CNPq, FAEM/UFPel
- Tais Barbosa Becker, Engenheira Agrônoma, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, bolsista CAPES, FAEM/UFPel.
- Rufino Fernando Flores Cantillano, Pesquisador Dr. Embrapa Clima Temperado/CPACT.
- Sandro Bonow, Pesquisador Dr. Embrapa Clima Temperado/CPACT, líder do programa de melhoramento genético de morangueiro.

3.3 Instituição

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado

3.4 Justificativa

Dentre o grupo denominado pequenas frutas (morango, mirtilo, framboesa, amora e fisális), destaca-se o morango como a fruta mais produzida e consumida no mundo. É uma cultura de grande importância em diversos países, sendo os principais países produtores a China, Estados Unidos, Espanha, Turquia, México, Japão e Coreia (FAO, 2014; ANTUNES et al 2015). Estima-se que, no Brasil, a produção de morango no ano de 2013 foi de aproximadamente 150 mil toneladas em uma área cultivada de 4.200 hectares. Os principais estados produtores são Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul, respectivamente (ANTUNES et al., 2014).

No estado do Rio Grande do Sul, a produção ocorre em três regiões, Vale do Caí, Serra Gaúcha e Região Sul do Estado (Pelotas e região). De modo geral, a cultura tem grande importância socioeconômica pois é desenvolvida principalmente em pequenas propriedades familiares, devido à grande demanda de mão de obra durante o ciclo e pelo alto valor agregado da mesma (HENZ, 2010).

O morango pode ser cultivado de diferentes formas: no solo, com ou sem cobertura plástica, conhecido como “mulching”, em túneis baixos ou em estufas, as quais podem ser fechadas ou abertas, e no sistema hidropônico, com ou sem substrato. O sistema hidropônico conduzido em substrato é conhecido no país como semi-hidropônico (HOFFMANN; BERNARDI, 2006).

Devido a esta cultura ser suscetível a diversas pragas e doenças e ao longo de seu ciclo demandar muita mão de obra para realização dos tratamentos culturais, vem ocorrendo um incremento no cultivo do morangueiro em sistemas fora do solo, utilizando-se diferentes substratos e ambiente protegido, especialmente no Rio Grande do Sul, onde esta modalidade de cultivo vem substituindo gradativamente o cultivo tradicional no solo (RADIN et al., 2011).

O cultivo do morangueiro passou a ter importância econômica no Brasil a partir do século XX, nos Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. Neste período, praticamente todas as cultivares eram provenientes dos Estados Unidos e da Europa, apresentando baixa adaptabilidade às condições edafoclimáticas destas regiões, além disso, a produtividade e a qualidade da fruta não eram satisfatórias. A partir da década de 1960, surgiram as primeiras cultivares brasileiras desenvolvidas pela Estação Experimental de Pelotas (atual Embrapa Clima Temperado) e pelo Instituto

Agrônomo de Campinas (IAC). Essas cultivares apresentavam boa adaptação às condições de solo e clima locais, alta produtividade e boa qualidade da fruta, o que de certa forma permitiu o aumento da produção tornando o morangueiro uma cultura economicamente expressiva nessas regiões (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

O padrão varietal tem mudado muito, sendo que no início deste século a cultivar Dover predominava, por apresentar resistência pós-colheita, favorecendo o transporte das frutas a longas distâncias. Com a introdução de cultivares de melhor qualidade e mais doces, houve alterações nesse padrão. Atualmente, as cultivares Camino Real, Benicia, Camarosa, San Andreas e Albion são as mais cultivadas do Brasil (PASSOS et al., 2015).

O desempenho agrônomo dessas e de outras cultivares de origem importada vem sendo avaliados em diversas pesquisas, como também a sua adaptação as diferentes regiões do país, demonstrando desempenhos diferenciados (GUIMARÃES et al., 2015; PASSOS et al., 2015; SILVA et al., 2015).

Por possuir uma vasta extensão territorial, existe uma grande diversidade edafoclimática no Brasil, existindo poucas cultivares adaptadas as diferentes regiões do país, sendo desta forma necessário incentivar programas nacionais de melhoramento genético e a introdução de novos genótipos de outros países (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2011).

No País existem três programas de melhoramento genético da cultura do morangueiro, os quais visam desenvolver e avaliar genótipos que possam se adaptar as condições edafoclimáticas do Brasil, e com uma melhor qualidade das frutas oferecidos ao mercado. Um desses programas se localiza na UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina), a qual trabalha em parceria com a instituição italiana Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Unità di ricerca per la frutticoltura (CREA-FRF).

As seleções produzidas por esta instituição são introduzidas no Brasil através da UDESC, por meio do "Acordo para a experimentação e difusão do material genético de morango italiano no Brasil". A UFLA-MG, em parceria com a UNICENTRO do Paraná, desenvolve atividades de melhoramento de morangueiro. Outro programa de melhoramento genético do morangueiro se encontra na Embrapa Clima Temperado, localizada em Pelotas/RS, a qual trabalha com o cruzamento de genótipos superiores (cultivares) para a obtenção de seleções.

Alguns fatores estão atrelados ao sucesso no cultivo do morangueiro, como o nível de conhecimento tecnológico dos produtores, e principalmente à escolha das cultivares que serão utilizadas, sendo elas adaptadas a região onde serão introduzidas ou não, visto que estas reagem de modo distinto aos diferentes sistemas de manejo e condições climáticas (ANTUNES; PERES, 2013).

Desta forma, é importante e estratégico para o Brasil conhecer o desempenho agrônomico de diferentes seleções de morangueiro do programa de melhoramento genético da Embrapa, relacionados aos aspectos de adaptação, produtivos da planta e qualitativo da fruta, visando a identificação de materiais com potencial comercial e para que estes possam se tornar uma alternativa aos produtores nacionais.

3.5 Hipóteses

Neste projeto são assumidas as seguintes hipóteses:

- A produção e qualidade de morangos é influenciada pelo sistema de cultivo utilizado.
- A variabilidade genética em morangueiros altera o desempenho agrônomico de diferentes seleções em relação as características de cor, tamanho, sabor e frescor.
- O manejo adequado de cultivo de determinadas de seleções avançadas pode potencializar o retorno econômico aos produtores.

3.5.1 Objetivo geral

Avaliar aspectos produtivos/agrônomicos e de qualidade de frutas de seleções avançadas do programa de melhoramento genético do morangueiro da Embrapa Clima Temperado, em diferentes sistemas de cultivo.

3.5.2 Objetivos específicos

- Eleger os genótipos de morangueiro que melhor se adaptam aos sistemas de cultivo no solo e fora do solo, testados em função da produtividade e qualidade das frutas.

- Avaliar o desempenho produtivo das plantas e qualitativo das frutas de genótipos de morangueiro e destacar as que se adaptam às condições edafoclimáticas da região.
- Contribuir para o aumento da produção e da qualidade de morangos na região sul do estado do Rio Grande do Sul.

3.6 Material e métodos

3.6.1 Local dos experimentos

O presente estudo foi composto por três experimentos: o primeiro, conduzido a campo, no sistema de cultivo convencional com *mulching* e tuneis baixos no período de maio de 2018 a dezembro de 2018 na propriedade do agricultor Délcio Bonemann, localizada na Linha Gama, no município de Pelotas, RS. O segundo experimento foi conduzido em casa de vegetação em cultivo sem solo, durante o período de junho de 2018 a dezembro de 2019, nas dependências da Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, RS, cuja localização geográfica é de: 31°40' S e 52°26' W; 60 m de altitude. E o terceiro, foi conduzido a campo, no sistema de cultivo convencional com *mulching* e tuneis baixos no período de maio de 2019 a dezembro de 2019 na propriedade do agricultor Délcio Bonemann localizada no município de Pelotas, RS.

3.6.2 Descrição dos experimentos

2.6.2.1 Experimento 1: Avaliação de genótipos de morangueiro em sistema convencional de plantio no solo com túneis baixos.

O experimento foi conduzido em cultivo convencional no solo com cobertura plástica (*mulching*) e túneis baixos, na propriedade rural pertencente ao agricultor Délcio Bonemann, localizada no interior de Pelotas-RS. Foram utilizadas mudas das cultivares Merced e Camino Real de origem chilena (mudas de raízes nuas) e 8 genótipos oriundos do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado (mudas *plug-plant* não vernalizadas).

O experimento foi realizado em cultivo convencional no solo em canteiros cobertos por *mulching* de filme de polietileno cinza, sobre os quais foram instalados túneis baixos, com plástico transparente de baixa densidade. A adubação de base foi

feita de acordo com a interpretação da análise de solo da área de plantio. A irrigação utilizada foi por gotejamento, com duas linhas de gotejo por canteiro, sendo também utilizado para o fornecimento da adubação de cobertura.

O plantio das mudas ocorreu no mês de maio de 2018, e foi mantido até dezembro de 2018. Os parâmetros que foram avaliados são descritos abaixo:

3.6.2.1.1 Desenvolvimento das plantas

- **Sobrevivência:** Através da contagem de plantas mortas após o transplante para o campo, sendo realizada mensalmente.
- **Início da floração:** Será determinada em todas as plantas de cada parcela, considerada quando 50% das plantas estiverem com pelo menos uma flor aberta;
- **Pleno florescimento:** Considerado quando todas as plantas da parcela estiverem com, pelo menos, uma flor aberta;
- **Início da produção:** Será considerada quando 50% das plantas em cada parcela estiverem com pelo menos uma fruta completamente madura;
- **Precocidade:** Definida como o número de dias transcorridos desde o plantio até o início da colheita, para cada tratamento;
- **Emissão de estolões:** Durante todo o ciclo, serão contados todos os estolões emitidos pelas plantas e posteriormente colocados em estufa a 65°C para avaliação de massa seca dos estolões;
- **Massa seca de folhas:** mensalmente serão retiradas folhas secas e doentes e colocadas em sacos de papel devidamente identificado, sendo posteriormente levados para estufa a 65°C.

3.6.2.1.2 Produção de frutas

As frutas foram colhidas quando estavam com mais de 75% da epiderme vermelha. Imediatamente após a colheita, foram contadas e pesadas em balança digital. A massa média de fruta em cada parcela será obtida através do quociente entre a massa e o número de frutas obtidas em cada colheita. Serão consideradas para contagem e pesagem apenas as frutas comercializáveis, ou seja, frutas com mais de 6 g e sem deformações. Serão avaliados os seguintes parâmetros de produção:

- Número de frutas comercializáveis por planta;

- Massa fresca de frutas comercializáveis por planta;
- Massa média de fruta comercializável.

3.6.2.1.3 Qualidade das frutas

Serão coletadas 10 frutas de cada repetição, ou seja, 40 frutas por tratamento e levadas ao laboratório de análises químicas, onde serão feitas as seguintes determinações de qualidade:

- **Sólidos solúveis (SS):** determinado por refratometria, através de refratômetro digital portátil de bancada, com correção da temperatura e os resultados expressos em °Brix;
- **Acidez titulável (AT):** determinada através da titulação potenciométrica com NaOH 0,1N até pH 8,1 de 10 g da amostra triturada em 90 ml água destilada. Os resultados serão expressos em % de ácido cítrico;
- **Relação entre sólidos solúveis e acidez total (SS/AT):** parâmetro conhecido como índice de maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005);
- **Tamanho de fruta:** serão avaliadas a largura e o comprimento das frutas;
- **Coloração da epiderme das frutas:** será medida com auxílio do colorímetro eletrônico (Minolta 300), com fonte de luz D65, com abertura de 8mm de diâmetro, calibrado segundo orientação do fabricante. Este aparelho efetua a leitura da cor em escala tridimensional $L^* a^* b^*$ ou CIELAB, onde os valores de L^* correspondem à luminosidade ou claridade e variam de 100 (branco) a zero (preto). As coordenadas a^* e b^* indicam a direção da cor: $-a^*$ é a direção do verde e $+a^*$ a direção do vermelho; $-b^*$ é a direção do azul e $+b^*$ a direção do amarelo. A partir destes valores, serão calculados os valores da tonalidade da cor (ângulo h°), expressos em graus pela fórmula $h^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$. O ângulo h° é definido como iniciando no eixo $+a^*$ e é expresso em graus, sendo que 0° corresponde a $+a^*$ (vermelha), 90° corresponde a $+b^*$ (amarela), 180° corresponde a $-a^*$ (verde) e 270° corresponde a $-b^*$ (azul).

3.6.2.1.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos (genótipos) e 4 repetições, em um total de 40 unidades experimentais, sendo que cada

unidade experimental foi composta por 6 plantas, somando um total de 240 plantas. Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F e, quando significativos, submetidos à comparação entre médias, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

3.6.2.2 Experimento 2: Avaliação de genótipos de morangueiro em sistema de produção fora do solo.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente a Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS. Foram utilizadas 5 cultivares de origem importada, sendo elas: Merced, Camino Real e Benicia de origem chilena e Albion e San Andreas de procedência argentina, além de dois genótipos oriundos do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado (Seleções 2015-35-25 e 2015-32-5). As mudas foram implantadas em vasos com capacidade para 8 litros, os quais foram preenchidos com substrato inerte (casca de arroz carbonizada), em cada vaso foram acondicionadas duas mudas de morangueiro. O fornecimento de nutrientes foi feito através de fitas gotejadoras, diretamente sobre o substrato, com espaçamento de 30 cm entre os bicos gotejadores. O sistema de fertirrigação utilizado foi o fechado, reaproveitando a solução após esta passar pelo substrato. A solução nutritiva utilizada é de origem comercial da empresa Samo.

O plantio das mudas ocorreu no mês de junho de 2018 e mantidas até o mês de dezembro de 2019. Os parâmetros avaliados no experimento são descritos abaixo:

3.6.2.2.1 Desenvolvimento das plantas

As avaliações de desenvolvimento das plantas serão as mesmas descritas no experimento 1.

3.6.2.2.2 Produção de frutas

As avaliações de produção de frutas serão as mesmas descritas no experimento 1.

3.6.2.2.3 Qualidade das frutas

As avaliações de qualidade das frutas serão as mesmas descritas no experimento 1.

3.6.2.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados, com 7 tratamentos (genótipos de morangueiro) e 4 repetições. Cada unidade experimental foi composta por 6 plantas, com um total de 168 mudas. Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F e, quando significativos, submetidos à comparação entre médias, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

3.6.2.3 Experimento 3: Avaliação de genótipos avançados de morangueiro em sistema de plantio convencional no solo.

O experimento foi conduzido em cultivo convencional no solo com cobertura plástica (mulching) e túneis baixos, na propriedade rural pertencente ao agricultor Délcio Bonemann, localizada no interior de Pelotas-RS. Foram utilizadas mudas das cultivares Merced e Camino Real de origem chilena e 8 genótipos oriundos do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado.

O experimento foi realizado em cultivo convencional no solo em canteiros cobertos por mulching de filme de polietileno cinza, sobre os quais foram instalados túneis baixos, com plástico transparente de baixa densidade. A adubação de base foi feita de acordo com a interpretação da análise de solo realizada anteriormente na área de plantio. A irrigação utilizada foi por gotejamento com duas linhas de gotejo por canteiro, sendo a mesma utilizada para o fornecimento da adubação de cobertura.

O plantio das mudas ocorreu no mês de maio de 2019, e mantido até dezembro de 2019. Os parâmetros avaliados são descritos abaixo:

3.6.2.3.1 Desenvolvimento das plantas

As avaliações de desenvolvimento das plantas foram as mesmas descritas no experimento 1.

3.6.2.3.2 Produção de frutas

As avaliações de produção de frutas foram as mesmas descritas no experimento 1.

3.6.2.3.3 Qualidade das frutas

As avaliações de qualidade das frutas foram as mesmas descritas no experimento 1.

3.6.2.3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos (genótipos) e 4 repetições, em um total de 40 unidades experimentais, sendo que cada unidade experimental foi composta por 6 plantas, somando um total de 240 plantas. Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F e, quando significativos, submetidos à comparação entre médias, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

3.7 Recursos necessários

3.7.1 Material permanente

Para a implantação do primeiro e terceiro experimento, os equipamentos e material permanente como: trator, pulverizador, lona para a cobertura do solo e túnel baixo foram disponibilizados pelo produtor. Para a implantação do segundo experimento, os materiais permanentes como sistema de irrigação, vasos, caixa d'água, substrato, pulverizador e casa de vegetação foram disponibilizados pela Embrapa Clima Temperado. As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os custos com os materiais necessários para a realização deste experimento.

Tabela 1 – Material de consumo

Descrição	Valor (R\$)
Fertilizantes	1000,00
Material plástico	1300,00
Material hidráulico	1100,00
Material de expediente	900,00
Substrato	450,00
Mudas de morangueiro	550,00
Vasos plásticos	550,00
Timer digital	150,00
Armação para túnel baixo	250,00
Caixa d'água 500 L	500,00
Fitas gotejadoras	150,00
Balança digital	100,00
Subtotal	7000,00

Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Tabela 2 – Outras despesas

Descrição	Valor (R\$)
Inscrições em eventos	650,00
Impressão de banners	300,00
Viagens	1500,00
Diárias	1700,00
Fotocópias	300,00
Subtotal	4450,00

Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Tabela 3 – Custo total

Descrição	Valor (R\$)
Material de consumo	7.000,00
Outras despesas	4.450,00
Total parcial	11.450,00
Imprevistos (10%)	1.145,00
Total final	12.595,00

Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

3.8 Cronograma das atividades

Quadro 1 – Cronograma das atividades desenvolvidas.

Atividades	2018												2019												2020											
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S					
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Elaboração de projeto			X	X	X																															
Instalação do exp. 1			X																																	
Instalação do exp. 2				X																																
Coleta dados exp. 1					X	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X														
Coleta dados exp. 2					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X														
Tabulação de dados						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Elaboração de dissertação																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Defesa de dissertação																															X					

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

3.9 Divulgação prevista

A difusão e transferência de tecnologia deverá ser voltada aos extensionistas, produtores, técnicos da iniciativa privada, como também a alunos de Agronomia através de visitas aos locais dos experimentos e também reuniões técnicas e palestras sobre a cultura.

A divulgação científica dos resultados será realizada na forma de publicação dos artigos em revistas da área, e também em congressos técnicos ligados à área.

Será utilizada também a estratégia de divulgação dos resultados através de publicações da Série Embrapa, como folders, circulares técnicas e boletins de pesquisa para maior alcance do público alvo.

3.10 Referências

- ANTUNES, L.E.C.; PERES, N. Strawberry production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, London, v.13, n.1, 156-161, 2013.
- ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, C.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Morangos do jeito que o consumidor gosta. **Campo & Lavoura**, Anuário HF 2015, n. 1, p.64-72, 2015.
- ANTUNES, L.E.C.; VIGNOLO, G.K.; GONÇALVES, M.A. Morango mostra tendência de crescimento de mercado. In: Campo & Negócios, **Anuário HF** p.54-57, 2014.
- FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. *FAOSTAT: Agricultural Production/strawberry*, 2019. Disponível em: < <http://faostat.fao.org>>. Acessado em: 24 de julho de 2020.
- GUIMARÃES, A. G.; ANDRADE JÚNIOR, V. C. D. E.; ELSAYED, A. Y. A. M.; FERNANDES, J. S. C.; FERREIRA, M. A. M. Productive potential of strawberry cultivars. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 112–120, 2015.
- HENZ, G. P. Desafios enfrentados por agricultores familiares na produção de morango no Distrito Federal, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 260-265, 2010.
- HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico**. Embrapa Uva e Vinho, e. 2, p. 24, 2006.
- OLIVEIRA, A.C.B.; BONOW, S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 268, p.21-26, 2012.
- OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. Desempenho produtivo de cultivares de morangueiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 069-074, 2011.
- PASSOS, F. A.; TRANI, P. E.; CARVALHO, C. R. L. Desempenho agrônômico de genótipos de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 267–271, 2015.
- RADIN, B.; LISBOA, B. B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER, J. C.; MATZENAUER, R.; FERMINO, M. H. Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões edafoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 287-291, 2011.
- SILVA, M. S.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. Desempenho produtivo e qualidade de frutas de morangueiros produzidos no norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 251–256, 2015.

4 Relatório do trabalho de campo

Para o primeiro e segundo experimento, as atividades se iniciaram em 9 de abril de 2018, com o plantio dos estolões retirados de plantas matrizes mantidas em sistema de produção fora do solo. Os estolões foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido (Isopor[®]) com 72 células preenchidas com substrato Carolina Soil[®], sendo adicionada a quantidade de 5 g de fertilizante Osmocote[®] L⁻¹ de substrato. Nesta fase foi utilizado o sistema de irrigação por nebulização intermitente, visando evitar a desidratação das mudas, por um período de 15 dias. Após este período as mudas foram mantidas em bancadas, sob irrigação, pelo período de aproximadamente 30 dias para enraizamento.

Para o plantio a campo, a área onde foi implantado o experimento foi preparada pelo produtor, sendo feita a correção de acidez e de nutrientes com base em análise de solo feita anteriormente (Figura 1). Para fornecimento de irrigação, foram dispostas fitas gotejadoras sobre o canteiro, nas entrelinhas de plantio, bem como a instalação do mulching de cor cinza e do túnel baixo. As mudas foram transplantadas no campo no dia 18 de maio de 2018, sendo realizado o acompanhamento, duas vezes por semana, para as variáveis fenológicas. Durante o período de produção, duas vezes por semana as frutas maduras (100% da epiderme na cor vermelha) eram colhidas e pesadas. A limpeza das plantas e do entorno dos canteiros foi realizada mensalmente.

Figura 1 - Implantação e condução do experimento 1, no ano de 2018. Pelotas, RS, 2020.



Fonte: Autor, 2020.

Durante a condução do experimento, realizaram-se diversas aplicações de acaricida para controle do ácaro rajado (*Tetranychus urticae*), sendo o principal entrave na condução do experimento. A condução e manutenção do experimento ocorreu até o dia 10 de dezembro de 2018, quando percebido o declínio na emissão de flores e frutas da maioria das plantas, estas foram transportadas até as dependências da Embrapa, e posteriormente separadas em coroas e parte aérea e secadas em estufa para avaliação das variáveis massa seca de coroa e massa seca de folhas.

Para a implantação do segundo experimento (Figura 2), foram utilizados baldes com capacidade para oito litros de substrato, sendo este 100% casca de arroz carbonizada. Os baldes foram dispostos em bancada com altura de 1,2 m, espaçados 30 cm para que a fita gotejadora, com espaçamento entre bicos de 30 cm, coincidissem com o centro do vaso. Foi utilizado o sistema fechado de irrigação, onde o excesso de solução nutritiva oferecido as plantas é recolhido e retorna ao depósito de solução, sendo reutilizado dentro do sistema. O experimento foi mantido em casa de vegetação, com tela antiafídica.

Figura 162 - Implantação e condução do experimento 2, nos anos de 2018 e 2019. Pelotas, RS, 2020.



Fonte: Autor, 2020.

As mudas das cultivares de dia curto foram transplantadas no dia 28 de maio de 2018 e as seleções avançadas no dia 6 de junho, já as cultivares de dias neutro foram plantadas no dia 6 de julho de 2018. O plantio intercalado dos diferentes genótipos é devido a não padronização nas datas de entrega das mudas importadas

(cultivares), pois estas variam de ano para ano. Já as seleções, são implantadas quando estas estão totalmente enraizadas, envolvendo todo o torrão com as raízes.

Duas vezes por semana, foram avaliadas as variáveis fenológicas até o início da produção. Durante o período de produção, duas vezes por semana as frutas consideradas maduras foram colhidas e pesadas. O acompanhamento da quantidade de solução nutritiva contida no reservatório, assim como, condutividade elétrica (mantida entre 1,2 e 1,5 dS m⁻¹) e pH (mantido entre 5,5 e 6,5) foram realizados duas vezes na semana, ou quando percebida a necessidade de se completar o reservatório. O controle dos níveis de pH foi realizado com a utilização de ácido sulfúrico para diminuir o pH e hidróxido de sódio para elevar o pH. A limpeza das plantas e do interior da estufa foram realizadas mensalmente.

O experimento foi mantido até dezembro de 2019, e, durante todo o período de acompanhamento, diversas aplicações de acaricida foram necessárias para controle do ácaro rajado (*Tetranychus urticae*), além de contaminação das plantas pela bactéria *Xanthomonas fragariae*. Após a poda de renovação realizada em 17 de março de 2019 houve declínio, debilidade e morte de algumas plantas, comprometendo os dados do segundo ciclo produtivo.

Ao final do experimento, as plantas foram separadas em coroas e parte aérea, sendo secadas em estufa para avaliação das variáveis massa seca de coroa e massa seca de folhas. Estes dados se encontram no Apêndice D, juntamente com os dados produtivos do segundo ciclo. A opção da não utilização dos referidos dados se deve, principalmente a defasagem nas variáveis produtivas (número de frutas planta⁻¹, massa média de frutas, produção planta⁻¹).

O terceiro experimento teve início no dia 23 maio de 2019, com o plantio dos estolões retirados de plantas matrizes. Os estolões foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, com 72 células preenchidas com substrato Carolina Soil®, sendo adicionada a quantidade de 5 g de fertilizante Osmocote® L⁻¹ de substrato. Os estolões recém-plantados foram mantidos em sistema de irrigação por nebulização intermitente, visando evitar a desidratação das mudas, por um período de 15 dias. Após este período as mudas foram mantidas em bancadas, sob irrigação, pelo período aproximado de 30 dias para enraizamento.

Para o plantio a campo (Figura 3), a área do experimento foi preparada pelo produtor, sendo feita a correção de acidez e de nutrientes. Para fornecimento de

irrigação, foram dispostas fitas gotejadoras sobre o canteiro, nas entrelinhas de plantio. A instalação do mulching e do túnel baixo também foi realizada pelo produtor.

As mudas foram transplantadas a campo no dia 18 de maio de 2019, sendo realizado o acompanhamento, duas vezes por semana, para as variáveis fenológicas. Durante o período de produção, duas vezes por semana as frutas consideradas maduras (100% da epiderme na cor vermelha) foram colhidas e pesadas. A limpeza das plantas e o entorno dos canteiros foram realizadas mensalmente.

Figura 3 - Implantação e condução do experimento 3, no ano de 2019. Pelotas, RS, 2020.



Fonte: Autor, 2020.

Durante a execução do trabalho, apenas duas aplicações de acaricida foram necessárias para controle do ácaro rajado (*Tetranychus urticae*). O experimento foi finalizado no dia 18/12/2019, fazendo-se a coleta das plantas para posterior avaliação de massa seca de coroas, número de coroas por planta e massa seca de folhas. Durante as observações do comportamento das seleções, houve a eliminação de três tratamentos, pelos seguintes motivos: excesso de crescimento vegetativo, frutas com baixo calibre, estolonamento precoce, frutas esbranquiçadas e aquênios fora do pseudofruto, sendo um material com baixíssima viabilidade comercial. O formato das frutas, cor de epiderme e polpa são apresentados no Apêndice E.

Ao final do experimento, as plantas foram transportadas até as dependências da Embrapa, onde foi realizada a separação em coroas e parte aérea, sendo secadas em estufa para avaliação das variáveis massa seca de coroa e massa seca de folhas.

5 Artigos desenvolvidos

5.1 Artigo 1

Avaliação de seleções avançadas de morangueiro em sistema de cultivo convencional.

Evaluation of advanced strawberry selections in conventional cultivation system.

Evaluación de selecciones avanzadas de fresa en sistema de cultivo convencional.

Eloi Evandro Delazeri

Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

E-mail: eloidelazeri@gmail.com, <http://lattes.cnpq.br/7335541124346879>

Andressa Vighi Schiavon

Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

E-mail: andressa.vighi@gmail.com, <http://lattes.cnpq.br/5854009593404156>

Tais Barbosa Becker

Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

E-mail: taisbarbosabecker@hotmail.com, <http://lattes.cnpq.br/6165619516940724>

Rufino Fernando Flores Cantillano

Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS

E-mail: fernando.cantillano@embrapa.br, <http://lattes.cnpq.br/4134501170100674>

Sandro Bonow

Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS

E-mail: sandro.bonow@embrapa.br, <http://lattes.cnpq.br/4456404365745881>

Luís Eduardo Correa Antunes

Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS

E-mail: luis.antunes@embrapa.br, <http://lattes.cnpq.br/8683376495079788>

Flávio Gilberto Herter

Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

E-mail: flavioherter@gmail.com, <http://lattes.cnpq.br/7773937279598687>

Resumo

A cultura do morangueiro, dentro do grupo das pequenas frutas, se destaca no cenário nacional, porém, maior parte da produção é baseada em cultivares estrangeiras, tornando o setor produtivo dependente de genótipos de outros países. O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros produtivos e qualitativos de oito seleções avançadas do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado (2015-7-7, 2015-8-1, 2015-8-2, 2015-32-2, 2015-31-13, 2015-35-22, 2015-35-25 e 2015-65-2) e duas cultivares (Merced e Camino Real). O experimento foi conduzido em propriedade rural, no município de Pelotas/RS, sob delineamento de blocos casualizados, com dez tratamentos, seis plantas por parcela e quatro repetições, totalizando 240 plantas. As plantas foram cultivadas em sistema convencional, com fertirrigação e tuneis baixos. As variáveis analisadas foram: fenologia, quantitativo e qualitativo de frutas, massa seca de folhas; número de coroas planta⁻¹; peso médio de coroas; número de estolões planta⁻¹. As seleções avançadas demonstraram maior precocidade para início e plena floração e maturação. A cultivar Camino Real destaca-se pelo maior número de frutas e maior produção por planta e a seleção 2015-35-25 apresentou a maior massa média de frutas. As seleções 2015-7-5, 2015-35-22 e 2015-65-2 produziram as frutas com maior teor de sólidos solúveis. A seleção 2015-31-13 produz as frutas com maior acidez. Para os valores de Ratio, as seleções 2015-31-13 e 2015-8-2 não obtiveram resultados satisfatórios. A cultivar Camino Real apresenta a maior massa seca de folhas e massa média de coroas. As cultivares Camino Real e Merced apresentam maiores valores de °Hue e mais intensas (L*).

Palavras chave: *Fragaria x ananassa*; melhoramento genético; produção; qualidade.

