

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



DISSERTAÇÃO

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE MORANGUEIRO DE DIAS CURTOS

Fernando Camillo da Silva Mueller

Pelotas, 2022

Fernando Camillo da Silva Mueller

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE MORANGUEIRO DE DIAS CURTOS

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: Luís Eduardo Corrêa Antunes

Coorientadores: Flavio Gilberto Herter

Caroline Farias Barreto

Pelotas, 2022

Fernando Camillo da Silva Mueller

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE MORANGUEIRO DE DIAS CURTOS

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: 24/08/2022

Banca examinadora:

Prof. Dr. Luís Eduardo Corrêa Antunes (Orientador)

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras.

Dr. Sandro Bonow

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.

Dr. Michel Aldrighi Gonçalves

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas.

AGRADECIMENTOS

À minha família e amigos.

Aos meus colegas, professores e orientadores.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

À Universidade Federal de Pelotas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Ao produtor Délcio, Vanilda, Diego e Daísa, da família Bönemann, pela oportunidade de realização do trabalho dentro do sistema comercial de produção, pela acolhida na propriedade e pela participação continuada na formação de profissionais.

Ao Dr. Luís Eduardo Antunes, Dra. Caroline Barreto, Dr. Sandro Bonow e equipe do programa de melhoramento genético.

Ao Dr. Rufino Fernando Flores Cantillano, Dra. Márcia Vizzotto Foster, Nubia Ferri, Liane, Carol Duarte, Giulia Vrague, Iorhana Tessmer, Silvana Sigali e Júlia Tillmann.

Ao Rudinei Oliveira Gomes, Roberto Doring, Alexandre Franco, Carlos Souza, Francine Bonemann Madruga, Andressa Schiavon, Adriel Alves e Mateus Bernard.

RESUMO

MUELLER, Fernando Camillo da Silva. **AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE MORANGUEIRO DE DIAS CURTOS**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS. 2022. 85 f.

O morangueiro (*Fragaria x ananassa*) é uma espécie pertencente ao ‘grupo denominado de pequenas frutas’, com produção destinada tanto para o consumo in natura, como para a indústria alimentícia. O perfil de variedades de morangueiro cultivadas no Brasil é importado e as respectivas variedades são em grande maioria americanas. Desde modo, a Embrapa vem desenvolvendo tecnologias para redução da dependência de genética estrangeira e melhoria do sistema de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros quantitativos (número de frutas por planta, produção, massa média das frutas e firmeza) e qualitativos (coloração, sólidos solúveis, pH, acidez titulável e compostos químicos) de seleções avançadas do programa de melhoramento genético de morangueiro da Embrapa Clima Temperado, no sistema convencional e em substrato. Os experimentos foram realizados nos anos de 2020 e 2021 em dois locais distintos, foram conduzidos em uma propriedade rural e em casa de vegetação pertencente a Embrapa Clima Temperado, localizados no município de Pelotas/RS. A maioria das seleções testadas demonstraram precocidade na produção das frutas. As seleções 04-03, 33-02 e 35-25 apresentaram as maiores produções entre as seleções estudadas e os maiores tamanhos de frutas. As seleções 35-02 e 35-12 apresentaram elevadas concentrações de sólidos solúveis. As seleções 35-02, 31-09 e a cultivar Camarosa apresentaram um dos maiores índices de antocianinas no sistema convencional. As seleções 04-03, 31-09, 32-05 e a cultivar Fronteras apresentaram as maiores produções e as maiores médias para massa de fruta. As seleções 35-22, 35-12, 32-05, 35-02 e 35-06 apresentaram elevada firmeza de polpa. A seleção 35-12 e a cultivar Camarosa apresentaram maiores valores de compostos fenólicos e atividade antioxidante, essa última juntamente com a cultivar Fronteras. A seleção 31-09 e a cultivar Camarosa apresentaram os maiores valores de antocianinas no sistema em substrato.

Palavras