Abstract

The strawberry culture is, within the group of small fruits, the one that stands out the most in the national scenario, however, most of the national production is based on foreign cultivars, making the productive sector dependent on breeding programs from other countries. The present work aimed to evaluate the productive and qualitative parameters of fruits of eight advanced selections of the genetic improvement program of Embrapa Temperate Climate strawberry, in addition to the cultivar Merced, recently introduced in the Brazilian market and the cultivar Camino Real. The experiment was conducted on a rural property located in the municipality of Pelotas / RS. The design used was randomized blocks, with ten treatments (genotypes), six plants per plot, with four replications, totaling 240 plants. The plants were grown in a conventional system in the soil, with fertigation and low tunnels. The variables analyzed were: beginning of flowering and fruiting; full bloom and maturation; number of fruits plant⁻¹; average fruit mass; production plant⁻¹; soluble solids; total titratable acidity; pH of fruits; SS/ATT (Ratio); dry leaf mass; number of crowns plant⁻¹; average crown weight; number of runners plant⁻¹; luminosity (L *); chroma and °Hue angle. The advanced selections showed earlier precocity and full flowering and maturation. The cultivar Camino Real stands out for the largest number of fruits and the highest production, the 2015-35-25 selection presented the highest average fruit mass. The selections 2015-7-5, 2015-35-22 and 2015-65-2 produced the fruits with the highest content of soluble solids. The 2015-31-13 selection produces fruits with greater acidity. For the Ratio values, only the selections 2015-31-13 and 2015-8-2 did not obtain satisfactory results. The cultivar Camino Real has the highest values of

dry leaf mass and average crown mass. The cultivars Camino Real and Merced feature a greater tendency to red color ($^{\circ}$ Hue), and more intense (L^*).

Key words: *Fragaria x ananassa*; genetic improvement; production; quality.

Resumen

El cultivo de la fresa, dentro del grupo de frutos pequeños, destaca en el escenario nacional, sin embargo, la mayor parte de la producción se basa en cultivares foráneos, haciendo que el sector productivo dependa de genotipos de otros países. El objetivo de este trabajo fue evaluar los parámetros productivos y cualitativos de ocho selecciones avanzadas del programa de mejoramiento genético de Embrapa Clima Templado (2015-7-7, 2015-8-1, 2015-8-2, 2015-32-2, 2015-31-13, 2015-35-22, 2015-35-25 e 2015-65-2) y dos cultivares (Merced y Camino Real). El experimento se realizó en una propiedad rural del municipio de Pelotas / RS, bajo diseño de bloques al azar, con diez tratamientos, seis plantas por parcela y cuatro repeticiones, totalizando 240 plantas. Las plantas se cultivaron en un sistema convencional, con fertirrigación y túneles bajos. Las variables analizadas fueron: fenología, cuantitativa y cualitativa de frutos, masa seca de hojas; número de coronas de plantas⁻¹; peso medio de la copa; número de estolones por planta⁻¹. Las selecciones avanzadas mostraron precocidad más temprana y plena floración y maduración. El cultivar Camino Real se destaca por la mayor cantidad de frutos y la mayor producción por planta y la selección 2015-35-25 tuvo la masa de fruta promedio más alta. Las selecciones 2015-7-5, 2015-35-22 y 2015-65-2 produjeron los frutos con mayor contenido de sólidos solubles. La selección 2015-31-13 produce frutos con mayor acidez. Para los valores de Ratio, las selecciones 2015-31-13 y 2015-8-2 no obtuvieron resultados satisfactorios. El cultivar Camino Real tiene la mayor masa seca de hojas y la masa promedio de coronas. Los cultivares Camino Real y Merced tienen valores más altos de $^{\circ}$ Hue y más intensos (L^*).

Palabras clave: *Fragaria x ananassa*; mejora genética; producción; calidad.

Introdução

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é resultado da hibridação interespecífica entre *Fragaria virginiana* M., originária do leste dos Estados Unidos (genitor masculino), com *Fragaria chiloensis* L., originário da costa do Pacífico do Chile (genitor feminino), que ocorreu na França em 1750. Esta hibridação combinou características das duas espécies, incluindo maior tamanho e firmeza de frutas provenientes da *F. chiloensis* com coloração vermelho escuro e frutas mais aromáticas da *F. virginiana* (STEGMEIR et al., 2010).

O cultivo do morangueiro passou a ter importância econômica no Brasil a partir do século XX, nos Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. A partir da década de 1960, surgiram as primeiras cultivares brasileiras desenvolvidas pela Estação Experimental de Pelotas (atual Embrapa Clima Temperado) e pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Essas cultivares apresentavam adaptação às condições de solo e clima locais, elevada produtividade e qualidade da fruta, o que de certa forma permitiu o aumento da produção, tornando o morangueiro uma cultura economicamente expressiva nessas regiões (OLIVEIRA & BONOW, 2012).

Dentro do grupo das pequenas frutas, o morangueiro é considerado a cultura mais difundida no Brasil e no mundo. Segundo Antunes; Bonow; Reisser Junior, (2020), no Brasil são produzidas aproximadamente 165.000 toneladas da fruta, em uma área de 4.500 hectares. De um modo geral, a cultura tem grande importância socioeconômica, sendo desenvolvida principalmente em pequenas propriedades familiares, devido a cultura demandar mão-de-obra contínua durante o ciclo produtivo e pelo alto valor agregado da mesma (HENZ, 2010).

No entanto, para fazer a correta escolha da cultivar a ser implantada, estudos locais de adaptabilidade devem ser considerados, visto que, estes permitem revelar quais cultivares se adaptam melhor ao manejo e produção. Contudo, a escolha equivocada da cultivar ou de mudas de baixa qualidade inviabilizam o cultivo (FAGHERAZZI et al., 2017).

Ainda, pode-se destacar que, os principais fatores ambientais que determinam a adaptabilidade de uma determinada cultivar de morango são; o fotoperíodo, a temperatura e a interação entre esses fatores (SØNSTEBY; HEIDE, 2017). De acordo com Heide et al. (2013), a floração e a frutificação ocorrem apenas sob certas condições de temperatura e fotoperíodo, sendo específico para cada genótipo ou cultivar.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptação, comportamento produtivo de plantas e parâmetros qualitativos de frutas de seleções avançadas do Programa de Melhoramento Genético do Morangueiro da Embrapa Clima Temperado e das cultivares Camino Real, já consolidada nos cultivos comerciais do Rio Grande do Sul e Merced, genótipo recentemente introduzido no mercado brasileiro, lançado pela Universidade da Califórnia no ano de 2013.

Material e Métodos

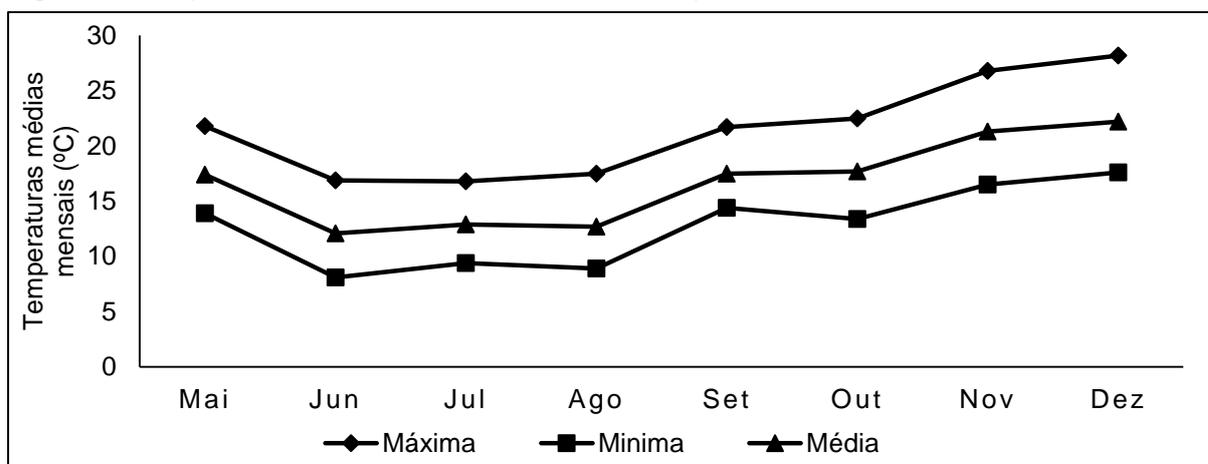
O experimento foi conduzido de maio a dezembro de 2018, em propriedade rural, localizada na Estrada da Gama, Comunidade Redentor, 9º Distrito – Monte Bonito, interior de Pelotas/RS, coordenadas 31°39'39.9" S 52°25'50.4" W. O clima da região, segundo Köppen, é do tipo "Cfa" – temperado úmido com verões quentes, temperatura do ar e precipitação pluviométrica média anual de 17,9°C e 1500 mm respectivamente. As temperaturas observadas durante a execução deste estudo são apresentadas na Figura 1.

Foram avaliadas as cultivares Camino Real e Merced, oriundas de viveiro comercial da Argentina e oito genótipos avançados (seleções) do Programa de Melhoramento Genético do Morangueiro da Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS.

As plantas foram cultivadas em sistema convencional no solo. Os canteiros foram cobertos com filme de polietileno cinza com 50 µm (mulching) e cobertas com túnel baixo de polietileno transparente com 150 µm de espessura. A correção de acidez do solo e adubação em pré-plantio foram realizadas com base nos resultados da análise de solo.

Para a irrigação e fertirrigação, foram utilizadas fitas gotejadoras, com espaçamento de 0,20 m entre gotejadores, sempre que constatada a necessidade. Aplicações de defensivos foram realizadas quando necessárias.

Figura 1 - Temperaturas médias mensais durante o ciclo produtivo de 2018. Pelotas/RS, 2020.



Fonte: Autores, 2020.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, totalizando dez tratamentos (genótipos) em quatro repetições. Cada parcela foi composta por seis plantas, totalizando 240 plantas. O espaçamento utilizado foi de 0,30 m entre linha e 0,30 m entre plantas.

Variáveis fenológicas foram analisadas, sendo o início e plena floração, início e plena maturação e início e pleno estolonamento, expressos em dias após o plantio (DAP), fazendo-se o monitoramento semanal de todas as plantas de cada parcela. O início da floração e frutificação foram considerados quando 50% das plantas, dentro da parcela, apresentavam pelo menos uma flor aberta, ou uma fruta madura (mais de 75% da epiderme de coloração vermelha) por planta, respectivamente. A plena floração e frutificação foram consideradas quando 100% das plantas, dentro da parcela, apresentavam pelo menos uma flor aberta, ou uma fruta madura (mais de 75% da epiderme de coloração vermelha) por planta, respectivamente.

As colheitas das frutas foram realizadas duas vezes por semana, considerando frutas maduras quando estas possuíam no mínimo, 75% da epiderme vermelha. Foram avaliados o número e a massa de frutas por planta e a massa média de fruta, imediatamente após as colheitas as frutas eram pesadas em balança digital e contabilizadas. O número e massa de frutas por planta foram obtidos através do somatório de todas as colheitas e divididas pelo número de plantas vivas na unidade experimental mensalmente e a massa média das frutas foi calculada pela razão entre essas duas variáveis. Ao final, foram somadas todas as médias mensais foram somadas para a formação das variáveis número de frutas por planta (NFP), massa média de frutas (MMF) e produção total por planta (PTP). Foram consideradas apenas frutas comercializáveis, descartando-se aquelas com defeitos graves e com massa inferior a 6 g.

Ao final do experimento todas as plantas de cada unidade experimental, foram fracionadas em coroas (massa seca de coroas) e folhas (massa seca de folhas) e colocadas em estufa a 65°C, com circulação de ar forçada até obtenção de massa constante. Todas as folhas velhas e doentes retiradas no decorrer do período produtivo também foram avaliadas e incorporadas às frações correspondentes, sendo os resultados expressos em gramas por planta (g planta^{-1}).

Foram avaliados a coloração da epiderme, obtidos através de duas leituras em faces opostas da região equatorial da superfície das frutas, utilizando o colorímetro Minolta 450, com iluminante D65,

e abertura de 8 mm, por meio do sistema CIE-Lab, utilizando os parâmetros L^* , a^* e b^* . Os valores de L^* correspondem à luminosidade ou claridade e variam de 100 (branco) a zero (preto). As coordenadas a^* e b^* indicam a direção da cor: $-a^*$ é a direção do verde e $+a^*$ a direção do vermelho; $-b^*$ é a direção do azul e $+b^*$ a direção do amarelo, a partir destes valores, são calculados os valores da tonalidade da cor (ângulo hue). O $^{\circ}$ Hue possui variação de: 0 a 12° para a coloração vermelha, 13 a 41° para a coloração alaranjada, 42 a 69° para a coloração amarelo, 70 a 166° para verde, 167 a 251° para azul, 252 a 305° para violeta e 306 a 359° para vermelho, perfazendo 360° , sendo expressa pela formula 1:

$$^{\circ}\text{Hue} = (\text{Tan}^{-1} b^* / a^*) \quad (1)$$

O croma indica a intensidade ou a saturação de cor, sendo definido pela distância do ângulo hue do centro do diagrama tridimensional. Expressa pela formula 2:

$$\text{Croma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

O conteúdo de sólidos solúveis (SS) foi determinado com auxílio de um refratômetro digital e os resultados expressos em $^{\circ}$ Brix. O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado com auxílio de um pHmetro digital. A acidez titulável (AT) foi avaliada por titulometria, utilizando-se 2 mL de suco diluídos em 90 mL de água destilada, cuja diluição foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,1 e os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico. A relação SS/AT (Ratio) foi calculada através da razão entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade de erro, com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

Para as variáveis fenológicas houve diferença estatística para todos os parâmetros observados (Tabela 1). Para o início e plena floração, todas as seleções avaliadas e a cultivar Merced, apresentaram precocidade na emissão de flores. Entretanto, a cultivar Camino Real demonstrou a maior necessidade de dias para início de floração (71 dias). Segundo Calvete et al. (2008), o conhecimento da fenologia das diferentes cultivares de morangueiro é importante para se definir o escalonamento da produção e, com isso, ampliar o período de safra. A utilização de mudas de origem nacional apresenta-se como alternativa para se antecipar a produção de frutas de morangueiro, agregando valor ao produto comercializado pelos produtores.

Em relação a variável floração plena, as cultivares Camino Real e Merced necessitaram de maior número de dias para atingir o estágio fenológico. A precocidade apresentada pelas seleções pode estar atrelada, inicialmente, pela seleção de materiais com característica de maior precocidade como também a adaptação destes materiais ao local onde foram produzidas as mudas, visto que, o objetivo dos programas de melhoramento genético é gerar material genético adaptado aos locais onde

estão introduzidos. Além do mais, as plantas já possuem sistema radicular formado (*plug plant*), o que facilita a absorção de água e nutrientes, favorecendo o rápido crescimento da planta e o desenvolvimento de estruturas reprodutivas, fato observado por D'Anna et al, (2014) no sul da Itália e por Gimenez et al, (2009) no Rio Grande do Sul.

Tabela 1 – Número de dias após o plantio para o início e plena floração e início e plena maturação em genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.

Genótipos	Início floração	Plena floração	Início maturação	Plena maturação
Merced	68 b	73 a	103 b	109 a
Camino Real	71 a	73 a	106 a	110 a
Seleção 2015-7-5	59 b	64 b	98 c	109 a
Seleção 2015-8-1	51 b	56 b	97 c	105 b
Seleção 2015-8-2	54 b	64 b	98 c	104 b
Seleção 2015-32-2	53 b	65 b	96 c	102 c
Seleção 2015-31-13	54 b	63 b	97 c	102 c
Seleção 2015-35-22	55 b	65 b	97 c	102 c
Seleção 2015-35-25	54 b	60 b	96 c	100 c
Seleção 2015-65-2	53 b	60 b	97 c	105 b
CV%	5,83	6,72	1,40	2,29

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si pelo teste de Scott-knott, ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

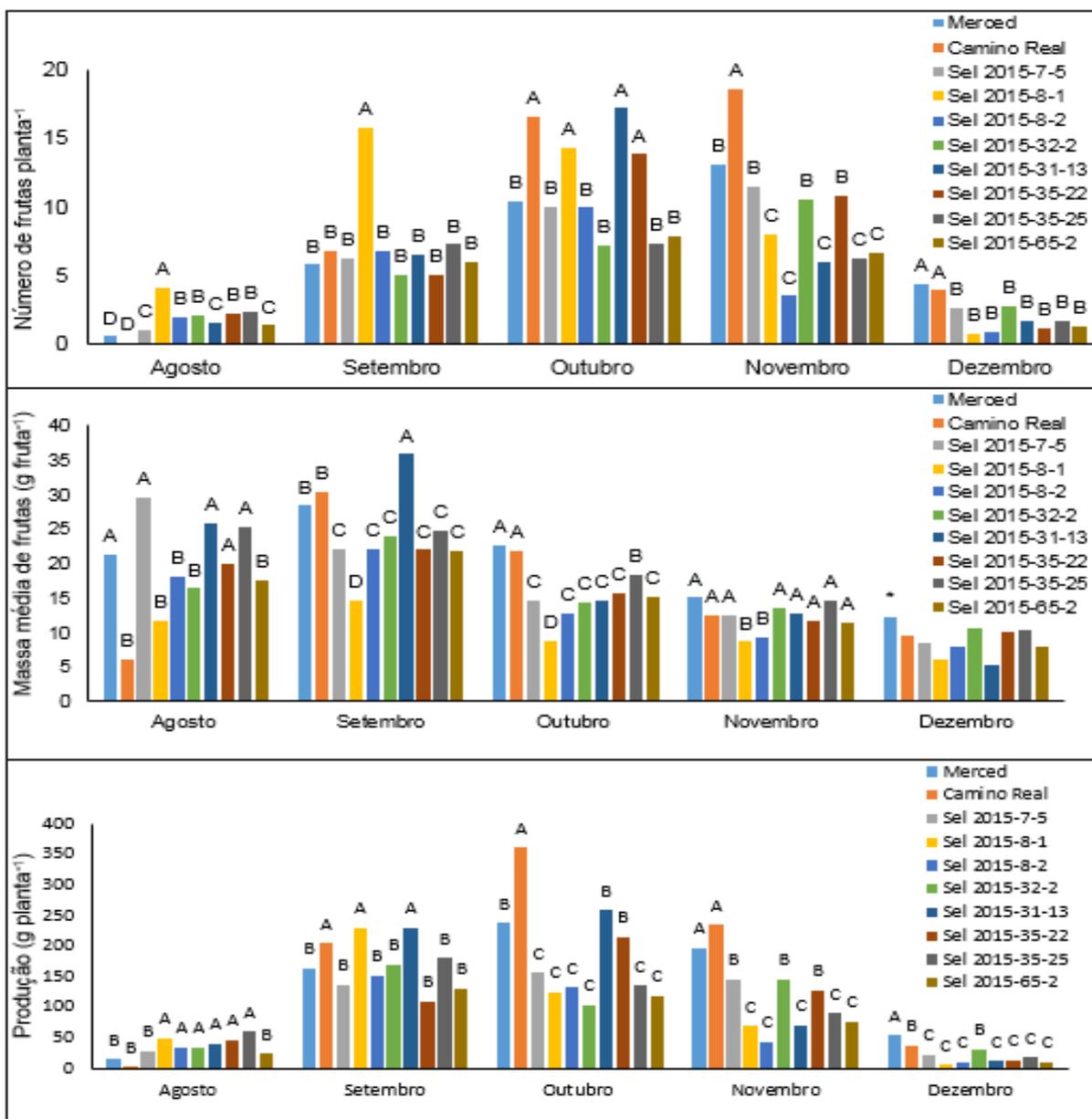
Para a variável início da maturação, todas as seleções foram mais precoces que as cultivares Camino Real e Merced. Para a maturação plena, as seleções 2015-35-25, 2015-35-22, 2015-31-13 e 2015-32-2 foram as que demandaram menor número de dias para a completa maturação das frutas. Cocco (2014) avaliando o comportamento fenológico da cultivar Camino Real, encontrou valores próximos aos encontrados nesse estudo. Ainda, a autora descreve que o comportamento da cultivar é alterado quando ela é submetida a temperaturas mais amenas após o transplante das mudas, aumentando o número de dias para atingir o estágio fenológico de plena maturação.

A distribuição do número de frutas por planta, massa média de fruta e produção por planta são apresentadas na Figura 2. Durante os períodos produtivos (meses) o número de frutas por planta (Figura 2 A) obteve diferença significativa entre os tratamentos. Para o mês de agosto e setembro, a seleção 2015-8-1 obteve a maior média, diferenciando-se dos demais genótipos. Para o período produtivo de outubro, a seleção 2015-31-13 obteve o maior número de frutas por planta, não diferenciando da cultivar Camino Real e das seleções 2015-8-1 e 2015-35-22. Já no mês de novembro, a cultivar Camino Real apresentou o maior número de frutas por planta, diferenciando-se dos demais genótipos. No mês de dezembro, a cultivar Merced apresentou a maior média, não se diferenciando da cultivar Camino Real.

Observando-se o gráfico de distribuição do número de frutas por planta durante o período produtivo, pode-se destacar os distintos comportamentos entre os genótipos avaliados. A seleção 2015-8-1 apresenta comportamento mais precoce em relação aos demais genótipos estudados, produzindo maior número de frutas por planta nos meses de agosto e setembro. Outro genótipo que merece destaque é a cultivar Camino Real, que obteve seu pico produtivo no mês de novembro, obtendo bons resultados nos meses de outubro e dezembro. Os demais genótipos avaliados obtiveram

comportamento intermediário em relação aos anteriormente citados, sendo que a maioria deles obtiveram seus picos produtivos nos meses de outubro e novembro, porém, pouco expressivos.

Figura 2 – Número de frutas por planta (A), massa média de frutas (B) e produção por planta (C) em genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.



Medias não seguidas por mesma letra, diferem entre si pelo teste de Scott-knott, ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autores, 2020.

Segundo Cocco (2014), a concentração da produção de frutas de morangueiro ocorre, no estado do Rio Grande do Sul, no período de setembro a novembro, dependendo da cultivar e da origem das mudas, sendo este último fator o principal limitante para as mudas de origem importada. Ainda, conforme a autora, neste período todas as áreas produtoras de morangueiro encontram-se em plena produção, acarretando em uma redução dos preços pagos ao produtor pelo quilo de fruta. Já no mês de dezembro, é observada a diminuição do número de frutas por planta, e esta resposta se deve a elevação da temperatura que ocorre geralmente no mês de novembro.

Para os valores de massa média de fruta (g fruta^{-1}) (Figura 2 B), durante os períodos produtivos (meses), houve diferença significativa entre os genótipos avaliados, nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro, sendo que em dezembro não apresentaram diferença significativa entre as médias observadas. No mês de agosto, a seleção 2015-7-5 obteve os maiores valores de massa média de fruta, não diferindo da cultivar Merced e das seleções 2015-31-13, 2015-35-25 e 2015-35-22.

Já no mês de setembro, a seleção 2015-31-13 obteve os maiores valores de massa média de fruta, diferenciando dos demais genótipos. No mês de outubro, a cultivar Merced apresentou os melhores resultados, não diferindo da cultivar Camino Real. Para o mês de novembro, a cultivar Merced obteve a melhor média, não diferindo da cultivar Camino Real e das seleções 2015-7-5, 2015-32-2, 2015-31-13, 2015-35-22, 2015-35-25 e 2015-65-2. Observa-se que para a maioria dos genótipos avaliados, os maiores valores de massa média de fruta ocorrem no início do ciclo produtivo, sendo nos meses de agosto e setembro. As frutas produzidas no início do ciclo são oriundas de flores primárias, secundárias e terciárias, cuja diferenciação floral aconteceu no período de viveiro e início da primavera, estas possuem um maior número de aquênios, gerando frutas com maior tamanho e maior massa média (VIGNOLO, 2015; PORTELA, 2015). Estes resultados corroboram com os expostos por Miranda et al. (2014), os quais descrevem que há diminuição da massa média de frutas no decorrer do ciclo produtivo, ocorrendo o mesmo no presente trabalho

As elevadas temperaturas diminuem a viabilidade do pólen e inibem o crescimento do tubo polínico, além de uma maior quantidade de frutas pequenas e deformadas devido a maior velocidade de maturação (LEDESMA; SUGIYAMA, 2005, WANG; CAMP, 2000). Tais fatores podem explicar a diminuição na massa média de frutas a partir do mês de outubro.

Os valores referentes a produção por planta (Figura 2 C) durante o ciclo produtivo apresentaram diferença significativa em todos os meses avaliados. No mês de agosto, a seleção 2015-35-25 apresentou a maior média, não diferindo das seleções 2015-8-1, 2015-8-2, 2015-32-2, 2015-31-13 e 2015-35-22. Em setembro, a seleção 2015-8-1, obteve as maiores produtividades, não diferindo da seleção 2015-31-13 e da cultivar Camino Real. No mês de outubro e novembro, a cultivar Camino Real apresentou os maiores valores de produtividade, não diferindo da cultivar Merced no mês de novembro. No mês de dezembro, a cultivar Merced apresentou a maior média, diferenciando-se dos demais genótipos.

A baixa produtividade observada no mês de agosto esta atrelada ao baixo número de frutas produzidas por planta, sendo que neste mês iniciou-se o período produtivo e as plantas ainda estão em fase de adaptação e desenvolvimento inicial. Portanto, ainda que as frutas possuam um calibre e massa maiores, o número de frutas por planta ainda é baixo, conferindo uma baixa produção acumulada. Já no mês de dezembro, observa-se a acentuada queda na produção e qualidade das frutas. Este evento fisiológico ocorre principalmente quando trata-se de plantas de dias curtos cultivadas na região climática de Pelotas-RS, devido a elevação da temperatura e aumento do fotoperíodo (GONÇALVES et al, 2016).

Verificou-se que a cultivar Camino Real e a Seleção 2015-8-1 demonstraram os maiores valores para o número total de frutas por planta (NFP), diferindo estatisticamente dos demais genótipos (Tabela 2). Esta variável depende principalmente da interação genótipo-ambiente, sendo que os fatores

temperatura e fotoperíodo são responsáveis pela indução floral em plantas de morangueiro (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Tabela 2 - Número de frutas planta⁻¹ (NFP), massa média de frutas (MMF) e produção total planta⁻¹ (PTP) de genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.

Genótipos	NFP	MMF	PTP
Merced	33,7 b	19,7 a	667,0 b
Camino Real	45,8 a	18,3 a	838,5 a
Seleção 2015-7-5	30,8 b	15,7 b	489,1 c
Seleção 2015-8-1	40,3 a	11,9 c	478,5 c
Seleção 2015-8-2	25,4 c	16,8 b	426,5 c
Seleção 2015-32-2	28,5 b	17,0 b	482,6 c
Seleção 2015-31-13	32,1 b	19,1 a	610,1 b
Seleção 2015-35-22	32,3 b	15,8 b	510,0 c
Seleção 2015-35-25	23,0 c	20,8 a	483,8 c
Seleção 2015-65-2	22,0 c	16,4 b	357,2 c
CV%	17,78	7,38	21,1

Medias não seguidas por mesma letra, diferem entre si pelo teste de Scott-knott, ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

Cada genótipo pode responder de forma diferenciada a estes estímulos, gerando um número variado de flores secundárias e terciárias, o que resulta em uma quantidade de frutas de menor tamanho (TAYLOR, 2002). Os resultados observados neste trabalho corroboram com os de Oliveira et al., (2008) e Gonçalves et al., (2016), que, avaliando a cultivar Camino Real obtiveram valores de 44,9 e 48,8 frutas planta⁻¹, respectivamente.

Para a variável massa média de frutas, destacam-se as cultivares Camino Real, Merced e as seleções 2015-31-13 e 2015-35-25. A menor massa média de fruta foi verificada na seleção 2015-8-1 (<12,0 g fruta⁻¹), sendo esta característica indesejável para a comercialização *in natura* (OTTO et al., 2009).

As seleções 2015-31-13 e 2015-35-25 obtiveram um número de frutas por planta intermediário, porém, se destacam por produzir frutas com elevada massa média. Segundo Carvalho et al., (2013), esta é uma característica muito importante para a comercialização *in natura*, sendo que estes chamam a atenção do consumidor, agregando valor ao produto e resultando em maior retorno financeiro ao produtor. A seleção 2015-8-1, apresentou elevada produção de frutas por planta, porém, frutas com a menor massa média, ocasionando desvalorização das mesmas.

A cultivar Camino Real se destaca por produzir frutas com maior massa média e uniformemente durante todo o seu ciclo, apresentando baixa porcentagem de frutas pequenas (menos de 1% com massa inferior a 10 g) (CHANDLER et al., 2005). Kirschbaum et al. (2019) avaliando quatro cultivares de morangueiro constataram valores de massa média de frutas para a cultivar Merced de 19,5 g fruta⁻¹, resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho. Vale ressaltar que a cultivar Merced foi lançada recentemente e poucos trabalhos são encontrados avaliando sua adaptação e desempenho produtivo em diferentes condições edafoclimáticas.

Para a variável produção por planta, a cultivar Camino Real foi a mais produtiva, diferindo estatisticamente das demais, com uma produção total de 838,5 g planta⁻¹. Estes valores são superiores aos encontrados por Vignolo et al., (2012) e Carvalho et al., (2013) nas condições de Pelotas/RS, os quais encontraram valores de 240,9 e 563,4 g planta⁻¹, respectivamente. Estes resultados demonstram a existência de variabilidade na produção, provavelmente em decorrência das condições climáticas de cada ano, nutrição e tecnologias de produção adotadas.

A cultivar Merced e a seleção 2015-31-13 obtiveram produção intermediária, cabe ressaltar que esta é a primeira avaliação destes genótipos e esta pode ser uma resposta as condições edafoclimáticas, sistema de cultivo e manejo adotado, sendo que estes afetam o desempenho produtivo do morangueiro.

Para a variável de firmeza de polpa, a seleção 2015-35-25 obteve os maiores valores, diferenciando dos demais genótipos (Tabela 3). Esta característica é de extrema importância, pois determina o período de pós-colheita das frutas, aumentando/diminuindo o tempo de prateleira, além de limitar o transporte a grandes distâncias. Esta característica é dependente de fatores genéticos, sendo específico de cada material (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Um dos principais gargalos na comercialização das frutas do morangueiro se refere a baixa durabilidade pós-colheita, sendo de elevada importância a seleção de materiais genéticos com maior firmeza (SOUZA et al., 2017). Este resultado é importante para a caracterização do mesmo, visto que, futuramente, pode ser reconhecido como uma nova cultivar ou até mesmo servir como germoplasma auxiliar para programas de melhoramento genético, visando melhorias na qualidade das frutas (ZANIN et al., 2019).

Tabela 3 - Firmeza de polpa (N), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) de genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.

Genótipos	N	SS	AT	pH	SS/AT
Merced	0,21 c	9,1 c	0,82 g	3,53 *	11,05 a
Camino Real	0,32 c	7,9 c	0,77 h	3,56	10,29 a
Seleção 2015-7-5	0,25 c	12,6 a	1,12 b	3,57	11,22 a
Seleção 2015-8-1	0,28 c	10,1 b	0,99 d	3,67	10,19 a
Seleção 2015-8-2	0,24 c	8,7 c	1,01 d	3,10	8,67 b
Seleção 2015-32-2	0,49 b	10,1 b	0,99 d	3,10	10,17 a
Seleção 2015-31-13	0,47 b	9,7 b	1,16 a	3,48	8,37 b
Seleção 2015-35-22	0,41 b	11,4 a	1,04 c	3,60	11,00 a
Seleção 2015-35-25	0,68 a	10,3 b	0,93 f	3,66	11,10 a
Seleção 2015-65-2	0,42 b	11,2 a	0,97 e	3,65	11,57 a
CV%	15,36	9,76	2,24	5,37	10,44

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si pelo teste de Scott-knott, ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

Segundo Oliveira; Bonow, (2012), os valores de firmeza de polpa podem sofrer influência do manejo adotado pelo produtor, como irrigação e nutrição oferecidas as plantas. Por outro lado, Baruzzi et al. (2017) avaliando genótipos de morangueiro em diferentes locais, encontrou respostas

diferenciadas para mesmas cultivares. Desta forma, além do manejo adotado no cultivo, as condições edafoclimáticas de cada local podem influenciar os valores de firmeza de polpa.

Para a variável, sólidos solúveis (SS), as seleções 2015-65-2, 2015-35-22 e 2015-7-5 demonstraram os maiores teores de SS (°Brix), diferindo estatisticamente das demais. Já a cultivar Camino Real, obteve o menor resultado (7,9 °Brix), apresentando uma concentração de SS 25% inferior a seleção 2015-7-5 (melhor resultado).

Segundo Baruzzi et al. (2014), quanto maior for a produção, menor será a concentração de SS nas frutas, e ainda, pela época de colheita, visto que a maior produção de frutas tende a diminuir a concentração destes compostos. Além do mais, os teores de SS costumam variar durante o ciclo da cultura sendo também influenciados pela temperatura ambiente (AGUERO et al., 2015).

Contudo, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), para a cultura do morangueiro é esperada uma variação nos teores de SS de 4 a 11 °Brix, sendo que esta variação pode ocorrer em função da espécie, cultivar, estágio de maturação e clima. No presente trabalho, todos os genótipos avaliados se encontram dentro desta faixa ou superiores, demonstrando bons atributos de qualidade.

Quanto a variável acidez titulável (AT), a seleção 2015-31-13 apresentou frutas com maior acidez (1,16%), diferindo dos demais genótipos avaliados. Os menores valores foram constatados nas cultivares Merced e Camino Real, apresentando 0,82% e 0,77%, respectivamente. Frutas com maior teor de SS são mais apropriados para o mercado de consumo *in natura*, cuja preferência é por frutas mais doces, já as frutas com maior acidez são mais apropriadas para a industrialização (CAMARGO et al., 2011).

Na composição da fruta do morangueiro, o ácido cítrico é o predominante, porém, são encontrados ácido málico e, em menores proporções os ácidos isocítrico, succínico, oxalacético, glicérico e glicólico (AZEVEDO, 2007). Os valores destes ácidos podem variar de acordo com o fator genético, as condições do clima e práticas culturais (CAMARGO et al., 2011; CECATTO et al., 2013).

Para os valores de pH, não houve diferença estatística entre os genótipos avaliados, sendo que os mesmos se mantiveram na faixa de 3,10 a 3,67. Conforme Azevedo (2007), fatores climáticos podem exercer forte influência sobre as características de qualidade das frutas, entretanto, fatores genéticos são mais determinantes para as variações de pH.

No presente estudo, houve diferença significativa entre os genótipos avaliados em relação a variável de SS/AT, demonstrando que a grande maioria das seleções avançadas e as cultivares testadas, apresentam desempenho satisfatório quanto aos valores de Ratio, com valores na faixa de 10,17 a 11,57. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), são recomendados valores mínimos de 8,75 de Ratio para as frutas de morangueiro.

A relação SS/AT determina o balanço entre as quantidades de açúcares e ácidos presentes nas frutas. As maiores relações entre os valores de SS/AT proporcionam sabor mais agradável as frutas, além de ser um parâmetro para a determinação do ponto de colheita das frutas (OLIVEIRA; BONOW, 2012; CECCATO et al. 2013).

Apenas as seleções 2015-8-2 e 2015-31-13 não atingiram os valores satisfatórios para esta variável, devido aos baixos valores de SS e elevados valores de AT. De acordo com Fagherazzi (2017), existe correlação negativa entre AT e o sabor das frutas, sendo que, quanto menor a relação SS/ATT,

maior a percepção do sabor ácido nas frutas de morangueiro, ocorrendo o inverso quando a relação SS/AT atinge os valores mínimos ou acima destes.

Observou-se maior massa seca de folhas para a cultivar Camino Real e as seleções 2015-31-13 e 2015-32-2, sendo os valores de 38,6, 36,9 e 35,2 g planta⁻¹ respectivamente (Tabela 4). Segundo Bartczak et al. (2010), a produção de frutas em plantas de morangueiro é dependente da produção fotossintética, assim, plantas com maior número de folhas possuem capacidade fotossintética mais elevada, resultando em melhor suprimento de carboidratos durante a frutificação

Tabela 4 - Massa seca de folhas (MSF), número de coroas planta⁻¹ (NCP), massa seca de coroas (MSC) e número de estolões planta⁻¹ (NEP) de genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.

Genótipos	MSF	NCP	MSC	NEP
Merced	30,9 b	2,2 b	2,34 b	3,0 b
Camino Real	38,6 a	1,8 b	3,57 a	4,4 b
Seleção 2014-7-5	31,1 b	2,0 b	1,86 b	5,3 b
Seleção 2015-8-1	27,3 b	2,7 b	1,55 b	10,5 a
Seleção 2015-8-2	27,0 b	3,7 a	1,10 b	10,8 a
Seleção 2015-32-2	35,2 a	2,5 b	1,74 b	6,5 b
Seleção 2015-31-13	36,9 a	2,4 b	1,93 b	4,8 b
Seleção 2015-35-22	28,5 b	2,5 b	1,40 b	5,2 b
Seleção 2014-35-25	30,4 b	2,3 b	2,29 b	6,4 b
Seleção 2015-65-2	17,9 b	2,2 b	1,47 b	7,2 b
CV%	14,40	26,46	35,62	43,33

Medias não seguidas por mesma letra, diferem entre si pelo teste de Scott-knott, ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

Através da avaliação de massa seca de folhas obtém-se uma estimativa do vigor e crescimento das plantas, sendo que, o comportamento vegetativo pode interferir na densidade de plantas por área. Plantas com maior crescimento vegetativo necessitam de maior espaçamento entre si, visto que, o inadequado adensamento pode diminuir a produtividade das plantas através da competição por fotoassimilados entre parte aérea e reprodutiva (drenos) (STRASSBURGER et al., 2010).

Em relação ao número de coroas por planta, a seleção 2015-8-2 apresentou o maior valor (3,7) diferindo dos demais genótipos. Segundo Durner et al. (2002), o número de coroas por planta é o fator mais expressivo associado à produção por hectare, existindo uma correlação positiva entre produção e número de frutas, número de inflorescências, número de folhas e número de coroas por planta.

Observa-se que o maior número de coroas planta⁻¹ resultou em maior quantidade de frutas planta⁻¹ para a seleção 2015-8-2, sendo o oposto para a cultivar Camino Real, a qual produziu o maior número de frutas planta⁻¹ com menor quantidade de coroas planta⁻¹. Isto indica que a capacidade produtiva está mais atrelada a quantidade de reservas contidas nas coroas do que propriamente ao número de coroas.

Para a variável massa seca de coroa, a cultivar Camino Real apresentou o melhor resultado, 3,57 g coroa⁻¹, diferindo dos demais genótipos. As variáveis produtivas são altamente relacionadas com o diâmetro e o número de coroas, podendo-se prever o potencial produtivo das plantas em função destas estruturas de reserva (HAN et al. 1993).

Menzel e Smith (2012) citam que os parâmetros que exercem maior influência na produção do morangueiro são o diâmetro da coroa, o volume e a qualidade do sistema radicular e a massa da parte aérea. Além da função de regular as atividades metabólicas das plantas, a coroa pode manter flores e frutas durante períodos de condições climáticas desfavoráveis (HANCOCK, 1999).

Em relação a variável número de estolões por planta, os resultados foram significativos, destacando as seleções 2015-8-2 e 2015-8-1 com os maiores valores, 10,8 e 10,5 estolões por planta, respectivamente. A produção de pontas de estolão é uma característica genética de cada clone ou cultivar (TWORKOSKI et al., 2001; SERÇE & HANCOCK, 2005), sendo também influenciada por fatores climáticos.

O processo de estolonamento depende principalmente de fatores climáticos, visto que plantas de dia curto respondem a temperatura média diária. Consequentemente, tanto a amplitude térmica diária quanto a duração do período térmico favorável a esse processo, afetam o número de estolões produzidos. Levando em consideração que o experimento foi finalizado no início de dezembro, estes genótipos foram influenciados de forma antecipada, produzindo um maior número de pontas de estolão.

Para as variáveis referentes a coloração das frutas, a cultivar Camino Real apresentou o melhor resultado, diferindo dos demais genótipos (Tabela 5). Os valores de luminosidade (L*) indicam a intensidade da cor presente nas frutas, sendo que quanto mais próximos de zero, mais intensa é a cor. Estes valores tendem a diminuir com o amadurecimento das frutas, indicando que a cor se torna mais intensa ou escura.

Tabela 5 - Luminosidade (L*), cromaticidade (C*) e ângulo Hue (°Hue) em genótipos de morangueiro no ciclo 2018. Pelotas/RS, 2020.

Genótipos	L*	C*	°Hue
Merced	36,81 e	40,24 f	26,41 e
Camino Real	35,68 f	40,23 f	25,82 e
Seleção 2015-7-5	42,67 b	46,56 c	32,66 a
Seleção 2015-8-1	42,72 b	44,13 e	31,06 c
Seleção 2015-8-2	44,03 a	46,24 c	32,95 a
Seleção 2015-32-2	41,78 c	45,38 d	30,13 d
Seleção 2015-31-13	40,58 d	44,30 e	31,53 b
Seleção 2015-35-22	42,91 b	48,28 b	31,00 c
Seleção 2015-35-25	42,42 b	49,59 a	30,17 d
Seleção 2015-65-2	40,13 d	43,81 e	29,56 d
CV%	1,14	1,42	2,34

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si pelo teste de Scott-knott, ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

A coloração das frutas é um importante parâmetro para produtores e consumidores, sendo que esta indica as condições ideais para a colheita e comercialização. Para as frutas destinadas ao consumo *in natura*, a cor externa é o principal atrativo para o consumidor, pois influencia na sua expectativa sobre sabor e qualidade do produto (MOURA et al., 2012)

Os valores atribuídos ao C* são responsáveis por expressar a saturação dos pigmentos de cor, sendo que valores próximos a zero indicam cores neutras (cinza), enquanto valores próximos a 60 indicam cores mais intensas ou vívidas (SILVA et al, 2015). No presente estudo, a seleção 2015-35-25

obteve o melhor resultado, produzindo frutas com coloração vermelha mais intensa, diferindo estatisticamente das demais.

Para os valores do °Hue, as cultivares Camino Real e Merced obtiveram os melhores resultados, apresentando cor alaranjada, com maior tendência ao vermelho, diferindo dos demais genótipos. Quanto maiores os valores atribuídos ao °Hue, a coloração das frutas se aproxima da cor amarela e, quanto menor os valores do °Hue, mais a cor se aproxima do vermelho (ÁVILA et al., 2012).

Segundo Castricini et al. (2017), a diferença de cor das frutas entre cultivares é uma característica genética, e esta, pode ser influenciada por fatores climáticos e culturais. Ao se observar os resultados encontrados para L*, C* e °Hue, pode-se afirmar que as cultivares Camino Real e Merced apresentam cores vermelhas mais vívidas e intensas em comparação aos demais genótipos, sendo estas mais chamativas ao consumidor.

Conclusão

A seleção 2015-35-25 se destaca por produzir frutas com elevada massa média, bem distribuídas durante o ciclo produtivo, com superior firmeza de polpa e elevada relação SS/AT;

A cultivar Camino Real apresenta produção superior aos genótipos avaliados;

Com produtividade intermediária e bons atributos físico-químicos, a cultivar Merced apresenta boa adaptação as condições edafoclimáticas de Pelotas/RS.

Referências

- AGÜERO, J. J.; SALAZAR, S. M.; KIRSCHBAUM, D. S.; JEREZ, E. F. Factors affecting fruit quality in strawberries grown in a subtropical environment, Italia. **Journal of Food Science**. v. 15, p. 223-234, 2015.
- ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S.; REISSER JUNIOR, C. Morango: crescimento constante em área e produção. Campo & Lavoura, **Anuário HF 2020**, n. 1, p. 88-92, 2020.
- ANTUNES, L.E.C.; PERES, N. Strawberry production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, London, v.13, n.1, 156-161, 2013.
- ÁVILA, J. M. M.; TORALLES, R. P.; CANTILLANO, R. F. F.; PERALBA, M. C. R.; PIZZOLATO, T. M. Influência do sistema de produção e do armazenamento refrigerado nas características físico-químicas e no desenvolvimento de compostos voláteis em morangos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2265-2271, 2012.
- AZEVEDO, S.M.C. **Estudo de taxas de respiração e de factores de qualidade na conservação de morango fresco: *Fragaria x ananassa* Duch.** 2007. 225f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Aberta, Portugal, 2007.
- BARTCZAK, M.; LISIECKA, J.; KNAPLEWSKI, M. Correlation between selected parameters of planting material and strawberry yield. **Folia Horticulturae**, Cracóvia, v. 22, n. 1, p. 9-12, 2010.
- BARUZZI, G.; LUCCHI, P.; MAGNANI S.; MALTONI, M. L.; CACCHI, M.; SBRIGHI, P.; FAEDI, W. Miglioramento genético e studi varietali per rinovare le coltivazione romagnole. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, Bologna, v.6, p.10-14, 2014.

BARUZZI, G.; BALLINI, L.; BARONI, G.; BIROLI, M.; CAPRIOLO, G.; CARULLO, A.; D'ANNA, F.; FUNARO, M.; LUCCHI, P.; MAGNANI, S.; MALTONI, M.L.; SBRIGHI, P.; TURCI, P.; FAEDI, W. Updates on Italian strawberry breeding programs coordinated by CREA-FRF. **Acta Horticulturae**, v. 1156, p. 179-184, 2017.

CALVETE, E. O.; MARIANI, F.; WESP, C. L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 396-401, 2008.

CAMARGO, L. K. P.; RESENDE, J. T. V. de; TOMINAGA, T. T.; KURCHAIDT, S. M.; CAMARGO, C. K.; FIGUEIREDO, A. S. T. Postharvest quality of strawberry fruits produced in organic and conventional systems. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.577-583, out-dez, 2011.

CARVALHO, S. F.; FERREIRA, L. V.; PICOLOTTO, L.; ANTUNES, L. E. C.; CANTILLANO, R. F. F.; AMARAL, P. A.; WEBER, D.; MALGARIM, M. B. Comportamento e qualidade de cultivares de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) na região de Pelotas-RS. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, v.14, n.2, 176-180, 2013.

CASTRICINI, A.; DIAS, M. S. C.; MARTINS, R. N.; SANTOS, L. O. Morangos produzidos no semiárido de Minas Gerais: qualidade do fruto e da polpa congelados. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.20, e2016149, 2017.

CECATTO, A. P.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; COSTA, R. C.; MENDONÇA, H. F. C.; PAZZINATO, A. C. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. **Acta Scientiarum**, Maringa, v.35, n.4, p.471-478, 2013.

CHANDLER, C. K.; SUMLER JR., J. C.; RONDON, S. Evaluation of strawberry cultivars grown under a high plastic tunnel in west central Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Winter Haven, v.118, p.113-114, 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COCCO, K. L. T. **Fenologia, potencial produtivo e fontes de adubação no cultivo do morangueiro**. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Universidade Federal De Santa Maria - RS, 85 p. 2014.

DURNER, E. F.; POLING, E. B.; MAAS, J. L. Recent advances in strawberry plug transplant technology. **HortTechnology**, Amsterdam, v.12, p.545-550, 2002.

FAGHERAZZI, A. F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A. A.; MOLINA, A. R.; GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C.; BARUZZI, G.; RUFATO L. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Horticulturae**, (ISHS) 1156, v. 1, 937-940, 2017.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. *FAOSTAT: Agricultural Production/strawberry*. Disponível em: < <http://faostat.fao.org>>. Acessado em: 24 de outubro de 2019.

GIMÉNEZ, G. et al. Cell size in trays for the production of strawberry plug transplants. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.726-729, 2009.

GONÇALVES, M. A.; COCCO, C.; VIGNOLO, G. K.; PICOLOTTO, L.; ANTUNES, L. E. C. Comportamento produtivo de Cultivares de Morangueiro estabelecidos a partir de mudas com Torrão. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, Porto Alegre, v.2, n.3, p.277–283, 2016.

HAN, W.; KIM, Y. D.; KANG, S. G.; MONN, J. S.; SONG, C. H.; CHANG, J. I.; PARK, Y. B. Studies on the establishment of hydroponics. The effect of media on the quality and yield of strawberry in hydroponics. **Journal of Agricultural Science Horticulture**, v. 35, n. 2, p. 401- 409, 1993.

HANCOCK, J. F. **Strawberries**. Wallingford: CABI, 1999. 237 p.

HEIDE, O. M.; STAVANG, J. A.; SØNSTEBY, A. Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries – a review, **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 88, n. 1, p. 1-18, 2013.

HENZ, G. P. Desafios enfrentados por agricultores familiares na produção de morango no Distrito Federal, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, jul./set. 2010.

KIRSCHBAUM, D.; HEREDIA, A.M.; FUNES, C.F.; QUIROGA, J. Efectos de aplicaciones de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de frutilla o fresa. **Horticultura Argentina**, v. 38, n. 95: p. 25 – 40. Abr. 2019.

LEDESMA, N. A.; SUGIYAMA, F. Pollen quality and performance in strawberry plants exposed to high-temperature stress. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 130, p. 341-347, 2005.

MOURA, S. C. S. R.; TAVARES, P. E. R.; COELHO, S. P. M. G.; NISIDA, A. C.; ALVES, A. B.; KANAAN, A. S. Degradation kinetics of anthocyanin of traditional and low-sugar blackberry jam. **Food and Bioprocess Technology** v. 5, p. 2488-2496, 2012.

OLIVEIRA, A.C.B.; BONOW, S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 268, p.21-26, maio/jun. 2012.

OTTO, R. F.; MORAKAMI, R. K.; REGHIN, M. Y.; CAÍRES, E. F. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 217-221, 2009.

PORTELA, I. P. **Sistemas de cultivo sem solo com solução nutritiva recirculante e cultivares de morangueiro**. 2015, 83 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, RS.

REISSER, J.C.; ANTUNES, L. E. C.; ALDRIGHI, M.; VIGNOLO, G. Panorama do cultivo de morangos no Brasil. In: Campo & Negócios, **Anuário HF**, dezembro de 2014.

SERÇE S.; HANCOCK J. F. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana*, and *F. x ananassa*. **Scientia Horticulturae**, v. 103, p. 167–177, 2005.

SØNSTEBY, A.; HEIDE, O. M. Flowering performance and yield of established and recent strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa*) as affected by raising temperature and photoperiod, **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. v. 92, n. 4, p. 367-375, 2017.

STEGMEIR, T. L.; FINN, C. E.; WARNER, R. M.; HANCOCK, J.F. Performance of an elite strawberry population derived from wild germplasm of *Fragaria chiloensis* and *F. virginiana*. **Hortscience**, Alexandria, v. 45, n. 8, p. 1140-1145, Aug. 2010.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; MEDEIROS, C. A. B.; MARTINS, D. DE S.; SILVA, J. B. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de "dia neutro" em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 623-630, 2010.

TAYLOR, D.R. The physiology of flowering in strawberry. **Acta Horticulturae**, Haia, v. 567, p. 245-251, 2002

TWORKOSKI T.J.; BENASSI T. E.; TAKEDA F. F. The effect of nitrogen on stolon and ramet growth in four genotypes of *Fragaria chiloensis* L. **Scientia Horticulturae**, v. 88, p. 97-106, 2001.

WANG, S. Y.; CAMP, M. J. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. **Scientia Horticulturae**, v.85, p.183-199, 2000.

VIGNOLO, G. K.; ARAUJO, V. F.; ANTUNES, L. E. C.; PICOLOTTO, L.; VIZZOTTO, M.; FERNANDES, A. 2012. Produção de frutos e compostos funcionais de quatro cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**. v. 30, n. 2, p. 3470-3476, 2012.

5.2 Artigo 2

Fenologia, produtividade e qualidade de frutas de genótipos de morangueiro em cultivo fora do solo.

Eloi E. Delazeri¹, Andressa V. Schiavon¹, Tais B. Becker¹, Rufino F. F. Cantillano², Sandro Bonow², Luís E. C. Antunes², Flávio G. Herter¹.

¹ Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: eloidelazeri@gmail.com, andressa.vighi@gmail.com, taisbarbosabecker@hotmail.com, flavioherter@gmail.com.

² Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: fernando.cantillano@embrapa.br, sandro.bonow@embrapa.br, luis.antunes@embrapa.br.

Resumo: Com o aumento do cultivo de morango principalmente em sistema fora do solo é importante que à medida que novas cultivares são disponibilizadas aos produtores elas sejam testadas dentro dos diferentes sistemas de produção, para a correta escolha no momento do plantio. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento fenológico, produtivo e qualitativo das frutas de cinco cultivares (Albion, Benicia, Camino Real, Merced e San Andreas) e duas seleções avançadas (2015-35-25 e 2015-32-5) do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, em sistema de cultivo fora do solo, com recirculação da solução nutritiva (sistema fechado), pertencente a Embrapa, em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, seis plantas por parcela, totalizando 168 plantas. A cultivar Camino Real obteve o maior número de frutas, maior massa média de frutas e maior massa total de frutas por planta. A cultivar Albion obteve os maiores valores de SS e maior relação SS/ATT. As seleções avançadas obtiveram os maiores valores de firmeza de polpa. A seleção 2015-35-25 obteve os maiores valores de L* e °Hue. A seleção 2015-32-5 expressou o maior valor de C*.

Palavras – chave: *Fragaria x ananassa*; cultivo protegido; melhoramento de plantas; adaptabilidade

Phenology, productivity and fruit quality of strawberry genotypes in soilless cultivation.

Abstract: With the increase in strawberry cultivation mainly in an off-soil system it is important that as new cultivars are made available to producers they are tested within the different production systems, for the correct choice at the time of planting. Thus, the objective of this work was to evaluate the phenological, productive and qualitative behavior of the fruits of five cultivars (Albion, Benicia, Camino Real, Merced e San Andreas) and two advanced selections (2015-35-25 and 2015-32-5) from the genetic improvement program of Embrapa Clima Temperado, Pelotas / RS. The experiment was carried out in a greenhouse, in a soilless cultivation system, with recirculation of the nutrient solution (closed system), belonging to Embrapa, in a completely randomized design with four replications, six plants per plot, totaling 168 plants. The Camino Real cultivar had the highest number of fruits, the highest average fruit weight and the highest total fruit weight per plant. The Albion cultivar obtained the highest SS values and the highest SS / ATT ratio. The advanced selections obtained the highest values of pulp

firmness. The 2015-35-25 selection obtained the highest values of L * and °Hue. The 2015-32-5 selection expressed the highest C * value.

Key words: *Fragaria x ananassa*; protected cultivation; plant breeding; adaptability

INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é, dentro do grupo conhecido como “pequenas frutas” (morango, mirtilo, amora e framboesa), a mais popular e mais consumida em todo o mundo (Gonçalves et al., 2017). Na América do Sul, o Brasil se destaca como o maior produtor, produzindo 165.000 toneladas da fruta em um total de 4.500 ha cultivados (Antunes et al., 2020). Os estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná são responsáveis por aproximadamente 75% da produção nacional (Fagherazzi et al., 2017).

O aumento no consumo do morango tem ocorrido por diversos fatores, dentre eles, destaca-se a fruta atraente e de sabor único, que também é uma fonte relevante de compostos bioativos por causa de seus altos níveis de vitamina C, compostos fenólicos e fibras alimentares. Além disso, os morangos são economicamente e comercialmente importantes, sendo amplamente consumidos frescos (in natura) ou em formas processadas, como compotas, sucos e geleias (Giampieri et al., 2014; Zhang et al., 2018; Dzhahfezova, et al., 2020).

A cultura do morangueiro pode ser conduzida de diferentes formas; no solo (orgânico ou convencional), semi-hidropônico (fora do solo com a utilização de substrato) e hidropônico. A utilização de sistemas de produção fora do solo tem ganhado espaço entre os produtores da fruta, por facilitar a mão-de-obra, melhorar as condições de trabalho, obter maior controle no manejo de água e nutrientes e reduzir a incidência de doenças e pragas (Calvete et al., 2016).

O Rio Grande do Sul se destaca na utilização do cultivo fora do solo, com o uso de sistemas semi-hidropônicos (substrato e fertirrigação) em bancadas suspensas, sendo que, em 2014, aproximadamente 45% do total dos cultivos já eram neste sistema (Carvalho et al., 2014). O cultivo protegido permite aos produtores estender o período produtivo a partir da introdução de cultivares de dias neutros, podendo ofertar o produto no período de entressafra (Fagherazzi et al., 2017).

As frutas são colhidas em bancadas afastadas do solo, o que reduz a possibilidade de contaminação microbiológica. Assim, como há menor incidência de doenças, o uso de

agrotóxicos pode ser reduzido ou substituído por práticas culturais, uso de agentes de controle biológico e produtos alternativos, sem afetar a rentabilidade, ao mesmo tempo em que melhora a qualidade nutricional da fruta (Giménez et al., 2008; Portela et al., 2012; Alves, 2015).

Além do sistema produtivo, a escolha da cultivar a ser implantada também influencia no sucesso do plantio nos diferentes sistemas de cultivo (Ruan et al., 2013). Atualmente, existem cerca de 600 cultivares de morango, que diferem quanto a cor, sabor, tamanho, textura e composição química, entre outros aspectos (Padula et al., 2013). Dentre as principais cultivares utilizadas no Brasil, destacam-se: Oso Grande, Camarosa, Aromas, Diamante, Camino Real, Albion, Monterey, San Andreas, Palomar e Portola (Zeist & Resende, 2019).

No Brasil, a introdução de novas cultivares é realizada, principalmente, por empresas que importam as plantas produzidas por viveiristas chilenos, argentinos e espanhóis. Os genótipos têm origem de programas de melhoramento genético de outros países, principalmente dos Estados Unidos (Universidade da Califórnia e Universidade da Flórida) (Antunes & Perez, 2013). Desta forma, estudos locais de adaptabilidade são importantes para se avaliar novos genótipos de morangueiro importados e produzidos localmente, diversificando-se a gama de cultivares disponibilizadas aos produtores.

Diante do exposto, este trabalho teve como finalidade avaliar genótipos de morangueiro recém disponibilizados no mercado brasileiro, além de seleções avançadas de morangueiro provenientes do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado – Pelotas/RS, em sistema de produção fora do solo, com sistema de irrigação fechado (recirculante), nas condições climáticas de Pelotas/RS.

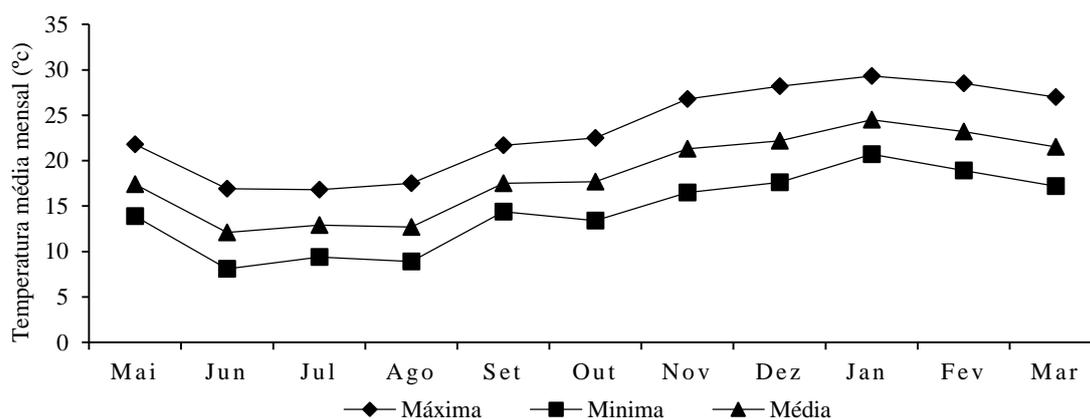
MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na área experimental pertencente a Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS, latitude de 31°40' sul e longitude 52°26' oeste, com 60 m de altitude. Segundo Köppen, o clima da região é do tipo “Cfa” – temperado úmido com verões quentes, temperatura média do ar de 17,9 °C e precipitação pluviométrica média anual de 1500 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo constituído de 7 tratamentos (genótipos) e quatro repetições. Cada unidade experimental era composta por seis plantas, totalizando 168 plantas. O plantio das mudas ocorreu de

forma escalonada, sendo que, em 28 de maio foram transplantadas as cultivares Merced, Camino Real e Benicia, cultivares de dias curtos (DC). No dia 06 de junho foram transplantadas as seleções avançadas 2015-35-25 e 2015-32-5. As cultivares de dias neutros (DN) Albion e San Andreas foram transplantadas no dia 06 de julho. O plantio escalonado foi devido a disponibilidade dos materiais utilizados, visto que a chegada das mudas importadas não ocorre em datas pré-definidas.

Figura 1. Temperaturas médias mensais durante o ciclo produtivo de 2018/19, Pelotas/RS, 2020



Fonte: Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado.

As mudas das seleções avançadas do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado utilizadas no experimento foram obtidas em sistema de produção fora do solo. Os estolões foram retirados de plantas matrizes no dia 09 de março de 2018, sendo acondicionados em bandejas de poliestireno expandido (Isopor[®]) com 72 células. O substrato utilizado para acomodar as pontas de estolões foi o Carolina Soil[®], acrescido de 0,05 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta Osmocote[®]. Após o transplante, as bandejas com as mudas foram mantidas em casa de vegetação sob nebulização intermitente até a completa formação do sistema radicular. As mudas das cultivares que foram utilizadas no experimento, foram adquiridas de viveiro comercial localizado na Patagônia, Argentina.

Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 7 L de substrato e sobre os mesmos, foi disposta fita gotejadora com espaçamento de 0,30 m entre bicos. O substrato utilizado para preenchimento dos vasos foi 100% casca de arroz carbonizada (CAC). Foram dispostas duas mudas por vaso, com espaçamento de 10 cm. Os vasos foram acondicionados sobre bancada metálica, a altura de 0,90 m do solo. Sob os vasos foram instaladas tubulações para recolhimento do excesso de solução nutritiva, a qual era redirecionada ao reservatório.

As plantas foram manejadas em sistema fechado de cultivo fora do solo, com recirculação da solução nutritiva e reaproveitamento da água e nutrientes, utilizando-se solução comercial da empresa Samo[®]. O pH e a condutividade elétrica foram monitoradas semanalmente durante o período de avaliação, sendo o pH mantido entre 5,5 e 6,5 e a condutividade elétrica entre 1,2 e 1,5 dS.m⁻¹.

Para o fornecimento de água e nutrientes, o sistema era composto por reservatório de polietileno, com capacidade para 310 L (Fortlev). Motobomba periférica de 0,5 cv de potência (BPV 375 Vonder). Para controle dos pulsos de irrigação, foi utilizado temporizador digital (Exatron). A duração dos pulsos de irrigação era de 10 min, com intervalo de três horas, iniciando as 08:00 h da manhã até as 20:00 h a noite, em dias de sol e com temperatura elevada. Já em dias com baixas temperaturas e nebulosidade, foram oferecidos as plantas apenas dois pulsos de irrigação, um de manhã, as 08:00 h e um a tarde, as 14:00 h.

As colheitas tiveram início no dia 17 de agosto de 2018 e se estenderam até o dia 15 de março de 2019. Foram realizadas duas vezes por semana e as frutas padronizadas quanto a coloração, sendo colhidas quando as mesmas apresentavam, no mínimo, 75% da epiderme vermelha. As frutas eram colhidas, contabilizadas e pesadas. Foram consideradas apenas frutas comercialmente viáveis, sendo descartadas aquelas com defeitos graves e com massa inferior a 6 g.

As variáveis de distribuição da produção durante o ciclo produtivo (meses) e as variáveis número total de frutas por planta (NTF) e massa total de frutas por planta (MTF), foram obtidas através do somatório de todas as colheitas (mensais e total) e divididas pelo número de plantas em cada unidade experimental. A massa média de fruta (MMF) foi calculada pela razão entre estas duas variáveis.

As variáveis fenológicas início da floração e plena floração foram expressas em dias transcorridos a partir do plantio (DAP), quando 50% e 100% das plantas apresentavam pelo menos uma flor aberta, respectivamente. Início da maturação e plena maturação foram expressas em dias após o plantio, quando 50% e 100% das plantas de cada parcela apresentassem pelo menos uma fruta madura por planta (75% da epiderme vermelha), respectivamente.

A firmeza de polpa foi mensurada com o auxílio de penetrômetro eletrônico TA-TX plus (Stable Micro Systems Texture Technologies, Scarsdale NY), utilizando-se uma ponteira P2 (2mm), foram realizadas duas leituras em faces opostas, na porção equatorial da fruta e os resultados expressos em Newton (N).

O conteúdo de sólidos solúveis (SS) foi determinado com auxílio de refratômetro digital (ATAGO Palette PR-101- α) e os resultados expressos em °Brix. Acidez titulável (AT) foi avaliada por titulometria, utilizando-se 2 mL de suco diluídos em 90 mL de água destilada, cuja diluição foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,1, e os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico. A relação SS/AT (Ratio) foi calculada através da razão entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável total.

A coloração da epiderme das frutas foi medida com o auxílio de colorímetro eletrônico (Minolta 300), com fonte de luz D65 e abertura de 8 mm de diâmetro, calibrado conforme orientação do fabricante. As leituras da cor são realizadas em escala tridimensional L*, a* e b* ou CIELAB, sendo que L* corresponde à luminosidade ou claridade, e os valores variam de 100 (branco) a zero (preto). As coordenadas a* e b* indicam a direção da cor: -a* é a direção do verde e +a* a direção do vermelho; -b* é a direção do azul e +b* a direção do amarelo. Com os valores de a* e b* é calculada a tonalidade da cor (ângulo °hue). As faixas de valores do °Hue variam de: 0 a 12° para a coloração vermelha, 13 a 41° para a coloração alaranjada, 42 a 69° para a coloração amarela, 70 a 166° para verde, 167 a 251° para azul, 252 a 305° para violeta e 306 a 359° para vermelho, perfazendo 360°. A fórmula 1 expressa o referido cálculo:

$$(1) \quad \text{°Hue} = (\text{Tan}^{-1} b^* / a^*)$$

O croma indica a intensidade ou a saturação de cor presente nas frutas, sendo definida pela distância do ângulo hue do centro do diagrama tridimensional. A fórmula 2 expressa o referido cálculo:

$$(2) \quad \text{Croma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

As médias dos tratamentos foram submetidas a análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro com auxílio do software estatístico SISVAR versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis início e plena floração e início e plena maturação são apresentados da Tabela 1. Para os valores referentes ao início da floração, houve diferença estatística entre os genótipos avaliados, sendo que a seleção 2015-32-5 foi a que apresentou menor necessidade de dias para iniciar o florescimento, não diferenciando da seleção 2015-35-25 e da cultivar Benicia. Já a cultivar San Andreas necessitou de maior período para a abertura das primeiras flores, não diferenciando da cultivar Albion. Para

se definir o escalonamento da produção das diferentes cultivares utilizadas nos diferentes sistemas produtivos, faz-se necessário conhecer o comportamento fenológico das mesmas.

Tabela 1. Início e plena floração, início e plena maturação de frutas de morangueiro em dias após o plantio. Pelotas/RS, 2020

Genótipo	Início floração	Plena floração	Início maturação	Plena maturação
Albion	60 ab	73 ab	89 c	99 *
San Andreas	66 a	83 a	90 c	99
Camino Real	56 bc	64 bc	98 a	105
Benicia	51 cd	60 c	93 bc	102
Merced	56 bc	63 bc	97 ab	105
Sel. 2015-35-25	50 cd	56 c	99 a	105
Sel. 2015-32-5	48 d	54 c	98 a	103
CV %	5,49	7,92	2,15	8,13

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

Em relação aos valores de plena floração, as seleções 2015-32-5, 2015-35-25 e a cultivar Benicia obtiveram os melhores resultados, demandando menor quantidade de dias, já a cultivar San Andreas necessitou de maior quantidade de dias para atingir o pleno florescimento. Silva et al, (2017), ao avaliar diferentes cultivares de morangueiro nas condições edafoclimáticas de Pelotas/RS, encontraram o mesmo comportamento precoce para a Cultivar Benicia. A cultivar Benicia é utilizada pelos produtores da região sul do estado do Rio Grande do Sul justamente pela maior precocidade em relação as demais cultivares importadas. Visto que, a produção antecipada de frutos garante ao produtor melhores preços no início da safra, quando as demais cultivares ainda não se encontram em produção.

Para a variável início da maturação, destacam-se as cultivares Albion e San Andreas como os genótipos mais precoces, diferenciando dos demais. Já a cultivar Camino Real e as seleções 2015-35-25 e 2015-32-5 necessitaram de maior quantidade de dias para apresentar as primeiras frutas totalmente maduras. Percebe-se uma inversão no comportamento destes materiais, visto que, as cultivares Albion e San Andreas necessitaram de maior quantidade de dias para iniciar o período de florescimento, enquanto as seleções avançadas apresentavam comportamento mais precoce.

O desenvolvimento inicial mais rápido das mudas importadas, em comparação com as mudas nacionais, é devido a maior quantidade de reservas nas coroas, além de maior

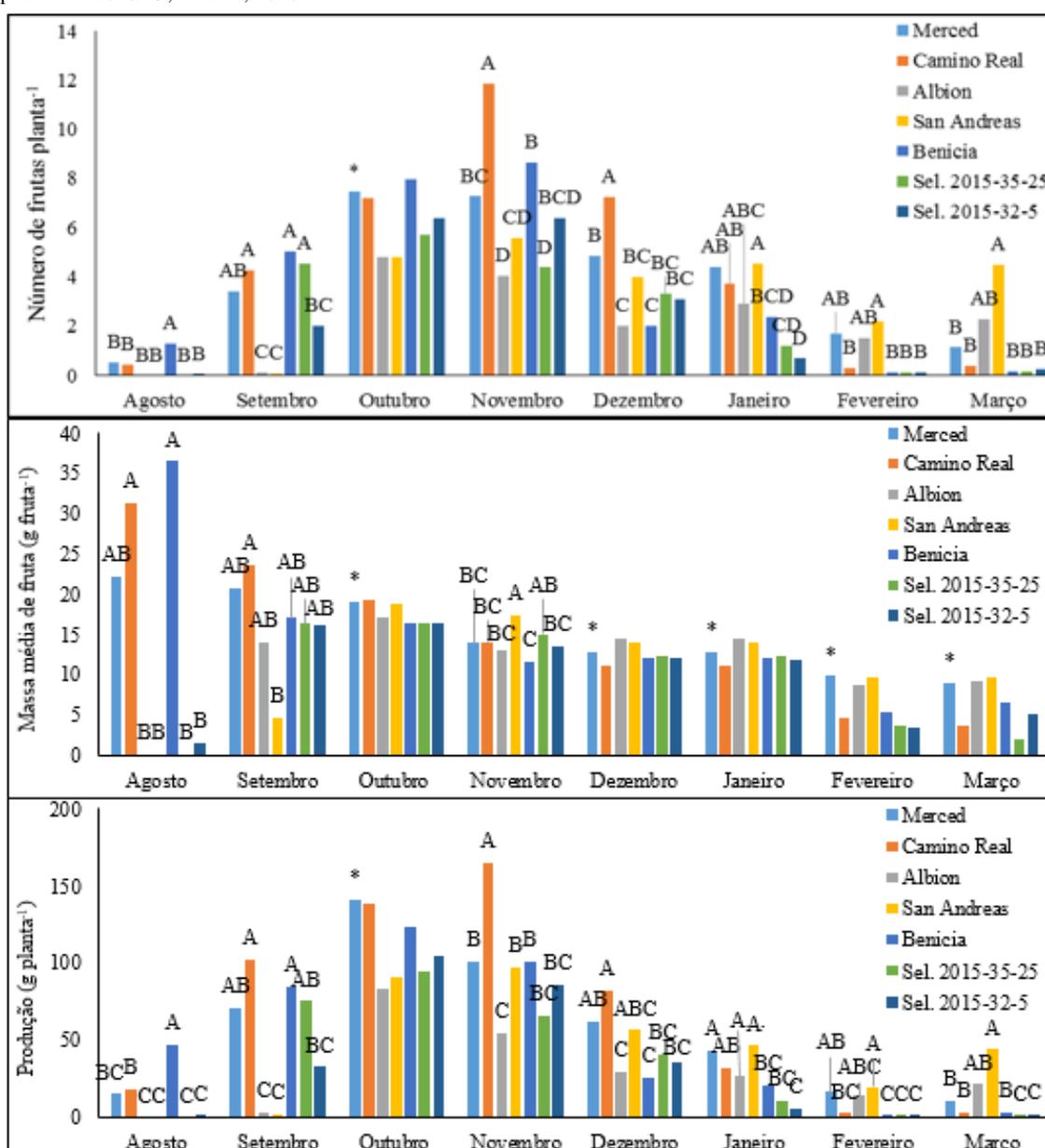
quantidade de frio durante o período de formação das mudas. Embora as mudas produzidas nacionalmente demorem mais para o início da produção, estas seriam disponibilizadas de forma antecipada aos produtores, resultando em retorno econômico antecipado (Cocco et al., 2011).

Tazzo et al., (2015) avaliando diferentes genótipos de morangueiro em casa de vegetação, constataram que as cultivares Albion e San Andreas apresentam menor necessidade de dias para iniciar a floração e a maturação das frutas em comparação com genótipos de dias curtos. De acordo com Eshghi et al. (2007), a retomada do crescimento das plantas de morangueiro é dependente das reservas energéticas mantidas nas coroas e tanto a emissão de flores como o rendimento produtivo se tornam dependentes da capacidade da planta em produzir fotoassimilados à medida que a planta produz folhas novas.

Referente aos valores de maturação plena, não houve diferença estatística entre os genótipos avaliados. Estes resultados podem estar ligados às condições climáticas ocorridas no período de maturação das frutas, onde fotoperíodos mais longos e a elevação da temperatura aceleram a maturação das frutas do morangueiro (Gonçalves et al, 2016). O cultivo em ambiente protegido visa distribuir igualmente a radiação solar e os nutrientes oferecidos as plantas, a fim de homogeneizar às condições de cultivo, sendo que desta forma, os genótipos podem expressar seu máximo desempenho produtivo, podendo o mesmo interferir no comportamento das plantas.

Os resultados referentes a distribuição do número de frutas por planta, massa média de frutas e a produção por planta durante o ciclo produtivo 2018/19 são apresentados na Figura 2. No mês de agosto, a cultivar Benicia produziu o maior número de frutas por planta (Figura 2 A). No mês de setembro, as cultivares Benicia, Camino Real e a seleção 2015-35-25 obtiveram os maiores valores. No mês de outubro não houve diferença estatística entre as médias observadas. Já no mês de novembro e dezembro, a cultivar Camino Real obteve o maior número de frutas planta⁻¹, diferenciando-se dos demais genótipos. Nos meses de janeiro, fevereiro e março, a cultivar San Andreas obteve o maior número de frutas planta⁻¹.

Figura 2. Número de frutas por planta (A), massa média de frutas (B) e produção por plantas (C) durante o ciclo produtivo 2018/19, Pelotas, 2020



Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autores, 2020.

O atraso no início do período produtivo dos genótipos de dias neutros (Albion e San Andreas) é devido a época de transplante das mesmas, visto que, estas costumam ser importadas posteriormente as de dias curtos. Os genótipos de dias curtos e as seleções avançadas iniciaram o período produtivo em agosto e os genótipos de dias neutros em outubro. O pico produtivo ocorre nos meses de outubro e novembro para a maioria dos genótipos avaliados, ocorrendo a diminuição da produtividade para os genótipos de dias curtos e seleções nos meses subsequentes (aumento do fotoperíodo e temperatura).

A cultivar Camino Real obteve maiores produtividades nos meses de novembro e dezembro, sendo neste período, que cultivares de dias curtos apresentam os maiores índices de produtividade (Carvalho et al., 2013; Goncalves et al., 2016). Segundo Rahman et al., (2014), as diferentes cultivares de morangueiro podem apresentar comportamento distinto quando plantadas em épocas diferentes, podendo apresentar mais de um pico produtivo, fato não observado neste trabalho, onde todos os genótipos de dias curtos apresentaram apenas um pico produtivo.

Observando-se os valores atribuídos a cultivar San Andreas, percebe-se pouca variação no número de frutas por planta, no período de outubro a janeiro. Esta cultivar, diferentemente das de dias curtos, apresentou mais de um pico produtivo (novembro, janeiro e março). No mês de fevereiro, a menor produção de frutas é devido ao aumento das temperaturas ocorridas nos meses de dezembro e janeiro, sendo que estas respostas são esperadas para genótipos de dias neutros nas condições climáticas do Rio Grande do Sul (Gonçalves et al., 2016). Isso demonstra que cultivares de dias neutros tendem a se manter produtivas no período em que, geralmente, as cultivares de dias curtos já estão em período vegetativo (alongamento do fotoperíodo e aumento da temperatura).

Para a variável massa média de frutas por planta (Figura 2 B), no mês de agosto, as cultivares Benicia e Camino Real obtiveram os melhores resultados. No mês de setembro, a cultivar Camino Real obteve os maiores valores de massa média de frutas. No mês de novembro, destaca-se a cultivar San Andreas com as frutas com maior massa média. Para os meses de outubro, dezembro, janeiro, fevereiro e março não houve diferença estatística entre os genótipos avaliados.

No início do ciclo produtivo, observa-se os maiores valores de massa média de frutas para todos os genótipos avaliados. Segundo Neri et al., (2012), este comportamento está relacionado com o reduzido número de frutas por planta no período inicial de produção, sendo que estes são originários de flores primárias da inflorescência. Estes valores tendem a reduzir com o avanço no ciclo produtivo, maior número de frutas produzidas e maior competição por fotoassimilados, além do aumento do fotoperíodo e temperatura, que é limitante para as cultivares de DC (Agüero et al., 2015; Gonçalves et al., 2016; Gu et al., 2017).

Para os valores de distribuição da produção durante o ciclo produtivo (Figura 2 C), no mês de agosto, a cultivar Benicia obteve a maior média. Nos meses de setembro, novembro e dezembro, a cultivar Camino Real obteve os maiores índices, não diferenciando da cultivar Benicia no mês de setembro. Nos meses de janeiro, fevereiro e

março, a cultivar San Andreas obteve os maiores índices de produtividade, não diferenciando da cultivar Merced no mês de janeiro. Não houve diferença estatística entre as médias de produção para todos os genótipos avaliados no mês de outubro

Inicialmente, a cultivar Benicia apresentou melhores resultados devido, principalmente, apresentar maior número de frutas e com maior massa média no mês de agosto. A cultivar Camino Real manteve-se como genótipo mais produtivo nos meses de setembro, novembro e dezembro, sendo que nestes mesmos meses obteve os maiores valores de número de frutas por planta.

Esta cultivar manteve-se com bons índices de produtividade por 4 meses (setembro, outubro, novembro e dezembro), obtendo pico produtivo em novembro. A cultivar Camino Real apresenta frutas com massa média elevada, em quase todo seu ciclo produtivo, sendo esta característica importante para a comercialização de frutas in natura. Segundo Chandler et al. (2005), a cultivar Camino Real produz frutas com massa média elevada e com distribuição uniforme durante todo o ciclo produtivo, sendo esta característica muito apreciada pelos produtores e consumidores.

Para a variável número total de frutas por planta (NTF), a cultivar Camino Real obteve o melhor resultado (35,46 frutas planta⁻¹), diferindo dos demais genótipos (Tabela 2). A cultivar Albion obteve o menor número de frutas por planta. Araújo et al., (2016) e Costa et al., (2017) avaliando o comportamento da cultivar Camino Real em cultivo convencional no solo, encontraram valores inferiores ao presente trabalho, 14,3 e 24,33 frutas planta⁻¹, respectivamente. Já Paulus et al., (2018) avaliando a mesma cultivar em sistema fora do solo, encontrou valores próximos ao do presente estudo (34,3 frutas planta⁻¹), no estado do Paraná.

Tabela 2. Número total de frutas (NTF), massa média de fruta (MMF) e massa total de frutas (MTF) de genótipos de morangueiro. Pelotas/RS, 2020

Genótipos	NTF	MMF	MTF
Albion	17,80 d	13,00 b	231,17 d
San Andreas	25,75 bc	13,80 ab	355,38 bc
Camino Real	35,46 a	15,30 a	543,29 a
Benicia	27,59 b	14,83 ab	406,33 b
Merced	30,66 ab	15,08 ab	461,34 ab
Sel. 2015-35-25	19,46 cd	14,83 ab	289,54 cd
Sel. 2015-32-5	18,88 cd	14,18 ab	267,29 cd
CV %	12,07	7,86	12,89

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

Estes resultados demonstram que o cultivo protegido tende a melhorar os índices produtivos da cultura do morangueiro, visto que, nas condições de cultivo convencional, a cultura fica mais suscetível ao aparecimento de doenças, ataque de pragas, intempéries climáticas, desequilíbrios nutricionais e déficit hídrico, acarretando em menor produtividade.

Para os valores referentes a massa média de fruta (MMF), a cultivar Camino Real produziu as frutas com maior massa média (15,30 g fruta⁻¹), diferindo apenas da cultivar Albion, que apresentou os menores valores (13,00 g fruta⁻¹). Copetti et al., (2013) avaliando diferentes cultivares de morangueiro em sistema hidropônico (NFT), para a cultivar Camino Real, encontraram valores próximos aos do presente trabalho (15,24 g fruta⁻¹). Os resultados encontrados por Paulus et al., (2018) (13,83 g fruta⁻¹) em sistema fora do solo com substrato, corroboram com o presente estudo, onde a cultivar Camino Real se destaca das demais por produzir o maior número de frutas por planta e apresentar as frutas com maior massa média, resultando em maior produtividade total.

Para as médias de massa total de frutas (MTF), a cultivar Camino Real foi a mais produtiva (543,29 g planta⁻¹), não diferindo da cultivar Merced e diferenciando-se dos demais genótipos. A cultivar Albion apresentou a menor produtividade dentre os materiais avaliados (231,17 g planta⁻¹). Estes resultados são superiores aos encontrados por Vignolo et al. (2012) para a cultivar Camino Real cultivada em sistema convencional (240,9 g planta⁻¹) e aos encontrados por Carini et al. (2015) em sistema de base ecológica (528,61 g planta⁻¹), nas condições edafoclimáticas de Pelotas. Portela et al. (2012) avaliando a cultivar Camino Real em sistema hidropônico NFT (Nutrient Film Technique), encontraram produtividade média de 207,8 g planta⁻¹.

Já Gonçalves et al., (2016) em sistema convencional e Paulus em cultivo fora do solo encontram valores superiores aos do presente trabalho, 732,1 e 715,3 g planta⁻¹, respectivamente. Estas discrepâncias de resultados em diferentes sistemas produtivos demonstram que a cultivar responde de forma diferenciada a cada um deles, condições climáticas do local e ciclo e tecnologias adotadas.

As cultivares de dia curto obtiveram melhores resultados em comparação com as seleções avançadas e as cultivares de dias neutros (San Andreas e Albion). O desempenho destas diferentes cultivares em uma mesma estação de plantio pode ser explicado por fatores genéticos e a interação com o ambiente. As condições climáticas da casa de vegetação, como intensidade da luz, temperatura e fertirrigação afetam o desempenho das cultivares de morangueiro (Pineli et al., 2012).

Os valores referentes as avaliações físico-químicas são apresentados na Tabela 3. A cultivar Albion apresentou os maiores teores de sólidos solúveis, diferenciando dos demais genótipos. Os teores de sólidos solúveis tendem a aumentar continuamente durante o processo de maturação, sendo que estes valores variam de 6,6 °Brix quando verdes a 9 °Brix quando maduros (Ornelas-paz et al., 2013).

Tabela 3. Teor de Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (Ratio) em frutas de genótipos de morangueiro. Pelotas/RS, 2020

Genótipos	SS	AT	pH	Ratio
Albion	11,2 a	0,86 b	3,55 ab	13,01 a
San Andreas	6,8 e	0,71 d	3,51 ab	9,62 de
Camino Real	7,2 de	0,80 c	3,36 b	9,05 e
Benicia	8,1 cd	0,71 d	3,64 a	11,43 bc
Merced	9,1 bc	0,91 a	3,36 b	9,99 cde
Sel. 2015-35-25	8,6 c	0,82 c	3,55 ab	10,52 cd
Sel. 2015-32-5	10,2 ab	0,82 c	3,60 a	12,48 ab
CV %	5,46	1,80	2,91	5,75

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

A cultivar Albion destaca-se pelo elevado teor de SS em suas frutas (11,2 °Brix). Diversos trabalhos corroboram com os resultados encontrados no presente estudo (Fontana et al., 2016; Chaves et al., 2017; Kobi et al., 2018; Costa, et al., 2019). O maior acúmulo de SS nas frutas da cultivar Albion e da seleção 2015-32-5 está relacionado principalmente a fatores genéticos, intrínseco de cada material, além da baixa quantidade de frutas produzidas por planta, o que diminui a competição por fotoassimilados, permitindo maior concentração destes compostos.

Na literatura, se encontra uma ampla faixa de valores para as diversas cultivares existentes, porém, as características genéticas de cada cultivar, período do ano em que é feita a coleta de frutas, condições nutricionais e manejo da água podem influenciar fortemente os teores de sólidos solúveis presentes nas frutas do morangueiro (Cocco, 2014; Leminska et al., 2014; Rahman et al., 2014).

Para o teor de acidez titulável (AT), foi constatado que a cultivar Merced obteve os maiores teores de ácido cítrico. O sabor das frutas do morangueiro é uma de suas características mais atraentes, sendo que esta é determinada pelo balanço entre a quantidade de açúcar e os ácidos presentes nas frutas (Oliveira & Bonow, 2012). Segundo Chitarra & Chitarra (2005), as frutas do morangueiro devem possuir valores máximos de

acidez de 0,80 %, sendo que valores acima destes, podem comprometer a relação SS/AT, fazendo com que nas frutas, sobressaia-se o sabor ácido.

Para os valores de pH nas frutas de morangueiro, a seleção 2015-32-5 e a cultivar Benicia apresentaram os maiores valores. Entre os ácidos presentes nas frutas de morangueiro, em maior quantidade encontra-se o ácido cítrico e em menor quantidade os ácidos málicos, isocítrico, succínico, oxalacético, glicérico e glicólico (Azevedo, 2007). Este mesmo autor destaca que, embora fatores climáticos possuem forte influência sobre as características de qualidade das frutas, os valores de pH dependem de fatores intrinsecamente genéticos.

Para o mercado de frutas in natura, tem-se preferência por frutas com pH menos ácidos (valores acima de 3,5), e as frutas de morangueiro com pH mais ácido (valores abaixo de 3,5) são mais apropriados para o uso industrial. Neste trabalho, as cultivares Camino Real e Merced apresentaram baixos valores de pH, estando mais aptas ao processamento (Rodas et al., 2013).

A relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (Ratio) é uma das formas mais utilizadas para se avaliar o sabor das frutas, e para os genótipos avaliados, a cultivar Albion obteve os maiores valores, não diferindo da seleção 2015-32-5. A cultivar Albion obteve o maior valor de SS e valores médios de AT, conferindo a mesma uma relação SS/AT superior. Tal fato está relacionado a menor produção de frutas no ciclo e a características genéticas dos materiais avaliados.

Para a variável firmeza de polpa, houve diferença significativa, onde as seleções 2015-32-5 e 2015-35-25 obtiveram os maiores valores (Tabela 4), diferenciando-se dos demais genótipos avaliados. Estes maiores valores de firmeza de polpa nas seleções avançadas pode ser uma característica de herdabilidade de seus genitores, e segundo Mori (2000) e Murti et al., (2012), a herdabilidade da característica de firmeza de polpa tende a ser média a alta em cruzamentos entre genótipos de morangueiro. Estes resultados indicam avanços do programa de melhoramento genético da Embrapa no desenvolvimento de genótipos com frutas com maior firmeza de polpa, quando comparados às cultivares testadas no presente trabalho.

Os sistemas de produção e as técnicas para controlar fatores ambientais como o cultivo em ambiente protegido e duração da irrigação podem modificar as propriedades de firmeza de polpa das frutas (Krüger et al., 2012; Diel et al., 2018). A firmeza das frutas é influenciada pela composição da parede celular e pelo conteúdo de água e turgor das

células, diminuindo durante o amadurecimento. A manutenção do conteúdo de água e turgor contribui para melhorar a vida útil das frutas pós-colheita (Wietzke et al. 2018).

Tabela 4. Firmeza de polpa (N), Luminosidade (L*), ângulo hue (°Hue) e cromaticidade (C*) em frutas de genótipos de morangueiros no ciclo 2018, Pelotas/RS, 2020

Genótipos	N	L*	°Hue	C*
Albion	0,19 c	41,55 c	30,42 cd	47,34 de
San Andreas	0,16 cd	42,27 bc	30,36 c	51,17 b
Camino Real	0,15 d	39,52 d	29,43 d	41,62 f
Benicia	0,19 c	42,27 bc	31,30 c	46,89 e
Merced	0,24 b	43,04 b	32,73 b	48,77 cd
Sel. 2015-35-25	0,29 a	45,58 a	34,16 a	49,16 c
Sel. 2015-32-5	0,29 a	43,33 b	32,74 b	53,60 a
CV %	7,62	1,18	1,39	1,51

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

Dentre os parâmetros que podem ser utilizados para a definição dos valores de cor, os mais utilizados são luminosidade (L*), cromaticidade (C*) e ângulo hue (°Hue). Os valores de L* são crescentes, de 0 (preto) a 100 (branco), demonstrando maior ou menor brilho. Para esta variável, a seleção 2015-35-25 apresentou os maiores valores. Este resultado demonstra que a cor vermelha da epiderme possuía tons mais claros em comparação com os outros genótipos. Já a cultivar Camino Real possui os menores valores de L*, o que lhe confere um vermelho com tons mais escuros.

A coloração vermelha das frutas do morangueiro é representada pelo ângulo hue (°Hue), sendo que quanto maiores os valores do °Hue, mais a cor se aproxima da tonalidade amarela e quanto menor os valores, mais próximas da cor vermelha. A cultivar Camino Real apresentou os menores valores do °Hue (mais próxima do vermelho) e a seleção 2015-35-25 os maiores valores (mais próxima da cor amarela).

Os valores de Cromaticidade (C*) expressam a saturação e intensidade da cor, demonstrando a pureza da cor vermelha presente nas frutas do morangueiro, sendo que quanto maiores os valores de C*, mais saturada e intensa é a cor. Para esta variável, destaca-se a seleção 2015-32-5, diferenciando-se dos demais genótipos, apresentando cor vermelha mais intensa.

As variáveis referentes a coloração da epiderme das frutas podem ser influenciadas por fatores genéticos e ponto de maturação no momento da colheita. Pode-se afirmar que, no decorrer do período em que foi mantido o experimento, observou-se que a cultivar

Camino Real apresentou as frutas com tons de vermelho mais escuros e a cultivar Merced e a seleções 2015-32-5 e 2015-35-25, frutas mais claras, em tons de alaranjado.

CONCLUSÕES

Nas condições deste trabalho, a cultivar Camino Real apresentou maior produção e frutas com cores mais chamativas que os demais genótipos;

As cultivares Albion e Benicia e as seleções 2015-35-25 e 2015-32-5 se destacam dentre os materiais avaliados por sua elevada qualidade sensorial;

As seleções 2015-35-25 e 2015-32-5 apresentam maior firmeza de polpa e frutas de tamanho similar as cultivares testadas;

As seleções avançadas devem ser avaliadas por mais anos em diferentes locais e sistemas de cultivo para se verificar se eles podem ou não ser utilizadas comercialmente.

REFERÊNCIAS

Agüero, J. J.; Salazar, S. M.; Kirschbaum, D. S.; Jerez E. F. Factors Affecting Fruit Quality in Strawberries Grown in a Subtropical Environment, *International Journal of Fruit Science*, v.15, n.2, p.223-234, 2015. <https://doi.org/10.1080/15538362.2015.1017427>.

Calvete, E. O.; Costa, R. C.; Mendonça, H. F. C.; Cecatto, A. P. Sistemas de produção fora do solo. In: Antunes, L. E. C.; Reisser Junior, C.; Schwengber, J. E. (Ed.). *Morangueiro*. Brasília – DF: Embrapa, 2016. p. 219-259.

Carini, F.; Normberg, A. V.; Fonseca, F. D.; Schwengber, J. E. Desempenho produtivo de cultivares de morangueiro em sistema de base ecológica. *Cadernos de Agroecologia*, v.10, n.3, 2016. <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/17433>.

Carvalho, S. P.; Zawadneak, M. A. C.; Andrade, P. F. S.; Zandoná, J. C. O cultivo do morangueiro no Brasil. In: Zawadneak, M. A. C.; Schuber, J. M.; Móggor, A. F. *Como produzir morangos*. Curitiba: UFPR, 2014. p. 278.

Carvalho, S. F.; Ferreira, L. V.; Picolotto, L.; Antunes, L. E. C.; Cantillano, R. F. F.; Amaral, P. A.; Weber, D.; Malgarim, M. B. Comportamento e qualidade de cultivares de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) na região de Pelotas-RS. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, v.14, n.2, p.176-180, 2013. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81329290011>.

Cocco, C. Produção e qualidade de mudas e frutas de morangueiro no Brasil e na Itália. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2014. 124 p. Tese Doutorado. <http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/3016>.

Cocco, C., Andriolo, J. L., Cardoso, F. L., Erpen, L., Schmitt, O. J. Crown size and transplant type on the strawberry yield. *Scientia Agricola*, v.68, n.4, p.489-493, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000400015>.

Copetti, C.; Borges, G. S.; Barcelos-Oliveira, J. L.; Gonzaga, L. V.; Fett, R.; Bertoldi, F. C. Antioxidant activity and productivity of different strawberry cultivars (*fragaria* × *ananassa duch.*) produced in a hydroponic system. *Acta Horticulturae*, v.947, p.367–374, 2012. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2012.947.47>.

Costa, S.I.; Ferreira, L.V.; Benati, J.A.; Cantillano, R.F.F.; Antunes, L.E.C. Parâmetros qualitativos de morangueiros de dias neutros produzidos em cultivo sem solo. *Revista Engenharia na Agricultura - Reveng*, v.27, n.6, p.481-489, 2019. <https://doi.org/10.13083/reveng.v27i6.952>.

Diel, M.I.; Pinheiro, M.V.M.; Thiesen, L.A.; Altíssimo, B.S.; Holz, E.; Schmidt, D. Cultivation of strawberry in substrate: Productivity and fruit quality are affected by the cultivar origin and substrates. *Ciência e Agrotecnologia*, v.42, n.3, p.229-239, 2018. <https://doi.org/10.1590/1413-70542018423003518>.

Dzhanfezova, T.; Barba-Espín, G.; Müller, R.; Joernsgaard, B.; Hegelund, J. N.; Madsen, B.; Larsen, D. H.; Veja, M. M.; Toldam-Andersen, T. B. Anthocyanin profile, antioxidant activity and total phenolic content of a strawberry (*Fragaria* × *ananassa Duch*) genetic resource collection. *Food Bioscience*, v.36, n.100, p.620, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100620>.

Eshghi, S.; Tafazoli, E.; Dokhani, S.; Rahemi, M.; Emam, Y. Changes in carbohydrate contents in shoot tips, leaves and roots of strawberry (*Fragaria* × *ananassa Duch.*) during flower-bud differentiation. *Scientia Horticulturae*, v.113, n.3, p.255–260, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.03.014>.

Fagherazzi, A. F.; Grimaldi, F.; Kretschmar, A. A.; Molina, A. R.; Gonçalves, M. A.; Antunes, L. E. C.; Baruzzi, G.; Rufato, L. Strawberry production progress in Brazil. *Acta Horticulturae*, v.1156, p.937–940, 2017. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1156.138>.

Fontana, D. C.; Cocco, C.; Diel, M. I.; Pretto, M. M.; Holz, E.; Werner, A.; Testa, V.; Caron, B. O.; Stolzle, J.; Pinheiro, M. V. M.; Schmidt, D. The performance of strawberry cultivars in southern Brazil. *International Journal of Current Research*, v.8, n.7, p.33889-33893, 2016. <https://www.journalcra.com/article/performance-strawberry-cultivars-southern-brazil>.

Giampieri, F.; Alvarez-Suarez, J. M.; Battino, M. Strawberry and human health: Effects beyond antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.62: p.3867-3876, 2016. <https://doi.org/10.1021/jf405455n>.

Gimenez, G.; Andriolo, J. L.; Godoi, R. S. Cultivo sem solo do morangueiro. *Ciência Rural*, v.38, n.1, p.273-279, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000100048>.

- Gonçalves, M. A., Cocco, C., Vignolo, G., Picolotto, L., & Antunes, L. E. C. Comportamento produtivo de cultivares de morangueiro estabelecido a partir de mudas com torrão. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, v.2, n.3, p.277-283, 2016. <https://doi.org/10.21674/2448-0479.23.277-283>.
- Gu, S.; Guan, W.; Beck, J. E. Strawberry Cultivar Evaluation under High-tunnel and Organic Management in North Carolina, *HortTechnology*, v.27, n.1, p.84-92, 2017. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH03559-16>.
- Krüger, E.; Josuttis, M.; Nestby, R.; Toldam-Andersen, T. B., Carlen, C., & Mezzetti, B. Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance yield and quality. *Journal of Berry Research*, v.2, p.143-157, 2012. <https://doi.org/10.3233/JBR-2012-036>.
- Lemiska, A.; Pauletti, V.; Cuquel, F. L.; Zawadneak, M. A. C. Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro. *Ciência Rural*, v.44, n.4, p.622-628, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000400008>.
- Mendonça, H.; Calvete, E.O.; Nienow, A.A.; Costa, R.C.; Zerbielli, L.; Bonafé, M. Estimativa do filocrono de morangueiro em sistemas consorciado e solteiro em ambientes protegidos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.34, n.1, p.15-23, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000100005>.
- Mendonça, H.; Müller, A.L.; Tazzo, I.F.; Cavlete, E.O. Accumulated leaf number in strawberry cultivars grown in a greenhouse. *Acta Horticulturae*, v.926, p.295 – 300, 2012. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.926.40>.
- Martínez-Ferri, E.; Soria, C.; Ariza, M. T.; Medina, J. J.; Miranda, L.; Dominguez, P.; Muriel, J. L. Water relations, growth and physiological response of seven strawberry cultivars (*Fragaria × ananassa* Duch.) to different water availability. *Agricultural Water Management*, v.164, n.1, p73-82, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.08.014>.
- Miranda, F. R. de; Silva, V. B. da; Santos, F. S. R. da; Rossetti, A. G.; Silva, C. F. B. da. Production of strawberry cultivars in closed hydroponic systems and coconut fiber substrate. *Revista Ciência Agronômica*, v.45, n.4, p.833-841, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000400022>
- Mori, T. Heritability and selection effectiveness for fruit firmness in strawberry. *Journal of Society Horticultural Science*, n.69, p.90–96, 2000. <https://doi.org/10.2503/jjshs.69.90>.
- 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. *Agrivita, Journal of Agricultural Science*, v.34, n.2, p.105-114, 2012. <http://doi.org/10.17503/agrivita.v34i2.124>.
- Oliveira, A.C.B.; Bonow, S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. *Informativo agropecuário*, v.33, n.268, p.21-26, 2012. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/938845/novos-desafios-para-o-melhoramento-genetico-da-cultura-do-morangueiro-no-brasil>.
- Ornelas-Paz, J. D.; Yahia, E. M.; Ramirez-Bustamante, N.; Perezmartinez, J. D.; Escalante-Minakata, M. D. Physical attributes and chemical composition of organic

strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, cv. Albion) at six stages of ripening. *Food Chemistry*, v.138, n.372-381, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.006>.

Padula, M. C.; Lepore, L.; Milella, L.; Ovesna, J; Malafrente, N.; Martelli, G.; De Tommasi, N. Cultivar based selection and genetic analysis of strawberry fruits with high levels of health promoting compounds. *Food Chemistry*, v.140, n.4, p.639–646, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.025>.

Portela, I. P.; Peil, R. M. N.; Rodrigues, S.; Carini, F. Densidade de plantio, crescimento, produtividade e qualidade das frutas de morangueiro "Camino Real" em hidropônia. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v.34, n.3, p.792-798, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000300019>.

Rahman, M. M.; Rahman, M. M.; Hossain, M. M.; Khaliq, Q. A.; Moniruzzaman, M. Effect of planting time and genotypes growth: yield and quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch). *Scientia Horticulturae*, v.167, p.56–62, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.12.027>.

Rodas, C. L.; Silva, I. P. da; Coelho, V. A. T.; Ferreira, D. M. G.; Souza, R. J. de; Carvalho, J. G. de. Chemical properties and rates of external color of strawberry fruits grown using nitrogen and potassium fertigation. *Idesia (Brasil)* v.31, n.1, p.53-58, 2013. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292013000100007>.

Rosa, H. T.; Walter, L.C.; Streck, N.A.; Andriolo, J.L.; Silva, M.R.; Langne, J.A. Temperatura-base de emissão de folhas e filocrono de algumas cultivares de morangueiro em ambiente subtropical. *Bragantia*, Campinas, v.70, n.4, p.939- 945, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052011000400029>.

Ruan, J.; Lee, Y.H.; Yeoung, Y.R. Flowering and Fruiting of Day-neutral and Ever-bearing Strawberry Cultivars in High-elevation for Summer and Autumn Fruit Production in Korea. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, v.54, n.2, p.109-120, 2013. <https://doi.org/10.1007/s13580-013-0185-9>.

Silva, F. L. da; Marchi, P. M.; Dini, M.; Bonow, S. Distribuição da produção de cultivares de morangueiro em Pelotas. In. IX Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas. Anais. Vacaria/RS, 2017. <http://conferencia.uergs.edu.br/index.php/sbpf/sbpf/schedConf/presentations>.

Souza, D. C. de; Vieira, S. D.; Resende, L. V.; Galvão, A. G.; Ferraz, A. K. L.; Resende, J. T. V. de; Elias, H. H. de S. Propriedades físico-químicas em frutos de híbridos experimentais de morangueiro. *Agrotrópica (Itabuna)*, v.29, n.1, p.85, 2017. <http://dx.doi.org/10.21757/0103-3816.2017v29n1p85-96>.

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. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2015, 124p, Tese Doutorado. <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/3067>.

Vignolo, G. K.; Araujo, V. F.; Antunes, L. E. C.; Picolotto, L.; Vizzotto, M.; Fernandes, A. Produção de frutos e compostos funcionais de quatro cultivares de morangueiro. *Horticultura Brasileira*. v.30, n.2, 2012. <https://core.ac.uk/download/pdf/45509206.pdf>.

Wietzke, A.; Westphal, C.; Gras, P.; Kraft, M.; Pfohl, K.; Karlovsky, P.; Pawelzika, E.; Tschartke, T.; Smit, I. Insect pollination as a key factor for strawberry physiology and marketable fruit quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.258, p.197–204. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.01.036>.

Zanin, D. S.; Fagherazzi, A. F.; Tillwitz, K. V.; Lima, J. M. de; Kretschmar, A. A. Evaluation of advanced selections of strawberry in southern Brazil. *Científica*, v.47, n.4, p.388, 2019. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2019v47n4p388-399>.

Zeist, A. R.; Resende, J. T. V. Strawberry breeding in Brazil: current momentum and perspectives. *Horticultura Brasileira*, v.37, p.007-016, 2019. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620190101>.

Zhang, Y., Jiang, L., LI, Y., Chen, Q., Ye, Y., Zhang, Y., Luo, Y., Sun, B., Wanf, X.; Tang, H. Effect of red and blue light on anthocyanin accumulation and differential gene expression in strawberry (*Fragaria x ananassa*). *Molecules*, v.23, n.4, p.820, 2018. <https://dx.doi.org/10.3390%2Fmolecules23040820>.

5.3 Artigo 3

Avaliação de seleções avançadas de morangueiro do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado de Pelotas/RS.

Evaluation of advanced strawberry selections from the genetic improvement program of Embrapa Temperate Climate of Pelotas / RS.

Evaluación de selecciones avanzadas de fresa del programa de mejoramiento genético da Embrapa Clima Templado de Pelotas / RS.

Eloi Evandro Delazeri

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2645-9664>

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

E-mail: eloidelazeri@gmail.com

Andressa Vighi Schiavon

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0487-1236>

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

E-mail: andressa.vighi@gmail.com

Tais Barbosa Becker

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4816-5504>

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

E-mail: taisbarbosabecker@hotmail.com

Sandro Bonow

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3840-381X>

Embrapa Clima Temperado, Brasil

E-mail: sandro.bonow@embrapa.br

Luís Eduardo Correa Antunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0341-1476>

Embrapa Clima Temperado, Brasil

E-mail: luis.antunes@embrapa.br

Flávio Gilberto Herter

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9652-1756>

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Resumo

A falta de genótipos de morangueiro desenvolvidos nas condições edafoclimáticas brasileiras acarreta em dependência de cultivares desenvolvidas em outros países, elevando os custos de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar seleções avançadas de morangueiro quanto a fenologia, desempenho produtivo, qualidade das frutas, número de coroas por planta e massa seca de coroas e folhas. Foram avaliadas seis seleções avançadas (2015-35-25, 2015-35-22, 2015-35-6, 2015-34-2, 2015-31-9 e 2015-32-5) e duas cultivares (Merced e Camino Real). O experimento foi conduzido em propriedade rural, no município de Pelotas/RS. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições e seis plantas por parcela, totalizando 192 plantas. A seleção 2015-35-25 se destaca nas variáveis plena floração e maturação, sendo a mais precoce. A seleção 2015-35-22 é o genótipo com o estolonamento mais tardio. As cultivares Camino Real e Merced obtiveram as maiores produções de frutas por planta. A maior massa média de fruta foi obtida pela cultivar Merced, 21,96 gramas por fruta. As maiores produções foram obtidas pelas cultivares Merced e Camino Real, 1081,3 e 933,8 g planta⁻¹, respectivamente. A cultivar Camino Real e a seleção 2015-35-25 obtiveram os maiores valores de firmeza de polpa, 1,88 e 1,84 N, respectivamente. A seleção 2015-31-9 obteve o maior valor de massa seca de folhas (40,48 g planta⁻¹).

Palavras – Chave: *Fragaria x ananassa*; adaptabilidade; produção; qualidade de frutas.

Abstract

The lack of strawberry genotypes developed under of Brazilian edaphoclimatic conditions results in dependence on cultivars in other countries, increasing production costs. The objective of this work was to evaluate advanced strawberry selections for phenology, productive performance, fruit quality, number of crowns per plant and dry mass of crowns and leaves. Eight genotypes were evaluated, two commercial cultivars and six selections, being them 2015-35-25, 2015-35-22, 2015-35-6, 2015-34-2, 2015-31-9 e 2015-32-5. The experimental design used was in randomized blocks with four replications and six plants per plot, totalizing 192 plants. The selection 2015-35-25 stands out in the variables full bloom and maturation, being the most precocious. The selection 2015-35-22 is the genotype whit emission of later runners. The cultivars Camino Real and Merced obtained the highest fruit production per plant, 50,28

and 49,23 fruits per plant, respectively. The highest average fruit mass was obtained by the cultivar Merced, 21,96 grams per fruit. The highest yields were obtained by the cultivars Merced and Camino Real, 1081,3 and 933,8 grams per plant, respectively. The cultivar Camino Real and the selection 2015-35-25 obtained the higher pulp firmness values, 1,88 and 1,84 respectively. The selection 2015-31-9 obtained the higher value of dry mass of leaf (40,48 grams per plant).

Key words: *Fragaria x ananassa*; adaptability; production; quality fruit.

Resumen

La falta de genotipos de fresa desarrollados en condiciones edafoclimáticas brasileñas resulta en dependencia de cultivares desarrollados en otros países, aumentando los costos de producción. El objetivo de este trabajo fue evaluar selecciones avanzadas de fresa en cuanto a fenología, comportamiento productivo, calidad del fruto, número de coronas por planta y masa seca de coronas y hojas. Se evaluaron seis selecciones avanzadas (2015-35-25, 2015-35-22, 2015-35-6, 2015-34-2, 2015-31-9 y 2015-32-5) y dos cultivares (Merced y Camino Real). El experimento se realizó en una propiedad rural en el municipio de Pelotas / RS. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con cuatro repeticiones y seis plantas por parcela, totalizando 192 plantas. La selección 2015-35-25 destaca en las variables plena floración y maduración, siendo las más precoces. La selección 2015-35-22 es el genotipo con la última estolonación. Los cultivares Camino Real y Merced tuvieron los mayores rendimientos de frutos por planta. La mayor masa promedio de frutos la obtuvo el cultivar Merced. Los mayores rendimientos los obtuvieron los cultivares Merced y Camino Real, 1081.3 y 933.8 g planta⁻¹, respectivamente. El cultivar Camino Real y la selección 2015-35-25 obtuvieron los valores más altos de firmeza de pulpa, 1,88 y 1,84 N, respectivamente. La selección 2015-31-9 obtuvo el mayor peso seco foliar (40,48 g planta⁻¹).

Palabras clave: *Fragaria x ananassa*; adaptabilidad; producción; calidad de fruta.

1. Introdução

O morangueiro é uma espécie de frutífera de clima temperado produzida em uma ampla escala geográfica, tendo influência das condições ambientais dos locais de cultivo (Fagherazzi et al., 2017, Oliveira & Bonow, 2012). O cultivo de morangueiro tem demonstrado grande importância na diversificação e geração de renda principalmente em pequenas propriedades

rurais, em áreas que variam de 0,2 a 2,0 hectares, havendo também produtores especializados na cultura (Antunes & Perez, 2013; Pádua et al., 2015).

Segundo Oliveira & Bonow (2012), a adaptabilidade de determinada cultivar de morangueiro é definida principalmente pelos fatores temperatura, fotoperíodo e a interação entre estes. Visto que, tais elementos têm efeito direto sobre o início e o fim da fase produtiva, sendo que a floração e frutificação ocorrem sob certas faixas de temperatura e fotoperíodo, onde cada cultivar pode exigir uma faixa específica destas condições (Honjo et al., 2016). De acordo com Costa et al. (2015), a escolha correta da cultivar é um dos determinantes no sucesso da produção de morangueiro, sendo que a interação genótipo ambiente pode não ser favorável a produção.

Desta forma, a avaliação de novos genótipos, principalmente de dias curtos (DC), em cultivo no solo é de extrema importância para os pequenos produtores. As cultivares DC necessitam de fotoperíodos entre 8 e 11h para a indução floral, podendo ser também um processo facultativo, no qual a indução floral ocorre quando a temperatura é maior que 15 °C e abaixo disto, formam gemas florais independentemente do fotoperíodo (Sonsteby, 1997; Sonsteby & Heidi, 2001). A paralização da emissão de flores ocorre sob temperaturas elevadas e constantes entre 28 e 30 °C, independente do fotoperíodo (Sonsteby & Heide, 2006). Deste modo estas cultivares são mais utilizadas em sistemas produtivos convencionais (no solo), visto que, seu período de produção é mais curto em relação as cultivares de dias neutros (DN) permitindo a rotação de culturas, possibilitando ao pequeno produtor diversificar seu sistema produtivo (Gonçalves et al., 2016).

O interesse pelo cultivo do morangueiro fora do solo é crescente, no entanto, a produção no solo utilizando-se sistema de irrigação e fertirrigação por gotejamento, revestimento dos canteiros com *mulching* e cobertura dos canteiros com tuneis baixos ainda é a técnica de menor custo, sendo predominante no cenário nacional. O aumento do poder aquisitivo e a mudança nos hábitos alimentares da população impulsionaram a busca pela fruta e com esta crescente demanda, houve a expansão da cultura e a necessidade de se importar material genético (mudas) de outros países (Antunes et al., 2017).

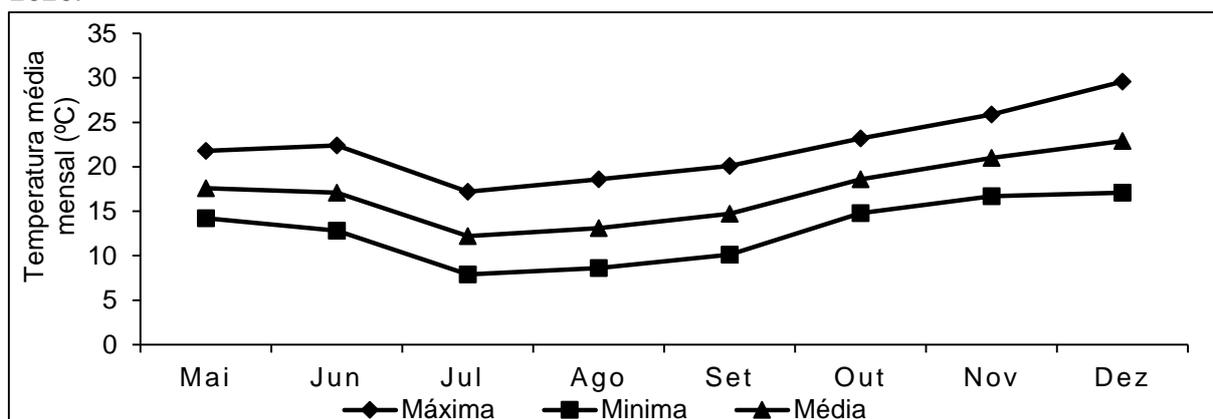
Após um período de descontinuidade dos programas de melhoramento genético existentes no Brasil, a Embrapa retomou seu programa de melhoramento em 2008 e juntamente com a Udesc – SC, UFLA – MG e Unicentro – PR lideram, em nível nacional, o processo de geração de novas cultivares. Além disso, estas instituições buscam o desenvolvimento de sistemas de produção de mudas com qualidade (fisiológica e sanitária) para suprir a demanda dos produtores (Antunes et al., 2020).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento fenológico, produtivo e qualidade das frutas de seleções avançadas do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado de Pelotas/RS além das cultivares Camino Real e Merced.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido de maio a dezembro de 2018, em propriedade rural, localizada na Estrada da Gama, Comunidade Redentor, 9º Distrito – Monte Bonito, interior de Pelotas/RS, coordenadas 31°39'39.9" S 52°25'50.4" W. O clima da região, segundo Köppen, e do tipo “Cfa” – temperado úmido com verões quentes, temperatura do ar e precipitação pluviométrica média anual de 17,9°C e 1500 mm, respectivamente. As temperaturas médias ocorridas durante a realização do trabalho são apresentadas no Gráfico 1.

Figura 1 – Temperaturas médias mensais durante o ciclo produtivo de 2019, Pelotas/RS, 2020.



Fonte: Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado.

Os tratamentos consistiram em cultivares e seleções de morangueiro, sendo avaliadas as cultivares americanas Camino Real e Merced e as seleções do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado, sendo elas seleção 2015-35-25, 2015-35-22, 2015-35-6, 2015-34-2, 2015-31-9 e 2015-32-5. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições e 6 plantas por parcela, totalizando 192 plantas úteis.

Para a implantação, as mudas das cultivares utilizadas foram obtidas de viveiros argentinos. As mudas das seleções foram obtidas de plantas matrizes mantidas em sistema fora do solo. A retirada e plantio dos estolões foi realizado no dia 09/04/2019, sendo os mesmos acomodados em bandejas de poliestireno expandido (Isopor) preenchidas com substrato

Carolina Soil® acrescido de 0,05 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta Ozmocote®. Após o plantio dos estolões, as bandejas foram acomodadas em casa de vegetação com irrigação por aspersão, até o momento do plantio a campo.

O sistema produtivo utilizado foi o convencional no solo, com cobertura plástica de cor cinza (*mulching*) de 30 µm. Para a proteção do cultivo, foi utilizado túnel baixo, utilizando-se filme transparente de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 100 µm. As mudas foram dispostas em canteiro com espaçamento de 0,30 m entre linha e entre plantas. Cada canteiro era composto por três linhas de plantio e entre as linhas, foram dispostas duas fitas gotejadoras com espaçamento entre bicos gotejadores de 0,15 m. Os níveis de pH e fertilidade do solo foram corrigidos conforme resultados da análise de solo realizada anteriormente ao plantio. As irrigações com água foram realizadas quando percebida a necessidade. O plantio das mudas a campo foi realizado no dia 23/05/2019.

O controle do aumento excessivo da temperatura, bem como a renovação do ar no interior dos túneis, foi realizado mediante a abertura lateral do plástico de revestimento nas primeiras horas da manhã e fechamento ao entardecer. Em dias de chuva e ventos fortes, foram mantidos parcial ou totalmente fechados, dependendo das condições climáticas.

As variáveis fenológicas avaliadas foram início e plena floração, início e plena maturação e início e pleno estolonamento, em dias após o plantio. Para o início e plena floração, foi observado quando 50% e 100% das plantas de cada parcela apresentavam pelo menos uma flor aberta, respectivamente. Para início e plena maturação, foi observado quando 50% e 100% das plantas de cada parcela apresentavam pelo menos uma fruta madura, respectivamente. Para início e pleno estolonamento, observou-se quando 50% e 100% das plantas de cada parcela apresentavam uma ponta de estolão formada, respectivamente.

As colheitas iniciaram dia 09/08/2019 e encerraram dia 18/12/2019, sendo realizadas duas vezes por semana. O ponto de colheita foi determinado pela coloração da epiderme, com 100% da epiderme avermelhada, no estágio de maturação completa. Avaliou-se a produção, obtida através do somatório da massa fresca de frutas, sendo expressa em gramas (g) por planta; número médio de frutas, obtido através do somatório do número em cada planta em cada colheita; massa média, expressa em gramas (g fruta⁻¹), obtida pelo quociente entre a massa fresca e o número médio de frutas por planta, durante os períodos de avaliação. A produção foi obtida a partir do somatório da massa em cada colheita. Foram consideradas somente frutas comercializáveis, sem defeitos graves e massa > 6 g fruta⁻¹.

Os parâmetros de qualidade das frutas foram avaliados no mês de novembro, considerado o mês do ápice produtivo. Para a realização da avaliação dos parâmetros de

qualidade, foram selecionados de forma aleatória, dez frutas de cada repetição. O teor de sólidos solúveis foi obtido a partir da homogeneização de uma amostra de dez frutas por repetição, sendo mensurado em refratômetro digital (ATAGO Palette PR-101- α), com compensação de temperatura, cujo os valores foram expressos em °Brix.

A acidez titulável foi obtida através da titulação de uma amostra composta por 2 mL do suco de morango diluída em 90 mL de água destilada com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até pH 8,1 e os resultados expressos em % de ácido cítrico. Com os dados de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT), calculou-se a relação SS/AT.

A variável firmeza de polpa foi mensurada com penetrômetro eletrônico TA-TX plus (Stable Micro Systems Texture Technologies, Scarsdale NY), utilizando-se uma ponteira P2 (2mm), sendo realizadas duas leituras em faces opostas das frutas, na porção equatorial e os resultados expressos em Newton (N).

A coloração das frutas foi obtida por leituras realizadas na região equatorial dos mesmos, com auxílio de colorímetro Minolta 300, dotado de fonte de luz D65, com abertura de 8 mm de diâmetro. As medições foram realizadas na escala tridimensional L^* , a^* e b^* do sistema CIELAB e os resultados expressos em valores da tonalidade da coloração °Hue (ângulo hue), luminosidade (L^*) e cromaticidade (C^*).

Ao final do ciclo produtivo, as plantas foram fracionadas em coroas (para obtenção das variáveis número de coroas planta⁻¹ e massa média de coroa) e folhas (massa seca de folhas), sendo colocadas em estufa a 65 °C e circulação de ar forçada, até obtenção de massa constante. As porções de folhas retiradas nas limpezas realizadas no decorrer do ciclo produtivo foram incorporadas ao valor final de massa seca de folhas e os valores expressos em g planta⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro, com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.6.

3. Resultados e discussão

As variáveis referentes ao comportamento fenológico dos genótipos avaliados são apresentadas na Tabela 1. Para o início de floração e plena floração, as cultivares Merced e Camino Real apresentaram a maior necessidade em dias após o plantio para iniciarem a abertura das primeiras flores e a floração plena.

Tabela 1 – Início e plena floração, início e plena maturação em genótipos de morangueiro no ano de 2019, Pelotas/RS, 2020.

Genótipo	Início floração	Plena floração	Início maturação	Plena maturação
Merced	61 a	75 a	96 a	106 a
Camino Real	57 a	71 a	97 a	105 a
Sel. 2015-35-25	39 b	49 b	80 b	89 b
Sel. 2015-35-22	42 b	55 ab	79 b	98 ab
Sel. 2015-35-6	42 b	56 ab	81 b	94 ab
Sel. 2015-34-2	41 b	60 ab	84 b	102 ab
Sel. 2015-31-9	44 b	60 ab	78 b	93 ab
Sel. 2015-32-5	39 b	58 ab	80 b	101 ab
Média	46	61	84	99
CV %	10,93	13,55	4,95	6,63

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

*Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

As seleções avaliadas apresentaram comportamento mais precoce para as variáveis fenológicas de floração, destacando-se a seleção 2015-35-25 como a mais precoce, necessitando de apenas 49 dias após o plantio para que todas as plantas apresentassem flores abertas. Esta resposta é condicionada principalmente pelas características genéticas do mesmo, podendo ser influenciada pela interação entre temperatura e fotoperíodo (Bradford et al., 2010).

As mudas das cultivares utilizadas são de origem importada e necessitam de maior quantidade de dias para iniciarem a emissão de folhas, reestruturação do sistema radicular e posteriormente iniciar o ciclo produtivo. As mudas das seleções utilizadas são do tipo *plug-plant* (mudas de torrão), visto que, algumas folhas são mantidas e o sistema radicular já está formado, resultando em menor necessidade de dias para a adaptação as condições edafoclimáticas e início da floração.

Outro fator que possivelmente influenciou a maior precocidade das seleções foi a condição climática no momento da implantação do experimento (Gráfico 1). As temperaturas médias observadas no período de plantio variam de 14,2 a 21,8 °C. De acordo com Passos et al. (2015), regiões de clima ameno, como Pelotas-RS, temperaturas na faixa de 13-26 °C são favoráveis para a floração e a frutificação do morangueiro.

Os valores atribuídos ao início da maturação e plena maturação das frutas diferiram estatisticamente, demonstrando que a cultivares Merced e Camino Real necessitaram de maior quantidade de dias para atingir a plena maturação, em relação as seleções avaliadas. Já a Seleção 2015-35-25 foi o genótipo mais precoce dentre todos os materiais avaliados. Esta resposta pode estar atrelada a temperatura, que segundo Sonstebly et al. (2016), é tão importante quanto o

fotoperíodo na indução da floração de genótipos de dias curtos, sendo que temperaturas mais baixas a noite podem induzir a diferenciação floral no morangueiro.

Para os valores referentes ao início do estolonamento, as seleções 2015-35-22, 2015-35-6 e a cultivar Merced apresentaram comportamento tardio, para o início da emissão de estolões (Tabela 2). Para a variável pleno estolonamento, a seleção 2015-35-22 apresentou o maior valor, indicando que este genótipo inicia a fase vegetativa, com a emissão de estolões, mais tardiamente que os demais genótipos, mantendo-se produtiva por um período mais prolongado que os demais genótipos.

Tabela 2 – Início e pleno estolonamento de genótipos de morangueiro no ano de 2019. Pelotas/RS, 2020.

Genótipo	Início do estolonamento	Pleno estolonamento
Merced	188 a	196 ab
Camino Real	177 ab	197 ab
Sel. 2015-35-25	177 ab	195 ab
Sel. 2015-35-22	189 a	206 a
Sel. 2015-35-6	189 a	193 ab
Sel. 2015-34-2	167 b	180 b
Sel. 2015-31-9	175 ab	188 b
Sel. 2015-32-5	177 ab	195 ab
Média	179	194
CV %	4,25	3,92

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

*Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

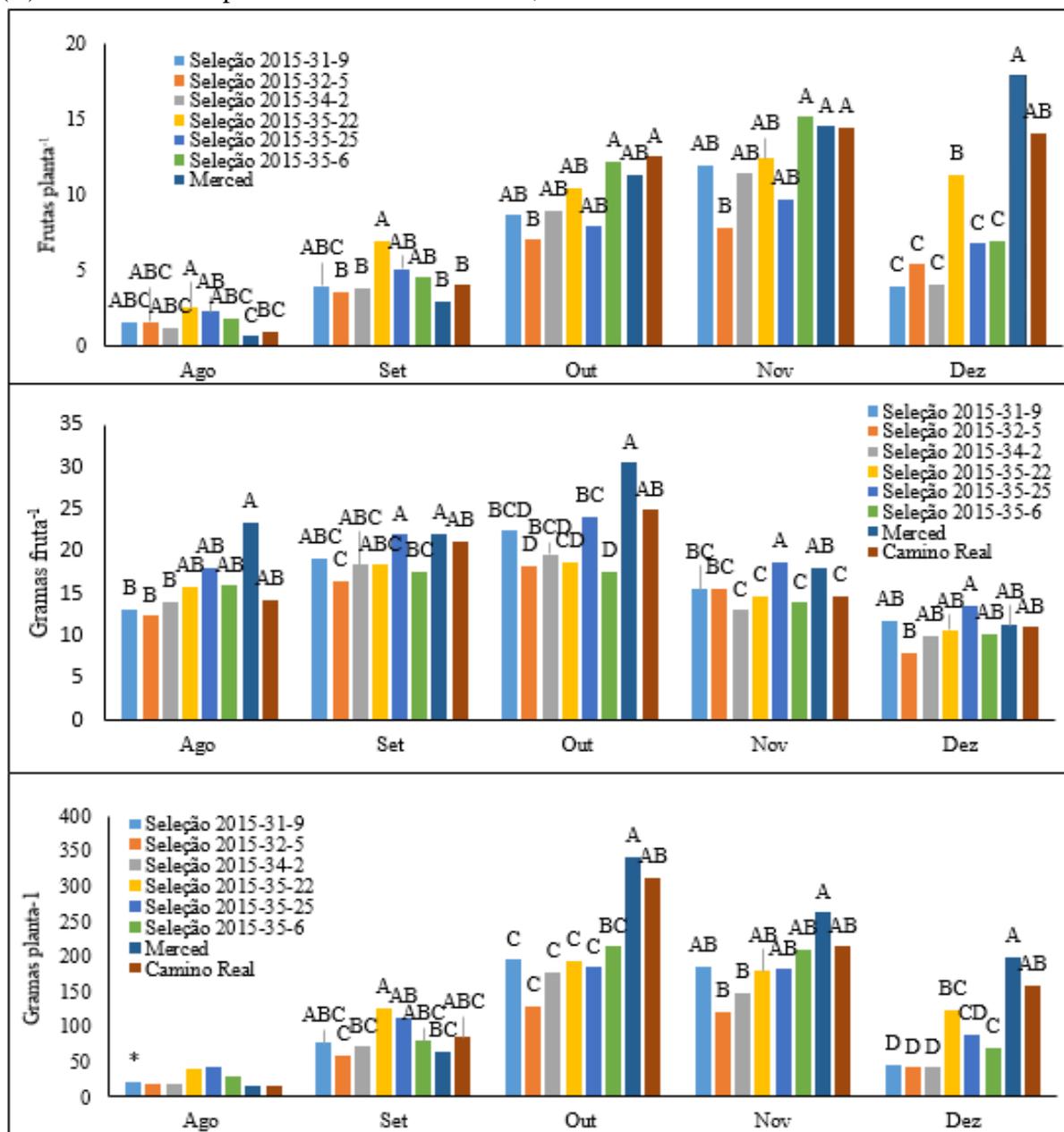
A emissão de estolões tem início, para a maioria das cultivares de dias curtos, quando o comprimento do dia é maior que 12 horas e a temperatura está entre 22 °C e 24 °C (Ronque, 1998). Segundo Bradford et al. (2010), a emissão de estolões nestas condições pode ser considerada normal para genótipos de dias curtos e as plantas de morangueiro são estimuladas a propagação vegetativa, através da emissão de estolões.

O período de estolonamento é influenciado principalmente pela temperatura, conseqüentemente, tanto a amplitude térmica diária quanto o período de elevadas temperaturas determinam o período de estolonamento (Oliveira et al., 2010). Já Tworkoski et al., (2001) descreve que a produção de estolões é uma característica genética, sendo característica de cada genótipo, corroborando com os resultados de presente trabalho.

Os valores referentes ao número de frutas por planta, massa média de frutas e produção durante o período produtivo (meses) são apresentados na Figura 2. No mês de agosto e

setembro, destaca-se a seleção 2015-35-22 como a mais produtiva. No mês de outubro, a cultivar Camino Real e a seleção 2015-35-6 apresentaram os melhores resultados. Já no mês de novembro, a seleção 2015-35-6 e as cultivares Merced e Camino Real apresentaram os melhores resultados. No mês de dezembro, a cultivar Merced apresentou os melhores resultados, diferindo dos demais genótipos avaliados.

Figura 2 - Número de frutas por planta (A), massa média de frutas (B) e produção por planta (C) durante o ciclo produtivo de 2019. Pelotas, 2020.



Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Fonte: Autores, 2020.

Para a maioria das seleções avaliadas, o pico produtivo ocorre nos meses de outubro e novembro, porém, observa-se que a seleção 2015-35-22 obteve seu pico produtivo no mês de novembro, além de apresentar produção precoce e manter produção estável em todo o ciclo produtivo. A cultivar Camino Real obteve seu pico produtivo no mês de novembro, obtendo bons índices produtivos nos meses de outubro e dezembro. A cultivar Merced demonstra ser mais tardia em relação aos demais genótipos avaliados, com pico produtivo no mês de dezembro.

Segundo Bradford et al. (2010), a temperatura exerce a maior influência sobre a floração das plantas de morangueiro de dias curtos, sendo que a medida que a temperatura aumenta, diminuem-se o número de inflorescências por planta e o número de flores por inflorescência. Ainda, para estes autores, cada genótipo pode exigir uma faixa de temperatura diferenciada para a manutenção da floração.

Shaw & Larson (2013) descrevem que a cultivar Merced produz frutas por um longo período quando tratadas adequadamente em climas áridos e subtropicais, o que explicaria o seu comportamento, sendo que esta apresentou maior tolerância a elevação das temperaturas, mantendo a produtividade.

Os valores de massa média de fruta durante o período produtivo são demonstrados na Figura 2 B, nos meses de agosto, setembro e outubro, destaca-se a cultivar Merced com as frutas de maior massa média, não diferenciando da seleção 2015-35-25 no mês de setembro. Nos meses de novembro e dezembro, destaca-se a seleção 2015-35-25 com as frutas com maior massa média.

Observa-se aumento gradativo nos valores de massa média de fruta nos meses de agosto, setembro e outubro, sendo que em novembro estes valores diminuem. A diminuição dos valores de massa média de fruta no mês de novembro coincide com o período de maior produção de frutas por planta, para a maioria dos genótipos avaliados. O maior número de frutas por planta significa maior quantidade de drenos e maior distribuição de fotoassimilados, resultando em um número de frutas de menor tamanho.

Genótipos de dias curtos tendem a diminuir a emissão de novas inflorescências com o aumento da temperatura e fotoperíodo, resultando em menor produção. Além disto, as elevadas temperaturas aceleram o amadurecimento das frutas, ocasionando uma menor massa média de frutas (Ledesma & Sugiyama, 2005, Wang & Camp, 2000).

Para os valores de distribuição da produção (g planta^{-1}) durante o período produtivo (Figura 2 C), não houve diferença significativa entre os genótipos no mês de agosto. No mês

de setembro, a seleção 2015-35-22 apresentou a maior produção. Nos meses de outubro, novembro e dezembro, a cultivar Merced apresentou os maiores valores de produção.

As maiores produtividades observadas ocorrem nos meses de outubro e novembro, corroborando com o exposto por Cocco (2014). Neste período, ocorre as maiores concentrações de oferta da fruta, o que reduz de forma acentuada o retorno financeiro aos produtores.

Esta concentração de produção em um curto período se deve principalmente a dependência na importação das mudas, sendo que as mesmas são implantadas no período de abril e maio (ZEIST; RESENDE, 2019). A utilização de mudas nacionais com qualidade sanitária e fisiológica, genótipos adaptados as diferentes condições edafoclimáticas e a utilização de genótipos de dias neutros podem antecipar e/ou prolongar o período produtivo, diminuindo a concentração de safra.

Para os valores referentes ao número total de frutas por planta (NTF), a cultivar Camino Real obteve o melhor resultado (50,28 frutas planta⁻¹), não diferindo da cultivar Merced (49,23 frutas planta⁻¹) e das seleções 2015-35-22 (43,58 frutas planta⁻¹) e 2015-35-6 (42,56 frutas planta⁻¹) (Tabela 3). A cultivar Camino Real produziu 98% a mais de frutas por planta em comparação com a seleção 2015-32-5 (pior resultado). Mendonça et al., (2017) avaliando cultivares de morangueiro em ambiente protegido, encontraram valores inferiores para a cultivar Camino Real (25 frutas planta⁻¹). Já Zeist et al., (2019), em sistema convencional de produção (solo), encontraram valores superiores aos do presente trabalho (66,7 frutas planta⁻¹).

Tabela 3 – Número total de frutas (NTF), massa média de frutas (MMF) e massa total de frutas (MTF) de genótipos de morangueiro no ano de 2019. Pelotas/RS, 2020.

Genótipo	NTF	MMF	MTF
Merced	49,23 a	21,96 a	1081,2 a
Camino Real	50,28 a	18,58 bc	933,8 a
Sel. 2015-35-25	31,70 c	20,45 ab	646,4 b
Sel. 2015-35-22	43,58 ab	16,28 cd	706,5 b
Sel. 2015-35-6	42,56 ab	15,38 d	654,8 b
Sel. 2015-34-2	32,83 bc	15,68 d	517,5 bc
Sel. 2015-31-9	31,10 c	17,68 cd	536,2 bc
Sel. 2015-32-5	25,38 c	15,86 cd	399,8 c
Média	38,33	17,73	684,5
CV %	12,09	6,65	12,88

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

A cultivar Merced apresentou boa adaptação as condições edafoclimáticas da região e ao sistema de cultivo no solo com túneis baixos, produzindo grande quantidade de frutas

comercialmente viáveis. Kirschbaum et al., (2019) avaliando a cultivar Merced, nas condições edafoclimáticas da Argentina, encontrou valores médios de 16 frutas por planta, valores estes muito abaixo dos encontrados no presente trabalho. Segundo Shaw e Larson (2013), a cultivar Merced produz frutas de forma semelhante a cultivar Camarosa, com maior produtividade, maior qualidade, frutas menos vigorosas e com cores mais claras.

As seleções 2015-35-22 e 2015-35-6 obtiveram produção de frutas de forma similar as cultivares avaliadas, demonstrando que estes materiais apresentam melhor adaptação as condições edafoclimáticas onde foram cultivadas. Por outro lado, as seleções 2015-34-2, 2015-35-25, 2015-31-9 e 2015-32-5 obtiveram os piores resultados, demonstrando que as respostas aos estímulos ambientais (temperatura e fotoperíodo) exerceram respostas particulares para todos os genótipos avaliados (TAYLOR, 2002). O número total de frutas por planta tem relação direta com a interação genótipo-ambiente, sendo que os fatores temperatura e fotoperíodo são determinantes nas variáveis de produtividade (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Os valores atribuídos a massa média de fruta (MMF) (g fruta^{-1}) demonstram que a cultivar Merced apresenta as frutas com a maior massa média, não diferindo da seleção 2015-35-25. As frutas da cultivar Merced apresentam massa média de fruta 43% maiores que as frutas da seleção 2015-35-6, a qual apresentou as frutas com menor massa media. Palha, Pestana e Oliveira (2019) encontraram valores inferiores ao presente estudo ($16,1 \text{ g fruta}^{-1}$), avaliando a cultivar Merced nas condições climáticas de Portugal. Já Kirschbaum et al., (2019) avaliando a cultivar Merced em sistema convencional de produção, encontraram valores próximos ao presente trabalho ($19,5 \text{ g fruta}^{-1}$).

Este resultado sugere que a cultivar Merced e a seleção 2015-35-25 produzem frutas de tamanho superior aos demais genótipos, sendo esta uma característica genética das plantas. Segundo Carvalho et al., (2013), o tamanho das frutas é a principal característica para a comercialização na forma *in natura*, visto que estas chamam a atenção dos consumidores. O produtor deverá optar pela cultivar com as características que mais interessam ao mercado onde ele está inserido, sem perdas em qualidade e produtividade (OTTO et al., 2009). Estes mesmos autores citam que frutas com massa média a partir de 12 g fruta^{-1} possuem boa capacidade comercial, no presente estudo, todos os genótipos avaliados possuem massa média acima deste valor.

Para a variável massa total de frutas por planta (MTF), a cultivar Merced obteve o melhor resultado ($1081,2 \text{ g planta}^{-1}$), não diferindo da cultivar Camino Real ($933,8 \text{ g planta}^{-1}$). As cultivares Merced e Camino Real obtiveram produções 170% e 134% maiores em relação a seleção 2015-32-5 (pior resultado), respectivamente. Para Mathey et al., (2017), a

recomendação de cultivares deve ser feita de forma regionalizada, uma vez que morangueiros com alto desempenho em uma região podem não desempenhar satisfatoriamente em outra. Nestas condições, as duas cultivares apresentaram desempenho satisfatório quanto a produção.

Avaliando a cultivar Merced em sistema convencional de produção, Kirschbaum et al., (2019) obtiveram produção de 282,11 g planta⁻¹ (Argentina) e Palha, Pestana e Oliveira (2019) obtiveram produção de 524,0 g planta⁻¹ (Portugal). Os valores encontrados por estes autores são muito inferiores aos encontrados no presente trabalho, demonstrando maior adaptação desta cultivar as condições edafoclimáticas da região sul do estado do Rio Grande do Sul.

As cultivares Merced e Camino Real e a seleção 2015-35-22 obtiveram rendimento acima da média brasileira (em torno de 700 g planta⁻¹) (Fagherazzi et al., 2017). As seleções 2015-35-6 e 2015-35-25 obtiveram rendimento muito próximos ao da média brasileira, 646,4 e 654,8 g planta⁻¹, respectivamente, demonstrando grande capacidade produtiva. Seu desempenho pode ter sido limitado por fatores genéticos, ambientais e pela interação dos mesmos, podendo em outras condições superar estes valores.

Dentre os fatores ambientais que exercem maior influência, pode-se destacar a temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e incidência de pragas e doenças (COSTA et al., 2015). Desta forma, genótipos gerados em determinada região podem se comportar de forma adversa em outra, sendo necessárias mais avaliações para confirmação ou descarte de determinado genótipo (ZANIN et al., 2020).

Os valores atribuídos a concentração de sólidos solúveis (SS) não apresentaram diferença estatística entre os genótipos avaliados (Tabela 4). Observa-se valores de SS abaixo dos recomendados para frutas comerciais (7 °Brix) (Chitarra; Chitarra, 2005) (PBMH & PIMO, 2009). Os valores de SS obtiveram valores médios de 6,67 °Brix, se mantendo na faixa de 6,00 °Brix, seleção 2015-35-6 (menor valor) a 6,55 °Brix, seleção 2015-32-5 (maior valor).

As avaliações referentes a qualidade físico-químicas das frutas foram realizadas no mês de novembro, coincidindo com o período de maior produção de frutas por planta, Baruzzi et al., (2014) descrevem que, quanto maior a produtividade, menor o acúmulo de sólidos solúveis em frutas de morangueiro devido a maior distribuição de fotoassimilados. Além da elevada produção no mês de novembro, o aumento das temperaturas pode ter influenciado negativamente nesta variável, visto que, temperaturas elevadas aceleram o processo de maturação (GONÇALVES et al., 2016).

Tabela 4 – Teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) em frutas de genótipos de morangueiro no ano de 2019. Pelotas/RS, 2020.

Genótipo	SS	AT	pH	Relação SS/AT
Merced	6,13 *	0,66 *	3,66 *	10,25 *
Camino Real	6,48	0,63	3,75	10,65
Sel. 2015-35-25	6,13	0,69	3,71	9,25
Sel. 2015-35-22	6,30	0,59	3,78	10,10
Sel. 2015-35-6	6,00	0,59	3,78	10,08
Sel. 2015-34-2	6,53	0,65	3,73	9,33
Sel. 2015-31-9	6,05	0,66	3,73	9,13
Sel. 2015-32-5	6,55	0,71	3,74	8,98
Média	6,27	0,65	3,74	9,72
CV %	13,86	2,18	13,32	7,86

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

Para a variável acidez titulável (AT), os genótipos avaliados não apresentaram diferença estatística, sendo que os menores valores foram apresentados pelas seleções 2015-35-22 e 2015-35-6 (0,59 g 100 g⁻¹ de ácido cítrico) e os maiores valores foram apresentados pela seleção 2015-32-5 (0,71 g 100 g⁻¹ de ácido cítrico).

Os valores de potencial hidrogeniônico (pH) de polpa não apresentaram diferença estatística entre os genótipos avaliados. A cultivar Merced apresentou os menores valores (3,66) e as seleções 2015-35-22 e 2015-35-6 os maiores valores (3,78), respectivamente. Morangos com pH mais ácido (valores abaixo de 3,5), são mais apropriados para o uso industrial, sendo que para o mercado de frutas *in natura*, tem-se preferência por frutas com pH menos ácidos (valores acima de 3,5) (RODAS et al., 2013). No presente trabalho, todos os genótipos apresentaram valores de pH acima de 3,5, demonstrando grande aptidão para a comercialização *in natura*.

Os valores da relação SS/AT não obtiveram diferença estatística entre os genótipos avaliados com valores médios de 9,72. Os valores observados se mantiveram na faixa de 8,98 para a seleção 2015-32-5 (menor valor) e 10,65 para a cultivar Camino Real (maior valor). Todos os genótipos avaliados expressam boa capacidade para a aceitação e comercialização *in natura*, com valores de SS/AT superiores aos descritos por KADER (2002). O mesmo autor descreve que para obtenção de um *flavour* aceitável em frutas de morangueiro, este deve conter um mínimo de 7,0 °Brix, valores máximos de AT de 0,80 e Ratio acima de 8,75.

Para os valores referentes a firmeza de polpa, a cultivar Camino Real obteve o melhor resultado, não diferenciando das seleções 2015-35-25, 2015-35-6, 2015-32-5, 2015-35-22, 2015-34-2 e cultivar Merced (Tabela 5). Segundo Shaw e Larson, (2002), a cultivar Camino Real apresenta frutas com massa média elevada e firmes, similares as frutas da cultivar Camarosa.

Segundo Salentijn et al., (2003), a firmeza de polpa é uma característica que possui elevada capacidade de herdabilidade em progênies de morangueiro, podendo chegar a 50% (MURTI; KIM; YEOUNG, 2012). Estes resultados sugerem que tanto a cultivar Camino Real, a cultivar Merced quanto a seleções 2015-35-25, 2015-35-6, 2015-32-5, 2015-35-22, 2015-34-2 tenham genitores com elevada firmeza de polpa.

Tabela 5 – Firmeza de polpa (N), luminosidade (L*), ângulo hue (°Hue) e cromaticidade (C*) em frutas de genótipos de morangueiro no ano de 2019. Pelotas/RS, 2020.

Genótipo	N	L*	°Hue	C*
Merced	1,62 ab	35,0 *	33,9 *	41,7 *
Camino Real	1,88 a	35,6	32,7	41,2
Sel. 2015-35-25	1,84 a	35,5	33,9	41,3
Sel. 2015-35-22	1,64 ab	35,3	33,5	39,5
Sel. 2015-35-6	1,72 ab	34,9	34,6	39,3
Sel. 2015-34-2	1,63 ab	35,7	34,5	41,4
Sel. 2015-31-9	1,36 b	35,6	33,9	41,1
Sel. 2015-32-5	1,65 ab	34,4	32,7	39,0
Média	1,67	35,3	33,7	40,6
CV %	11,11	6,57	8,28	10,98

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

Com o amadurecimento das frutas, ocorre um amolecimento da parede celular, devido à coordenação e ação de diferentes proteínas (principalmente hidrolases) sobre as pectinas e hemicelulose (BRUMMELL; HARPSTER, 2001). Agüero et al., (2015) descrevem que altas temperaturas do ar e excesso de água (irrigação ou precipitação) afetam negativamente a firmeza de polpa das frutas de morangueiro.

Para a variável L*, não houve diferença estatística entre os genótipos avaliados (Tabela 6). O valor médio encontrado foi de 35,3, sendo que o menor valor encontrado foi de 34,4 para a seleção 2015-32-5 e o maior valor, de 35,7 para a seleção 2015-34-2. Os valores de L* representam o grau de luminosidade da cor medida, sendo que valores próximos de 0 (zero),

apresentam cores mais escuras e valores de L* mais próximos de 100 (cem) apresentam cores mais claras.

Os valores atribuídos ao ângulo hue (°Hue) não apresentaram diferença estatística, obtendo valores médios de 33,7. O menor valor foi observado na seleção 2015-32-5 (32,7) e maior valor na seleção 2015-35-6 (34,6). Os valores do °Hue indicam a direção da cor, sendo que valores próximos de 0 tendem ao vermelho e próximos a 60 tendem ao amarelo.

Os valores de C* não apresentaram diferença estatística entre os genótipos avaliados, com valores médios de 40,6. Os valores de C* expressam a intensidade da cor medida, sendo que valores próximos a 0 indicam cores neutras (cinza) e valores próximos a 60 cores mais vívidas.

Segundo Delazeri et al., (2020), a coloração das frutas é um importante parâmetro para produtores e consumidores, determinando o ponto de colheita e comercialização. Para a comercialização das frutas em cadeias curtas, geralmente para consumo *in natura*, as frutas são colhidas com 100% da epiderme vermelha. Já para cadeias longas, devido ao transporte e manuseio, estas são colhidas em estádios iniciais de maturação, com menor coloração vermelha e maior firmeza.

A variável número de coroas planta⁻¹ não apresentou diferença estatística entre os genótipos avaliados (Tabela 6), apresentando valores médios de 2,5 coroas planta⁻¹. Os valores de massa seca de coroas também não apresentaram diferença estatística entre os genótipos avaliados, apresentando valores médios de massa seca de 2,66 g coroa⁻¹.

As plantas das seleções avançadas são originárias de mudas *plug plant*, as quais são oriundas de pontas de estolão. Segundo Cocco et al., (2011), quando as pontas de estolão são retiradas das plantas matrizes, estas possuem diferentes calibres. Estes mesmos autores descrevem que após o período de enraizamento, estas já não apresentam grandes diferenças entre seus calibres, o que pode explicar a equidade entre os valores de massa seca de coroas dos genótipos avaliados.

A variável massa seca de folhas apresentou diferença estatística entre os genótipos avaliados, sendo que a Seleção 2015-31-9 apresentou os maiores valores (40,48 g planta⁻¹) e a Seleção 2015-32-5 os menores valores (32,29 g planta⁻¹). A variável massa seca de folhas representa uma estimativa do crescimento das plantas, sendo que a seleção 2015-31-9 apresenta um crescimento mais vigoroso e maior volume de folhas em comparação com os demais genótipos, ocorrendo o inverso para a seleção 2015-32-5.

Tabela 6 – Numero de coroas por planta (NCP), massa média de coroas (MMC) (g coroa⁻¹) e massa seca de folhas (MSF) (g planta⁻¹) de genótipos de morangueiro no ano de 2019, Pelotas/RS, 2020.

Genótipo	NCP	MMC	MSF
Merced	2,3 *	2,28 *	36,48 ab
Camino Real	2,7	2,83	31,96 ab
Sel. 2015-35-25	2,7	2,63	30,00 ab
Sel. 2015-35-22	2,8	2,53	33,60 ab
Sel. 2015-35-6	2,6	2,73	30,18 ab
Sel. 2015-34-2	2,2	2,76	29,75 ab
Sel. 2015-31-9	2,4	2,63	40,48 a
Sel. 2015-32-5	2,3	2,90	25,90 b
Média	2,5	2,66	32,29
CV %	26,81	24,27	17,93

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV%= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores, 2020.

Em nosso trabalho, os genótipos mais produtivos (número de frutas planta⁻¹ e massa total de frutas planta⁻¹) foram as cultivares Merced e Camino Real, e estas obtiveram valores intermediários de massa seca de folhas, enquanto a seleção 2015-31-9 obteve baixa produção de frutas e massa total de frutas (63% inferior a produção da cultivar Merced). Já a seleção 2015-32-5 obteve os menores valores de produção, massa seca de folhas e índices produtivos.

Nossos resultados estão de acordo com os descritos por Martinez-Ferri et al. 2016, os quais descrevem que a utilização de cultivares com menor área foliar propiciam rendimentos mais competitivos em relação a cultivares com crescimento mais vigoroso, pois desta forma há uma menor evapotranspiração e conseqüentemente redução na necessidade de água e aumento da eficiência fotossintética.

Whitaker et al., (2012) descreve que a característica de plantas muito grandes não é desejada em programas de melhoramento genético, pois as mesmas podem obscurecer os frutos, além de diminuir o rendimento de colheita. E ainda, estes dados são importantes para se definir o espaçamento entre plantas no momento do plantio, sendo que plantas com maior volume de copa necessitam de maior espaço entre plantas e entrelinhas, diminuindo o número de plantas por hectare, ocorrendo o inverso com plantas de menor volume de copa. Menor quantidade de plantas por hectare pode refletir em menor produtividade, destacando a importância de genótipos mais compactos e produtivos.

4. Conclusão

A cultivar Merced apresenta alto potencial produtivo, no sistema de cultivo no, consistindo em uma nova alternativa varietal para os produtores da região de Pelotas-RS;

A seleção 2015-35-22 produziu frutas com peso médio intermediário e com distribuição uniforme durante todo o ciclo;

As seleções avançadas produzem frutas com firmeza de polpa, sólidos solúveis e relação SS/ATT e parâmetros de cor de forma similar as cultivares Camino Real e Merced.

Referências

Antunes, L. E. C.; Bonow, S.; Reisser Junior, C. Morango: crescimento constante em área e produção. Campo & Lavoura, *Anuário HF 2020*, n. 1, p.88-92, 2020.

Antunes, L.E.C., Fagherazzi, A. F., Vignolo, G. K. Morangos tem produção crescente. Campo & Lavoura, *Anuário HF 2017*, n. 1, p.96-102, 2017.

Bartczak, M., Lisiecka, J., Knaflewski. M. Correlation between selected parameters of planting material and strawberry yield. *Folia Horticulturae*, Cracóvia, v. 22, n. 1, p. 9-12, 2010.

Baruzzi, G., Lucchi, P., Magnani S., Maltoni, M. L., Cacchi, M., Sbrighi, P., Faedi, W. Miglioramento genético e studi varietali per rinovare le coltivazione romagnole. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, Bologna, v.6, p.10-14, 2014.

Brummell, D. A., Harpster, M. H. Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants, *Plant Molecular Biology*. V. 47, p. 311–340, 2001.

Carvalho, S. F., Ferreira, L. V., Picolotto, L., Antunes, L. E. C., Cantillano, R. F. F., Amaral, P. A., Weber, D., Malgarim, M. B. Comportamento e qualidade de cultivares de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) na região de Pelotas-RS. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, México, v.14, n.2, 176-180, 2013.

COCCO, C. Produção e qualidade de mudas e frutas de morangueiro no Brasil e na Itália. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Agronomia - Universidade Federal de Pelotas (UFPEL, RS). Pelotas, 124 f., 2014.

Cocco, C., Andriolo, J. L., Cardoso, F. L., Erpen, L., Schmitt, O. J. Crown size and transplant type on the strawberry yield. *Scientia Agricola*, v. 68, n. 4, p. 489-493, 2011.

Costa, A. F., Leal, N. R., Ventura, J. A., Gonçalves, L. S. A., Amaral Júnior, A. T. D., Costa, H. Adaptability and stability of strawberry cultivars using a mixed model. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 37, n. 4, p. 435-440, 2015.

Delazeri, E. E., Schiavon, A. V., Antunes, L. E. C., Nardello, L. A. C., Hellwig, C. G. Respostas a aplicação de concentrações de prohexadione cálcio em amora-preta (*Rubus spp.*) cv. Tupy. *Revista Eletrônica Científica da Uergs*, v. 6, n. 2, p. 137-143, 2020.

Fagherazzi, A. F., Grimaldi, F., Kretschmar, A. A., Molina, A. R., Gonçalves, M. A., Antunes, L. E. C., Baruzzi, G., Rufato L. Strawberry production progress in Brazil. *Acta Horticulturae*, (ISHS) 1156, v. 1, p. 937-940, 2017.

Gonçalves, M. A. produção de mudas de morangueiro e comportamento a campo. Tese (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) –Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 153p., 2015.

Han, W., Kim, Y. D., Kang, S. G., Monn, J. S., Song, C. H., Chang, J. I., Park, Y. B. Studies on the establishment of hydroponics. The effect of media on the quality and yield of strawberry in hydroponics. *Journal of Agricultural Science Horticulture*, v. 35, n. 2, p. 401- 409, 1993.

Hancock, J. F., Sjulín, T. M., Lobos, G. A. Strawberries. In: Hancock J. F. (Ed.). *Temperate Fruit Crop Breeding*. Dordrecht, Springer. p. 393-437, 2008.

Honjo, M., Nunome, T., Kataoka, S., Yano, T., Hamano, M., Yamazaki, H., Morishita, M., Yui, S. 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*, v. 209, n. 2, p. 291-303, 2016.

Kader, A. A. Standardization and inspection of fresh fruits and vegetables. In: Kader, A. ed. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Oakland, CA, USA. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. p. 287-360, 2002.

Kirschbaum, D., Heredia, A.M., Funes, C.F., Quiroga, J. Efectos de aplicaciones de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de frutilla o fresa. *Horticultura Argentina*, v. 38, n. 95: p. 25 – 4, 2019.

Martínez-Ferri, E., Soria, C., Ariza, M. T., Medina, J. J., Miranda, L., Dominguez, P., Muriel, J. L. Water relations, growth and physiological response of seven strawberry cultivars (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) to different water availability. *Agricultural Water Management*, v. 164, n. 1, p. 73-82, 2016.

Mathey, M. M., Mookerjee, S., Mahoney, L. L., Gündüz, K., Rosyara, U., Hancock, J. F., Stewart, P. J., Whitaker, V. M., Bassil, N. V., Davis, T. M., Finn C. E. Genotype by environment interactions and combining ability for strawberry families grown in diverse environments. *Euphytica*, v. 213, n. 5, p. 112, 2017.

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*, v. 34, n. 2, p. 105-114, 2012.

Oliveira, A. C. B., Bonow, S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. *Informativo agropecuário*, Belo Horizonte, v. 33, n. 268, p. 21-26, 2012.

Oliveira, C., Cocco, C., Andriolo, J., Bisognin, D., Erpen, L., Giménez, G. Production and quality of strawberry transplants in different nitrogen concentrations in soilless growing system. *Revista Ceres*. V. 57, n. 4, p. 554-559, 2010.

Otto, R. F., Morakami, R. K., Reghin, M. Y., Caíres, E. F. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n. 2, p. 217-221, 2009.

Pádua, J. G., Duarte Filho, J., de Araújo, T. H., Pereira, S. G., do Carmo, E. L., Costa, F. E. C., Dias, M. S. C. Desempenho agrônômico e comportamento de cultivares de morangueiro quanto a mancha-de-pestalotiopsis e às podridões dos frutos. *Revista Agrogeoambiental*, v.7, n.1, p.65-75, 2015.

Pádua, J. G. de, Rocha, L. C. D., Gonçalves, E. D., Araújo, T. H. de, Carmo, E. L. do, Costa, R. Comportamento de cultivares de morangueiro em Maria da Fé e Inconfidentes, sul de Minas Gerais. *Revista Agrogeoambiental*, v. 7, n. 2, p. 69-79, jun. 2015.

Palha, M. G., Pestana, F., Oliveira, C. M. Plant growth, yield and fruit quality of *Fragaria* × ananassa genotypes under supplemental LED lighting system and substrate cultivation. *Acta Horticulturae*, v. 1265, p. 91–98, 2019.

PBMH & PIMo - Programa brasileiro para a modernização da horticultura & Produção integrada de morango. *Normas de Classificação de Morango*. São Paulo: CEAGESP, 2009. (Documentos, 33).

Rodas, C. L., Silva, I. P. da, Coelho, V. A. T., Ferreira, D. M. G., Souza, R. J. de, Carvalho, J. G. de. Chemical properties and rates of external color of strawberry fruits grown using nitrogen and potassium fertigation. *Idesia (Brasil)* v. 31, n. 1, p. 53-58, 2013.

Ronque, E. R. V. *Cultura do morangueiro: revisão prática*. Curitiba: EMATER IPR, 1998. 206 p.

Salentijn, E., Aharoni, A., Schaart, J., Boone, M., Krens, F. Differential gene expression analysis of strawberry cultivars that differ in fruit-firmness. *Physiologia Plantarum*, v. 118, n. 4, p. 571 – 578, 2003.

Serçe S., Hancock J. F. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana*, and *F. x ananassa*. *Scientia Horticulturae*, 103:167–177, 2005.

Shaw, D.V., Larson, K.D. *Strawberry plant named 'Camino Real'*. U.S. Patent n. PP13.079, out. 2002. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph->

Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&u=%2Fnetahtml%2FPTO%2Fsearch-adv.htm&r=1&f=G&l=50&d=PTXT&p=1&S1=pp13079&OS=pp13079&RS=pp13079>.

Acesso em 20 jul. 2020.

Shaw, D.V., Larson, K.D. *Strawberry plant named 'Merced'*. U.S. Patent n. PP25.436, abr. 2013. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&u=%2Fnetahtml%2FPTO%2Fsearch-adv.htm&r=100&f=G&l=50&d=PTXT&s1=13079&p=2&OS=13079&RS=13079>>. Acesso em 20 jul. 2020.

Sonsteby, A., Heide, O. M. Dormancy relations and flowering of the strawberry cultivars Korona and Elsanta as influenced by photoperiod and temperature. *Scientia Horticulturae*, v. 110, n. 1, p. 57-67, 2006.

Sonsteby, A., Roos, U. M., Heide, O. M. Interessante blomstrings-reaksjoner hos nye jordbærsorter. *Norsk Frukt og Bær*, Norwegian v. 19, p. 24–27, 2016.

Souza, D. C. de, Vieira, S. D., Resende, L. V., Galvão, A. G., Ferraz, A. K. L., Resende, J. T. V. de, Elias, H. H. de S. Propriedades físico-químicas em frutos de híbridos experimentais de morangueiro. *Agrotrópica (itabuna)*, v. 29, n. 1, p. 85-96, 30 abr. 2017.

Taylor, D.R. The physiology of flowering in strawberry. *Acta Horticulturae*, Haia, v. 567, 245-251, 2002.

Tworcoski T.J., Benassi T. E., Takeda F. F. The effect of nitrogen on stolon and ramet growth in four genotypes of *Fragaria chiloensis* L. *Scientia Horticulturae*, 88:97-106, 2001.

Whitaker, V.M., Osorio, L.F., Hasing, T., Gezan, S. Estimation of genetic parameters for 12 fruit and vegetative traits in the University of Florida strawberry breeding population. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. v. 137, n. 5, p. 316–324, 2012.

Zanin, D. S., Lima, J. M. de, Santos, M. F. S. dos, Tillwitz, K. V., Fagherazzi, A. F., Richter, A. F., Kretzschmar, A. A., Rufato, L. Productive and qualitative characteristics of strawberry

genotypes in the Plateau of the State of Santa Catarina, Brazil. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, [s.l.], v. 19, n. 2, p. 178-187, 30 jun. 2020.

6 Considerações finais

As avaliações dos genótipos apresentados neste trabalho são importantes para a continuação dos trabalhos de melhoramento genético da Embrapa. Os resultados podem definir a continuidade ou o encerramento dos testes individuais de cada genótipo. Para cada um deles, além das variáveis analisadas no presente estudo, outras características foram observadas, como hábito de frutificação, posição da fruta em relação a copa, formato da fruta, tamanho da fruta, arquitetura da planta, entre outros.

As seleções que mais se destacaram no trabalho realizado no ano de 2018 em cultivo convencional foram as seleções 2015-35-25 e 2015-35-22. A seleção 2015-35-25 apresentou plantas com crescimento com vigor médio, com frutas grandes e bem formadas, principalmente de flores primárias, além de boa firmeza de polpa e elevada relação SS/AT. A seleção 2015-35-22 apresentou plantas com crescimento vigoroso, com frutas de tamanho médio a grande e dispostas para fora da copa, elevados teores de SS e SS/AT.

No sistema fora do solo, a seleção 2015-35-25 não apresentou bons resultados produtivos quando comparada as cultivares avaliadas, mantendo frutas com bom formato e tamanho, maior firmeza de polpa e bom teor de SS e relação SS/AT. A seleção 2015-32-5 produziu frutas com bom formato e tamanho e maior firmeza de polpa. As duas seleções avaliadas no sistema fora do solo apresentaram frutas com maior luminosidade e $^{\circ}$ Hue, indicativo de frutas com menor pigmentação vermelha.

No trabalho transcorrido no ano de 2019, em sistema convencional (artigo 3), destacam-se as seleções 2015-35-22, 2015-35-6 e 2015-35-25. Estes genótipos produziram frutas com boa massa média, elevada quantidade de frutas por planta e produção acumulada satisfatória, apresentando boa adaptabilidade as condições edafoclimáticas da região. Quanto as variáveis qualitativas de fruta, todos os genótipos avaliados obtiveram resultados semelhantes, não havendo diferença entre as cultivares e as seleções avançadas.

A cultivar Camino Real apresentou bons resultados produtivos e qualitativos de frutas em ambos sistemas produtivos e em todos os anos de avaliação. A cultivar Merced obteve bons índices produtivos e qualitativos nos experimentos realizados no sistema convencional no solo, não apresentando adaptação ao sistema fora do solo utilizado neste trabalho (sistema fechado). As cultivares San Andreas e Albion não

obtiveram resultados produtivos satisfatórios no sistema fora do solo, visto que, são cultivares de dias neutros e as mais plantadas nestas condições.

Através destas observações, é possível se selecionar materiais mais adaptados as condições de plantio e aos sistemas de plantio atualmente utilizados pelos produtores regionais, como também originar materiais (germoplasma) para futuros cruzamentos de interesse. O fato de alguns materiais não expressarem todo seu potencial genético é dependente de diversos fatores, desde a produção da muda, manejo adotado, condições nutricionais do solo ou do cultivo hidropônico, irrigação condições ambientais e interação genótipo/ambiente.

Cabe salientar que alguns dos genótipos, como as seleções 2015-35-25, avaliada em todos os experimentos, a seleção 2015-35-22 avaliada nos artigos 1 e 3 e a seleção 2015-35-6 avaliada no artigo 3 apresentaram-se como promissoras por diversas características, dentre elas elevadas produtividades, frutas de bom tamanho e elevada qualidade físico-química. Estes genótipos já estão em fase de avaliação em outras regiões produtoras, principalmente no estado de São Paulo, onde tem demonstrado resultados promissores de adaptação.

É importante que estes trabalhos de avaliação de seleções avançadas sejam ampliados para outras condições climáticas além das já citadas. Devido à grande variabilidade genética da cultura do morangueiro, a interação genótipo/ambiente pode se tornar um fator limitante para expressão das características produtivas e qualitativas. A introdução de novas cultivares, como a Merced e a Fronteras, disponibilizadas ao mercado mais recentemente, é outra alternativa para o aumento da produção e qualidade de frutas.

Referências

- AGÜERO, J. J.; SALAZAR, S. M.; KIRSCHBAUM, D. S.; JEREZ, E. F. Factors affecting fruit quality in strawberries grown in a subtropical environment, Italia. **Journal of Food Science**. v. 15, p. 223-234, 2015.
- ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S.; REISSER JUNIOR, C. Morango: crescimento constante em área e produção. *Campo & Lavoura*, **Anuário HF 2020**, n. 1, p. 88-92, 2020.
- ANTUNES, L.E.C.; FAGHERAZZI, A. F.; VIGNOLO, G. K. Morangos tem produção crescente. *Campo & Lavoura*, **Anuário HF 2017**, n. 1, p.96-102, 2017.
- ANTUNES, L.E.C.; PERES, N. Strawberry production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, v.13, n.1, p. 156-161, 2013.
- ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, C.; VIGNOLO, G.K.; GONÇALVES, M.A. Morangos do jeito que o consumidor gosta. *Campo & Lavoura*, **Anuário HF 2015**, n. 1, p. 64-72, 2015.
- ANTUNES, L.E.C.; VIGNOLO, G.K.; GONÇALVES, M.A. Morango mostra tendência de crescimento de mercado. In: *Campo & Negócios*, **Anuário HF 2014**, n. 1, p.54-57, 2014.
- ÁVILA, J. M. M.; TORALLES, R. P.; CANTILLANO, R. F. F.; PERALBA, M. C. R.; PIZZOLATO, T. M. Influência do sistema de produção e do armazenamento refrigerado nas características físico-químicas e no desenvolvimento de compostos voláteis em morangos. **Ciência Rural**, v.42, n.12, p. 2265-2271, 2012.
- AZEVEDO, S.M.C. **Estudo de taxas de respiração e de factores de qualidade na conservação de morango fresco: *Fragaria x ananassa* Duch.** 2007. 225f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Aberta, Portugal, 2007.
- BARTH, E. **Aptidão de híbridos experimentais de morangueiro obtidos a partir de cruzamentos intraespecífico.** 2017. 91 f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2017.
- BARTCZAK, M.; LISIECKA, J.; KNAPLEWSKI, M. Correlation between selected parameters of planting material and strawberry yield. **Folia Horticulturae**, v. 22, n. 1, p. 9-12, 2010.
- BARUZZI, G.; LUCCHI, P.; MAGNANI S.; MALTONI, M. L.; CACCHI, M.; SBRIGHI, P.; FAEDI, W. Miglioramento genético e studi varietali per rinovare le coltivazione romagnole. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, v.6, p.10-14, 2014.
- BARUZZI, G.; BALLINI, L.; BARONI, G.; BIROLI, M.; CAPRIOLO, G.; CARULLO, A.; D'ANNA, F.; FUNARO, M.; LUCCHI, P.; MAGNANI, S.; MALTONI, M. L.; SBRIGHI, P.; TURCI, P.; FAEDI, W. Updates on Italian strawberry breeding programs coordinated by CREA-FRF. **Acta Horticulturae**, v.1156, p.179-184, 2017.

BRACKMANN, A.; PAVANELLO, E. P.; BOTH, V.; JANISCH, D. I.; SCHMITT, O. J.; GIMÉNEZ G. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial de armazenamento. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 542-547, 2011.

BRADFORD, E.; HANCOCK, J. F.; WARNER, R. M. Interactions of temperature and photoperiod determine expression of repeat flowering in strawberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 135, p. 102-107, 2010.

BRUMMELL, D.A.; HARPSTER, M.H. Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants, **Plant Molecular Biology**. v. 47, p. 311–340, 2001.

CALVETE, E. O.; COSTA, R. C.; MENDONÇA, H. F. C.; CECATTO, A. P. Sistemas de produção fora do solo. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Embrapa, 2016, p. 219-259.

CALVETE, E. O.; MARIANI, F.; WESP, C. L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.396-401, 2008.

CAMARGO, L.K.P. et al. Postharvest quality of strawberry fruits produced in organic and conventional systems. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.4, p.577-583, out-dez, 2011.

CARINI, F.; NORMBERG, A. V.; FONSECA, F. D.; SCHWENGBER, J. E. Desempenho produtivo de cultivares de morangueiro em sistema de base ecológica. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

CARVALHO, S. F.; FERREIRA, L. V.; PICOLOTTO, L.; ANTUNES, L. E. C.; CANTILLANO, R. F. F.; AMARAL, P. A.; WEBER, D.; MALGARIM, M. B. Comportamento e qualidade de cultivares de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) na região de Pelotas-RS. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, v.14, n.2, 176-180, 2013.

CARVALHO, S. P.; ZAWADNEAK, M. A. C.; ANDRADE, P. F. S.; ZANDONÁ, J. C. O cultivo do morangueiro no Brasil. In: ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, A. F. **Como produzir morangos**. Curitiba: UFPR, 2014. p. 278.

CASTRICINI, A.; DIAS, M. S. C.; MARTINS, R. N.; SANTOS, L. O. Morangos produzidos no semiárido de Minas Gerais: qualidade do fruto e da polpa congelados. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

CECATTO, A.P. et al. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. **Acta Scientiarum**, v.35, n.4, p.471-478, 2013.

CHANDLER, C.K.; SUMLER JR., J.C.; RONDON, S. Evaluation of strawberry cultivars grown under a high plastic tunnel in west central Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.118, p.113-114, 2005.

CHANDLER C. K. et al. (2012) Strawberry. In: Badenes M., Byrne D. (Eds.) **Fruit Breeding. Handbook of Plant Breeding**, vol. 8. Boston, MA.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COCCO, K. L. T. **Fenologia, potencial produtivo e fontes de adubação no cultivo do morangueiro**. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Universidade Federal De Santa Maria - RS, 85 p. 2014.

COCCO, C. **Produção e qualidade de mudas e frutas de morangueiro no Brasil e na Itália**. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas (UFPEL, RS). Pelotas. 2014.

COCCO, C.; ANDRIOLO, J. L.; CARDOSO, F. L.; ERPEN, L.; SCHMITT, O. J. Crown size and transplant type on the strawberry yield. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 4, p. 489-493, 2011.

COCCO, C.; SCHILDT, G. W.; GIACOMEL, F.; FAGHERAZZI, A. F.; ZANIN, D. S.; KRETZSCHMAR, A. A. Desempenho produtivo de genótipos de morangueiro de dia neutro na Serra Gaúcha. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 6, n. 2, p. 155-163, 2020.

COSTA, S.I.; FERREIRA, L.V.; BENATI, J.A.; CANTILLANO, R.F.F.; ANTUNES, L.E.C. Parâmetros qualitativos de morangueiros de dias neutros produzidos em cultivo sem solo. **Revista Engenharia na Agricultura - Reveng**, v. 27, n. 6, p.481-489, 2019.

COSTA, A. F.; LEAL, N. R.; VENTURA, J. A.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T. D.; COSTA, H. Adaptability and stability of strawberry cultivars using a mixed model. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n. 4, p. 435-440, 2015.

DARROW, G. M. **The strawberry: history, breeding and physiology**. New York: Holt, Rinehart and Wiston, 1966. 447 p.

DELAZERI, E. E.; SCHIAVON, A. V.; ANTUNES, L. E. C.; NARDELLO, L. A. C.; HELLWIG, C. G. Respostas a aplicação de concentrações de prohexadione cálcio em amora-preta (*Rubus spp.*) cv. Tupy. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 6, n. 2, p. 137-143, 2020.

DIAMANTI J, BATTINO M, MEZZETTI B. Breeding for fruit nutritional and nutraceutical quality. Book Chapter, IN: **Breeding for Fruit Quality**. Eds.: Jenks, M.A. and Bebeli, P.J.; p. 61-79. 2011.

DIEL, M.I.; PINHEIRO, M.V.M.; THIESEN, L.A.; ALTÍSSIMO, B.S.; HOLZ, E.; SCHMIDT, D. Cultivation of strawberry in substrate: Productivity and fruit quality are affected by the cultivar origin and substrates. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 3, p. 229-239, 2018.

DUARTE FILHO, J.; CUNHA, R. J. P.; ALVARENGA, D. A.; PEREIRA, G. E.; ANTUNES, L. E. C. Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a produção precoce em morangueiros. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 198, p. 30-35, 1999.

DURNER, E.F.; POLING, E.B.; MAAS, J.L. Recent advances in strawberry plug transplant technology. **HortTechnology**, v.12, p.545-550, 2002.

DZHANFEZOVA, T., BARBA-ESPÍN, G., MÜLLER, R., JOERNSGAARD, B., HEGELUND, J. N., MADSEN, B. LARSEN, D. H., VEJA, M. M. and TOLDAM-ANDERSEN, T. B. Anthocyanin profile, antioxidant activity and total phenolic content of a strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) genetic resource collection. **Food Bioscience**. v. 36, n. 100, p. 620, 2020.

ESHGHI, S.; TAFAZOLI, E.; DOKHANI, S.; RAHEMI, M.; EMAM, Y. Changes in carbohydrate contents in shoot tips, leaves and roots of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) during flower-bud differentiation. **Scientia Horticulturae**, v. 113, n.3, p. 255–260, 2007.

FAEDI, W.; BARUZZI, G. Strawberry breeding. In. **Strawberry growth, development and disease**. HUSAINI A. M; NERI D. ed. (2016). CABI, Wallingford, UK, p. 323, 2017.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. **FAOSTAT**: Agricultural Production/strawberry. 2019. Disponível em: < <http://faostat.fao.org>>. Acessado em: 24 de julho de 2020.

FAGHERAZZI, A. F. **Adaptabilidade de novas cultivares e seleções de morangueiro para o planalto sul catarinense**. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2017, 144 p.

FAGHERAZZI, A. F.; COCCO, C.; ANTUNES, L. E. C.; SOUZA, J. L. de; RUFATO, L. La fragolicoltura brasiliana guarda avanti. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, v. 6, p. 20-24, 2014.

FAGHERAZZI, A. F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A. A.; MOLINA, A. R.; GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C.; BARUZZI, G.; RUFATO L. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Horticulturae**, (ISHS) 1156, v.1, p.937-940, 2017.

FONTANA, D. C.; COCCO, C.; DIEL, M. I.; PRETTO, M. M.; HOLZ, E.; WERNER, A.; TESTA, V.; CARON, B. O.; STOLZLE, J.; PINHEIRO, M. V. M. and SCHMIDT, D. The performance of strawberry cultivars in southern Brazil. **International Journal of Current Research**, v. 8, n.7, p. 33889-33893, 2016.

GIAMPIERI, F.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M. and BATTINO, M. Strawberry and human health: Effects beyond antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 62: p. 3867-3876, 2016.

GIMENEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; GODOI, R. S. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.273-279, 2008.

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; JANISCH, D.; COCCO, C.; DAL PICIO, M. Cell size in trays for the production of strawberry plug transplants. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.726-729, 2009.

GONÇALVES, M. A. **Produção de mudas de morangueiro e comportamento a campo**. Tese (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) –Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 153p., 2015.

GONÇALVES, M. A.; COCCO, C.; VIGNOLO, G. K.; PICOLOTTO, L.; ANTUNES, L. E. C. Comportamento produtivo de Cultivares de Morangueiro estabelecidos a partir de mudas com Torrão. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v.2, n.3, p.277–283, 2016.

GONÇALVES, M. A.; PICOLOTTO, L.; COCCO, C.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C. Crescimento e desenvolvimento. In: **Morangueiro**. ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Ed.). Brasília – DF: Embrapa Clima Temperado, v. 1, p. 47-66, 2016.

GONÇALVES, M.A. VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C. Produção de morango fora do solo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado (**Documentos 410**), 2016 a. 32p.

GU, S.; GUAN, W.; BECK, J. E. Strawberry Cultivar Evaluation under High-tunnel and Organic Management in North Carolina, **HortTechnology**, v. 27, n. 1, p. 84-92, 2017.

GUIMARÃES, A. G. et al. Productive potential of strawberry cultivars. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 112–120, 2015.

GUTTRIDGE, C. G. *Fragaria x ananassa*. In: HALEY, A. H. (Ed.). **CRC handbook of flowering**. Boca Raton: CRC Press, 1985. v. 3, p. 16-33.

HAN, W.; KIM, Y. D.; KANG, S. G.; MONN, J. S.; SONG, C. H.; CHANG, J. I.; PARK, Y. B. Studies on the establishment of hydroponics. The effect of media on the quality and yield of strawberry in hydroponics. **Journal of Agricultural Science Horticulture**, v.35, n.2, p.401-409, 1993.

HANCOCK, J. F. **Strawberries**. Wallingford: CABI, 1999. 237 p.

HANCOCK, J. F. et al. Reconstruction of the Strawberry, *Fragaria x ananassa*, using genotypes of *F. virginiana* and *F. chiloensis*. **Hortscience**, v. 45, n. 7, p. 1006-1013, July 2010.

HANCOCK, J. F.; SJULIN, T. M.; LOBOS, G. A.; Strawberries. In: Hancock JF (Ed.). **Temperate Fruit Crop Breeding**. Dordrecht, Springer. p. 393-437, 2008.

HEIDE, O. M.; STAVANG, J. A.; SØNSTEBY, A. Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries – a review, **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 88, n. 1, p. 1-18, 2013.

HENZ, G. P. Desafios enfrentados por agricultores familiares na produção de morango no Distrito Federal, **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, jul./set. 2010.

HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico**. Embrapa Uva e Vinho. 2006.

HONJO, M.; NUNOME, T.; KATAOKA, S.; YANO, T.; HAMANO, M.; YAMAZAKI, H.; MORISHITA, M.; YUI, S. Simple sequence repeat markers linked to the everbearing flowering gene in long-day and day-neutral cultivars of the octoploid cultivated strawberry *Fragaria x ananassa*. **Euphytica**, v. 209, n. 2, p. 291-303, 2016.

ILHA, L. H. Produção de morango semi-hidropônico. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 7, Vacaria, 2013. **Curso**.

KADER, A. A. Standardization and inspection of fresh fruits and vegetables. In: Kader, A. (ed.) **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. Oakland, CA, USA. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. p. 287-360, 2002.

KIRSCHBAUM, D.; HEREDIA, A. M.; FUNES, C. F.; QUIROGA, J. Efectos de aplicaciones de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de frutilla o fresa. **Horticultura Argentina**, v.38, n.95, p.25-40. Abr. 2019.

KRÜGER, E., JOSUTTIS, M., NESTBY, R., TOLDAM-ANDERSEN, T. B., CARLEN, C., & MEZZETTI, B. Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance yield and quality. **Journal of Berry Research**, n.2, p.143-157, 2012.

LARSON, K. D. **Strawberry**. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (Ed.), Handbook of Environmental Physiology of fruit Crops. V. 1. Temperate Crops. Boca Raton, FL: CRC Press, p. 97-271, 1994.

LEDESMA, N. A.; SUGIYAMA, F. Pollen quality and performance in strawberry plants exposed to high-temperature stress. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.130, p.341-347, 2005.

LEMISKA, A.; PAULETTI, V.; CUQUEL, F. L.; ZAWADNEAK, M. A. C. Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro. **Ciência Rural**. v.44, n.4, p. 622-628, 2014.

NJUGUNA, W. **Development and use of molecular tools in *Fragaria***. 2010. 389 f. Dissertation (Doctor of Philosophy in Horticulture) – Oregon State University, Oregon.

- MADAIL, J. C. M. Panorama econômico. In: **Morangueiro**. ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Ed.). Brasília – DF: Embrapa Clima Temperado, v. 1, p. 15-34, 2016.
- MARCHI, P. M. et al. **Banco ativo de germoplasma de morangueiro – situação atual**. X Simpósio de Recursos Genéticos para a América Latina e Caribe a Simpósio de Recursos Genéticos para a América Latina e o Caribe (10, 2015: Bento Gonçalves, RS) 340p.
- MARTÍNEZ-FERRI, E.; SORIA, C.; ARIZA, M. T.; MEDINA, J. J.; MIRANDA, L.; DOMINGUEZ, P.; MURIEL, J. L. Water relations, growth and physiological response of seven strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.) to different water availability. **Agricultural Water Management**, v. 164, n. 1, p. 73-82, 2016.
- MARTINS, D. de S.; STRASSBURGUER, A. S.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; REISSER JUNIOR, C.; FURTADO, L. G. Fisiologia da produção de morangueiro. In: TIMM, L. C.; TAVARES, V. E. Q.; REISSER JUNIOR, C.; ESTRELA, C. C. **Morangueiro irrigado aspectos técnicos e ambientais do cultivo**. Pelotas: Ed. UFPel, 2009. 163 p.
- MATHEY, M. M.; MOOKERJEE, S.; MAHONEY, L. L.; GÜNDÜZ, K.; ROSYARA, U.; HANCOCK, J. F.; STEWART, P. J.; WHITAKER, V. M.; BASSIL, N. V.; DAVIS, T. M.; FINN C. E. Genotype by environment interactions and combining ability for strawberry families grown in diverse environments. **Euphytica**, v. 213, n. 5, p. 112, 2017.
- MENDONÇA, H.; CALVETE, E.O.; NIENOW, A.A.; COSTA, R.C.; ZERBIELLI, L.; BONAFÉ, M. Estimativa do filocrono de morangueiro em sistemas consorciado e solteiro em ambientes protegidos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n.1, p. 15-23, 2012.
- MENDONÇA, H.; MÜLLER, A.L.; TAZZO, I.F.; CAVLETE, E.O. Accumulated leaf number in strawberry cultivars grown in a greenhouse. **Acta Horticulturae**, 926, p. 295-300, 2012.
- MIRANDA, F. R. de; SILVA, V. B. da; SANTOS, F. S. R. da; ROSSETTI, A. G.; SILVA, C. F. B. da. Production of strawberry cultivars in closed hydroponic systems and coconut fiber substrate. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 833-841, 2014.
- MEZZETTI, B. et al. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world. **Journal of Berry Research** v. 8, n. 3, p. 205-221, 2018.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php> Acesso em: 03/08/2020.

MIRANDA, F. R. de et al. Production of strawberry cultivars in closed hydroponic systems and coconut fiber substrate. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 833-841, 2014.

MORI, T. Heritability and selection effectiveness for fruit firmness in strawberry. **Journal of Society Horticultural Science**, n. 69, p. 90–96, 2000.

MOURA, S. C. S. R.; TAVARES, P. E. R.; COELHO, S. P. M. G.; NISIDA, A. C.; ALVES, A. B.; KANAAN, A. S. Degradation kinetics of anthocyanin of traditional and low-sugar blackberry jam. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, p. 2488-2496, 2012.

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**, v. 34, n. 2, p.105-114, 2012.

NERI, D.; BARUZZI, G.; MASSETANI, F.; FAEDI, W. Strawberry production in forced and protected culture in Europe as a response to climate change. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 92, n. 6, p. 1021-1036, 2012.

NICK, C.; BORÉM, A. **Melhoramento de hortaliças**, UFV, 2016.

OLIVEIRA, A.C.B.; BONOW, S. Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 268, p.21-26, 2012.

OLIVEIRA, C.; COCCO, C.; ANDRIOLO, J.; BISOGNIN, D.; ERPEN, L.; GIMÉNEZ, G. Production and quality of strawberry transplants in different nitrogen concentrations in soilless growing system. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 554-559, 2010.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. Desempenho produtivo de cultivares de morangueiro. **Scientia Agraria**, v. 12, n. 2, p. 069-074, 2011.

ORNELAS-PAZ, J. D.; YAHIA, E. M.; RAMIREZ-BUSTAMANTE, N.; PEREZMARTINEZ, J. D.; ESCALANTE-MINAKATA, M. D. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, cv. Albion) at six stages of ripening. **Food Chemistry**, v.138, n. 372-381, 2013.

OTTO, R. F.; MORAKAMI, R. K.; REGHIN, M. Y.; CAÍRES, E. F. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 217-221, 2009.

PÁDUA, J. G.; DUARTE FILHO, J.; de ARAÚJO, T. H.; PEREIRA, S. G.; do CARMO, E. L.; COSTA, F. E. C.; DIAS, M. S. C. Desempenho agrônomo e comportamento de cultivares de morangueiro quanto a mancha-de-pestalotiopsis e às podridões dos frutos. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 1, p. 65-75, 2015.

PÁDUA, J. G. de; ROCHA, L. C. D.; GONÇALVES, E. D.; ARAÚJO, T. H. de; CARMO, E. L. do; COSTA, R. Comportamento de cultivares de morangueiro em

Maria da Fé e Inconfidentes, sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 2, p. 69-79, 2015.

PADULA, M. C.; LEPORE, L.; MILELLA, L.; OVESNA, J; MALAFRONTTE, N.; MARTELLI, G.; DE TOMMASI, N. Cultivar based selection and genetic analysis of strawberry fruits with high levels of health promoting compounds. **Food Chemistry**, v. 140, n. 4, p.639–646, 2013.

PALHA, M. G.; PESTANA, F.; OLIVEIRA, C. M. Plant growth, yield and fruit quality of *Fragaria x ananassa* genotypes under supplemental LED lighting system and substrate cultivation. **Acta Horticulturae**, v. 1265, p. 91–98, 2019.

PASSOS, F. A.; TRANI, P. E.; CARVALHO, C. R. L. Desempenho agrônômico de genótipos de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 267–271, 2015.

PBMH & PIMo - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE MORANGO. **Normas de Classificação de Morango**. São Paulo: CEAGESP, 2009. (Documentos, 33).

PICOLOTTO, L. et al. Produção no campo. In: **Morangueiro**. ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Ed.). Brasília – DF: Embrapa /clima Temperado, v. 1, p. 201-218, 2016.

PORTELA, I. P. **Sistemas de cultivo sem solo com solução nutritiva recirculante e cultivares de morangueiro**. 2015, 83 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, RS.

PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; RODRIGUES, S.; CARINI, F. Densidade de plantio, crescimento, produtividade e qualidade das frutas de morangueiro "Camino Real" em hidropônia. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.34, n.3, p.792-798, 2012.

RADIN, B.; LISBOA, B. B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER, J.C.; MATZENAUER, R.; FERMINO, M.H. Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões edafoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 287-291, 2011.

RAHMAN, M. M.; RAHMAN, M. M.; HOSSAIN, M. M.; KHALIQ, Q. A.; MONIRUZZAMAN, M. Effect of planting time and genotypes growth: yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). **Scientia Horticulturae**, v.167, p.56–62, 2014.

REISSER, J. C.; ANTUNES, L. E. C.; ALDRIGHI, M.; VIGNOLO, G. Panorama do cultivo de morangos no Brasil. In: Campo & Negócios, **Anuário HF 2014**, 2014.

REISSER JUNIOR, C.; ANTUNES, L.E.C.; RADIN, B. Produção de morango. In: V SIMPÓSIO DO MORANGO. IV ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL. **Livro de Palestras e Resumos...** Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 216p, 2010.

REISSER JUNIOR, C.; VIGNOLO, G. K. Plasticultura. In: **Morangueiro**. ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Ed.). Brasília – DF: Embrapa Clima Temperado, v. 1, p. 259-280, 2016.

RESENDE, J. T. V.; CAMARGO, L. K. P.; ARGANDOÑA, E. J. S.; MARCHESE, A. e CAMARGO, C. K. Análise sensorial e caracterização química de frutos de morango. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.3, p.371-374, 2008.

RODAS, C. L.; SILVA, I. P. da; COELHO, V. A. T.; FERREIRA, D. M. G.; SOUZA, R. J. de; CARVALHO, J. G. de. Chemical properties and rates of external color of strawberry fruits grown using nitrogen and potassium fertigation. **Idesia** (Brasil), v. 31, n. 1, p. 53-58, 2013.

RONQUE, E. R. V. **Cultura do morangueiro**: revisão prática. Curitiba: EMATER IPR, 1998. 206 p.

RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro**. Curitiba: Ed. Instituto Emater. 2010.

ROSA, H. T.; WALTER, L.C.; STRECK, N.A.; ANDRIOLO, J.L.; SILVA, M.R.; LANGNE, J.A. Temperatura-base de emissão de folhas e filocrono de algumas cultivares de morangueiro em ambiente subtropical. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.4, p.939- 945, 2011.

RUAN, J.; LEE, Y.H.; YEOUNG, Y.R. Flowering and Fruiting of Day-neutral and Ever-bearing Strawberry Cultivars in High-elevation for Summer and Autumn Fruit Production in Korea. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 54, n. 2, p. 109-120, 2013.

SALENTIJJN, E., AHARONI, A., SCHAART, J., BOONE, M., KRENS, F. Differential gene expression analysis of strawberry cultivars that differ in fruit-firmness. **Physiologia Plantarum**, v. 118, n. 4, p. 571 – 578, 2003.

SERÇE S.; HANCOCK J. F. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana*, and *F. x ananassa*. **Scientia Horticulturae**, v. 103, p. 167–177, 2005.

SHAW, D.V.; LARSON, K.D. **Strawberry plant named 'Camino Real'**. U.S. Patent n. PP13.079, out. 2002. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&u=%2Fnetahhtml%2FPTO%2Fsearch-adv.htm&r=1&f=G&l=50&d=PTXT&p=1&S1=pp13079&OS=pp13079&RS=pp13079>>. Acesso em 20 jul. 2020.

SHAW, D.V.; LARSON, K.D. **Strawberry plant named 'Merced'**. U.S. Patent n. PP25.436, abr. 2013. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&u=%2Fnetahhtml%2FPTO%2Fsearch-adv.htm&r=100&f=G&l=50&d=PTXT&s1=13079&p=2&OS=13079&RS=13079>>. Acesso em 20 jul. 2020.

SILVA, M. S.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. Desempenho produtivo e qualidade de frutas de morangueiros produzidos no norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 251–256, 2015.

SILVA, F. L. DA; MARCHI, P. M.; DINI, M.; BONOW, S. Distribuição da produção de cultivares de morangueiro em Pelotas. In. IX Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas. **Anais**. Vacaria/RS, 2017.

SINGH, A.; PATEL, R. K.; DE, L. C.; PEREIRA, L. S. Performance of strawberry (*Fragaria x ananassa*) cultivars under sub-tropics of Meghalaya. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 78, p. 575-580, 2008.

SØNSTEBY, A.; HEIDE, O. M. Dormancy relations and flowering of the strawberry cultivars Korona and Elsanta as influenced by photoperiod and temperature. **Scientia Horticulturae**, v. 110, n. 1, p. 57-67, 2006.

SØNSTEBY, A. HEIDE, O. M. Flowering performance and yield of established and recent strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa*) as affected by raising temperature and photoperiod, **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 92, n. 4, p. 367-375, 2017.

SØNSTEBY, A.; HEIDE, O. M. Long-day control of flowering in everbearing strawberries, **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 82, n. 6, p. 875-884, 2007.

SONSTEBY, A.; ROOS, U. M.; HEIDE, O. M. Interessante blomstrings-reaksjoner hos nye jordbærsorter. **Norsk Fukt og Bær**, v. 19, p. 24–27, 2016.

SORIA, C.; LOPEZ ARANDA, J. M.; MEDINA-M'INGUEZ, J.; ENAMORADO, L.; DOMÍNGUEZ, F. J.. Evaluation of strawberry production and fruit firmness under small and large plastic tunnels in annual crop system. **Acta Horticulturae**. v. 842, p. 119-124, 2009.

STEGMEIR, T. L.; FINN, C. E.; WARNER, R. M.; HANCOCK, J. F. Performance of an Elite Strawberry Population Derived from Wild Germplasm of *Fragaria chiloensis* and *F. virginiana*, **HortScience**, v. 45, n. 8, p. 1140-1145, 2010.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; MEDEIROS, C. A. B.; MARTINS, D. DE S.; SILVA, J. B. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de "dia neutro" em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 623-630, 2010.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre. Artmed, p. 888, 2017.

TAYLOR, D.R. The physiology of flowering in strawberry. **Acta Horticulturae**, Haia, v. 567, 245-251, 2002.

TWORKOSKI T.J.; BENASSI T. E.; TAKEDA F. F. The effect of nitrogen on stolon and ramet growth in four genotypes of *Fragaria chiloensis* L. **Scientia Horticulturae**, v. 88, p. 97-106, 2001.

VERDIAL, M. F. **Frigoconservação e vernalização de mudas de morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) produzidas em sistema de vasos suspensos**. 2004. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VILLAGRÁN, V. D.; LAGARRAGA, M. D.; ZSCHAU, B. V. Variedades de frutilla. In: UNDURRAGA, P.; VARGAS, S. (Ed.). **Manual de frutilla**. Chillán: Centro Regional de Investigación Quilamapu, 2013. p. 21-30. (Boletín INIA, n. 262).

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, 124f. 920 Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade 921 Federal de Pelotas, 2015.

VIGNOLO, G. K. et al. Origem e botânica. In: **Morangueiro**. ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Ed.). Brasília – DF: Embrapa /clima Temperado, v. 1, p. 35-46, 2016.

VIGNOLO, G. K.; ARAUJO, V. F.; ANTUNES, L. E. C.; PICOLOTTO, L.; VIZZOTTO, M.; FERNANDES, A. 2012. Produção de frutos e compostos funcionais de quatro cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**. v. 30, n. 2, 2012.

WANG, S. Y.; CAMP, M. J. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. **Scientia Horticulturae**, v.85, p.183-199, 2000.

WHITAKER, V.M.; OSORIO, L.F.; HASING, T.; GEZAN, S. Estimation of genetic parameters for 12 fruit and vegetative traits in the University of Florida strawberry breeding population. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v. 137, n. 5, p. 316–324, 2012.

WIETZKE, A.; WESTPHAL, C.; GRAS, P.; KRAFT, M.; PFOHL, K.; KARLOVSKY, P.; PAWELZIKA, E.; TSCHARNTKEB, T.; SMIT, I. Insect pollination as a key factor for strawberry physiology and marketable fruit quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.258, p.197–204. 2018.

ZANIN, D. S.; FAGHERAZZI, A. F.; TILLWITZ, K. V.; LIMA, J. M. de; KRETZSCHMAR, A. A. Evaluation of advanced selections of strawberry in southern Brazil. **Científica**, v. 47, n. 4, p. 388, 2019.

ZANIN, D. S.; LIMA, J. M. de; SANTOS, M. F. S. dos; TILLWITZ, K. V.; FAGHERAZZI, A. F.; RICHTER, A. F.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Productive and qualitative characteristics of strawberry genotypes in the Plateau of the State of Santa Catarina, Brazil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 2, p. 178-187, 2020.

ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MÓGOR, Á. F. **Como produzir morangos**. Curitiba: UFPR, 280p, 2013.

ZEIST, A. R.; RESENDE, J. T. V. Strawberry breeding in Brazil: current momentum and perspectives. **Horticultura Brasileira** v. 37, p. 007-016, 2019.

ZHANG, Y., JIANG, L., LI, Y., CHEN, Q., YE, Y., ZHANG, Y., LUO, Y., SUN, B., WANF, X. and TANG, H. Effect of red and blue light on anthocyanin accumulation and differential gene expression in strawberry (*Fragaria x ananassa*). **Molecules**, v. 23, n. 4: 820, 2018.

Apêndices

Apêndice A - Tabela de número de frutas por planta, massa média de frutas e produção mensais referentes ao experimento 1, Pelotas/RS, 2018.

Número de frutas por planta					
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Merced	0,55 d	5,78 b	10,40 b	13,03 b	4,35 a
Camino Real	0,08 d	6,75 b	16,63 a	18,60 a	3,90 a
Sel. 2014-7-5	1,03 c	6,30 b	10,00 b	11,43 b	2,68 b
Sel. 2015-8-1	4,13 a	15,75 a	14,25 a	8,00 c	0,70 b
Sel. 2015-8-2	1,98 b	6,80 b	9,93 b	3,50 c	0,88 b
Sel. 2015-32-2	2,13 b	5,05 b	7,18 b	10,58 b	2,73 b
Sel. 2015-31-13	1,60 c	6,55 b	17,18 a	6,00 c	1,70 b
Sel. 2015-35-22	2,25 b	5,03 b	13,83 a	10,85 b	1,15 b
Sel. 2014-35-25	2,38 b	7,25 b	7,33 b	6,30 c	1,73 b
Sel. 2015-65-2	1,35 c	6,00 b	7,80 b	6,63 c	1,30 b
CV %	40,95	16,37	28,56	27,57	50,31
Produção por planta					
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Merced	14,93 b	164,23 b	237,15 b	197,20 a	53,52 a
Camino Real	2,05 b	204,50 a	361,35 a	234,25 a	36,43 b
Sel. 2014-7-5	28,43 b	136,58 b	156,45 c	145,38 b	22,25 c
Sel. 2015-8-1	48,38 a	230,38 a	124,98 c	68,93 c	5,85 c
Sel. 2015-8-2	34,38 a	151,40 b	132,18 c	43,38 c	9,30 c
Sel. 2015-32-2	34,13 a	169,73 b	102,63 c	145,25 b	30,90 b
Sel. 2015-31-13	39,88 a	230,13 a	257,90 b	70,98 c	11,20 c
Sel. 2015-35-22	45,20 a	110,03 b	215,15 b	127,30 b	12,33 c
Sel. 2014-35-25	59,80 a	180,48 b	135,40 c	90,25 c	17,85 c
Sel. 2015-65-2	23,30 b	130,30 b	117,75 c	75,60 c	10,58 c
CV %	43,1	18,82	33,94	33,14	60,78
Massa média de fruta					
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Merced	21,33 a	28,38 b	22,65 a	15,00 a	12,17 *
Camino Real	6,13 b	30,30 b	21,85 a	12,58 a	9,53
Sel. 2014-7-5	29,53 a	22,05 c	14,58 c	12,43 a	8,48
Sel. 2015-8-1	11,75 b	14,63 d	8,77 d	8,60 b	5,97
Sel. 2015-8-2	18,03 b	22,15 c	12,80 c	9,25 b	7,78
Sel. 2015-32-2	16,35 b	23,98 c	14,40 c	13,50 a	10,70
Sel. 2015-31-13	25,90 a	35,87 a	14,53 c	12,73 a	5,13
Sel. 2015-35-22	19,85 a	21,95 c	15,63 c	11,70 a	10,05
Sel. 2014-35-25	25,40 a	24,72 c	18,28 b	14,50 a	10,25
Sel. 2015-65-2	17,48 b	21,72 c	15,20 c	11,40 a	7,88
CV %	37,59	11,57	13,26	20,67	31,65

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV% = Coeficiente de variação.

Fonte: Autor, 2020.

Apêndice B - Tabela de número de frutas por planta, massa média de frutas e produção mensais referentes ao experimento 2, Pelotas/RS, 2018/19.

Número de frutas por planta								
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
Merced	0,53 b	3,43 ab	7,45	7,27 bc	4,85 b	4,38 ab	1,68 ab	1,13 b
Camino Real	0,45 b	4,28 a	7,18	11,85 a	7,23 a	3,73 ab	0,30 b	0,40 b
Albion	0,00 b	0,13 c	4,83	4,05 d	2,00 c	2,92 abc	1,53 ab	2,30 ab
San Andreas	0,00 b	0,08 c	4,83	5,58 cd	3,98 bc	4,55 a	2,20 a	4,48 a
Benicia	1,30 a	5,05 a	7,95	8,65 b	2,00 c	2,38 bcd	0,10 b	0,18 b
Sel. 2015-35-25	0,00 b	4,52 a	5,73	4,38 d	3,32 bc	1,20 cd	0,10 b	0,18 b
Sel. 2015-32-5	0,05 b	2,03 bc	6,38	6,38 bcd	3,08 bc	0,68 d	0,10 b	0,25 b
CV %	68,3	31,43	26,32	17,59	24,76	30,39	88,79	96,97
Massa média de frutas								
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
Merced	22,23 ab	20,68 ab	19	13,93 bc	12,85	12,85	9,8	8,95
Camino Real	31,37 a	23,65 a	19,4	14,10 bc	11,15	11,15	4,68	3,7
Albion	0,00 b	14,00 ab	17,18	13,10 bc	14,4	14,4	8,8	9,28
San Andreas	0,00b	4,63 b	18,82	17,37 a	14,05	14,05	9,7	9,67
Benicia	36,52 a	17,00 ab	16,45	11,60 c	12	12	5,25	6,58
Sel. 2015-35-25	0,00 b	16,38 ab	16,28	15,05 ab	12,38	12,38	3,75	1,95
Sel. 2015-32-5	1,50 b	16,05 ab	16,45	13,48 bc	12,08	11,77	3,5	5,13
CV %	83,06	49,1	8,15	8,16	18,36	18,39	59,38	68,87
Produção por planta								
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
Merced	15,82 bc	70,78 ab	141,35	101,05 b	61,80 ab	43,47 a	16,30 ab	10,75 b
Camino Real	18,15 b	101,85 a	138,05	165,32 a	82,05 a	31,93 ab	2,65 bc	3,30 b
Albion	0,00 c	3,18 c	82,6	54,63 c	29,28 c	26,30 abc	13,90 abc	21,25 ab
San Andreas	0,00 c	1,55 c	90,95	96,80 b	56,40 abc	46,28 a	19,58 a	43,78 a
Benicia	47,25 a	84,85 a	123,9	100,63 b	25,53 c	20,62 bc	0,88 c	2,73 b
Sel. 2015-35-25	0,00 c	75,15 ab	94,8	65,82 bc	40,93 bc	10,95 bc	0,63 c	1,30 c
Sel. 2015-32-5	0,25 c	32,55 bc	104,93	86,05 bc	35,68 bc	5,50 c	0,60 c	1,80 c
CV %	65,76	34,7	23,5	18,03	29,11	36,85	79,36	101,93

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV% = Coeficiente de variação.

Fonte: Autor, 2020.

Apêndice C - Tabela de número de frutas por planta, massa média de frutas e produções mensais referentes ao experimento 3, Pelotas/RS, 2019.

Número de frutas por planta					
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Seleção 2015-31-9	1,60 abc	4,00 b	8,63 ab	11,95 ab	3,98 c
Seleção 2015-32-5	1,60 abc	3,63 b	7,00 b	7,80 b	5,38 c
Seleção 2015-34-2	1,25 abc	3,85 b	8,93 ab	11,38 ab	4,10 c
Seleção 2015-35-22	2,53 a	6,95 a	10,40 ab	12,40 ab	11,30 b
Seleção 2015-35-25	2,30 ab	5,10 ab	7,90 ab	9,68 ab	6,75 c
Seleção 2015-35-6	1,83 abc	4,53 ab	12,20 a	15,10 a	6,95 c
Merced	0,65 c	3,00 b	11,28 ab	14,48 a	17,80 a
Camino Real	0,93 bc	4,03 b	12,50 a	14,40 a	14,03 ab
CV %	40,68	28,06	20,31	21,54	19,04
Produção por planta					
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Seleção 2015-31-9	20,88	77,48 abc	195,13 c	185,55 ab	45,48 d
Seleção 2015-32-5	19,18	58,50 c	128,55 c	120,75 b	42,08 d
Seleção 2015-34-2	18,18	71,65 bc	176,83 c	147,95 b	41,70 d
Seleção 2015-35-22	39,78	126,43 a	194,23 c	179,65 ab	123,13 bc
Seleção 2015-35-25	41,53	112,68 ab	184,30 c	181,68 ab	88,63 cd
Seleção 2015-35-6	29,03	80,13 abc	213,68 bc	209,80 ab	70,80 c
Merced	15,35	65,03 bc	340,68 a	262,43 a	198,60 a
Camino Real	17,03	84,43 abc	311,57 ab	213,47 ab	158,38 ab
CV %	47,2	26,45	21,5	20,86	20,9
Massa média de fruta					
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Seleção 2015-31-9	13,20 b	19,17 abc	22,43 bcd	15,50 bc	11,77 ab
Seleção 2015-32-5	12,33 b	16,55 c	18,32 d	15,53 bc	7,90 b
Seleção 2015-34-2	13,95 b	18,43 abc	19,60 bcd	13,00 c	10,03 ab
Seleção 2015-35-22	15,75 ab	18,38 abc	18,80 cd	14,63 c	10,70 ab
Seleção 2015-35-25	18,05 ab	21,95 a	24,13 bc	18,72 a	13,55 a
Seleção 2015-35-6	15,95 ab	17,67 bc	17,55 d	13,88 c	10,28 ab
Merced	23,38 a	22,15 a	30,47 a	18,12 ab	11,28 ab
Camino Real	14,18 ab	21,18 ab	24,85 ab	14,75 c	10,97 ab
CV %	24,62	8,66	10,91	7,19	15,32

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV% = Coeficiente de variação.

Fonte: Autor, 2020.

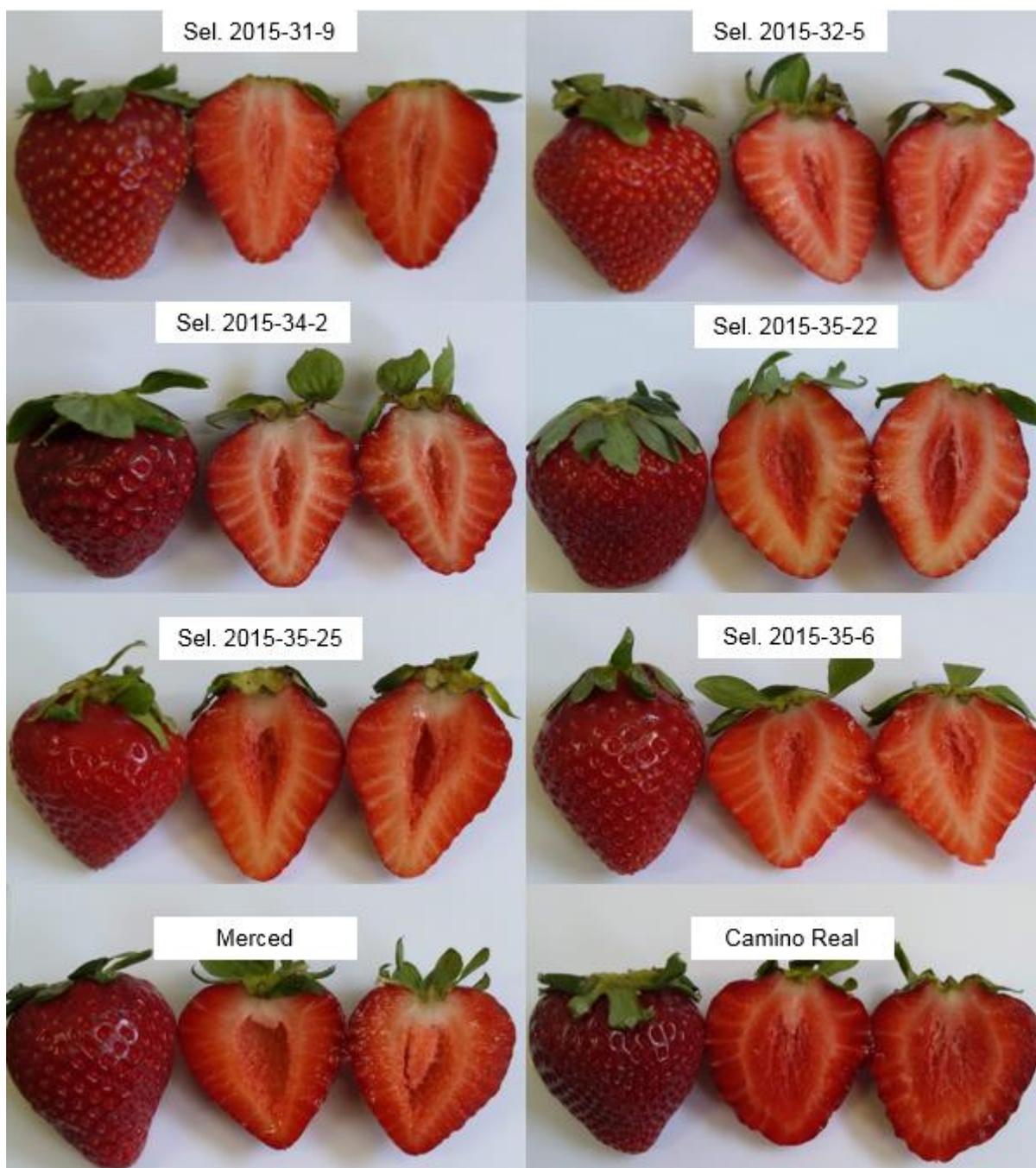
Apêndice D – Variáveis produtivas e qualitativas do experimento 2, referentes ao ciclo produtivo do ano de 2019.

Produção e massa seca de folhas				
Genótipo	Massa mdia de fruta	Produção planta ⁻¹	Frutas planta ⁻¹	MS de Folhas
Albion	11,7 ab	137,43 cd	11,84 c	19,63 d
San Andreas	11,0 ab	167,21 bcd	15,17 c	27,88 bcd
Camino Real	11,2 ab	209,09 abc	18,59 abc	34,83 abc
Benicia	11,7 ab	285,83 a	24,29 a	47,65 a
Merced	9,8 b	117,67 d	12,00 c	19,63 d
Sel. 2015-35-25	12,7 a	206,54 abcd	16,29 bc	34,43 abcd
Sel. 2015-32-5	11,7 ab	253,51 ab	21,67 ab	42,25 ab
CV %	7,86	19,53	18,81	19,57
Análises físico-químicas				
Genótipos	SS	AT	pH	SS/AT
Albion	6,58 bc	0,90 a	3,42 d	7,35 cd
San Andreas	6,13 c	0,82 b	3,35 e	7,50 bcd
Camino Real	5,30 d	0,62 cd	3,50 c	8,52 b
Benicia	4,80 d	0,58 d	3,53 c	8,27 bc
Merced	5,30 d	0,79 b	3,38 de	6,74 d
Sel. 2015-35-25	7,32 a	0,68 c	3,60 b	10,07 a
Sel. 2015-32-5	6,80 ab	0,67 c	3,67 a	11,00 a
CV %	4,1	4,51	0,74	5,72
Cor e firmeza de polpa				
Genótipo	L*	°Hue	Croma	N
Albion	35,50 ab	36,21 ab	39,09 abc	0,50 *
San Andreas	36,51 a	37,40 a	43,52 a	0,59
Camino Real	33,17 b	33,70 ab	35,78 c	0,59
Benicia	32,73 b	33,15 ab	37,10 bc	0,56
Merced	36,93 a	35,01 ab	41,50 ab	0,55
Sel. 2015-35-25	35,28 ab	34,78 ab	41,77 ab	0,56
Sel. 2015-32-5	34,36 ab	33,08 b	39,17 abc	0,56
CV %	3,88	5,28	5,09	21,55

Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. *Valores não significativos ao nível de 5% de significância. CV% = Coeficiente de variação.

Fonte: Autor, 2020.

Apêndice E - Formato, cor de epiderme e polpa de genótipos de morangueiro, Pelotas, 2019.



Fonte: Autor, 2020.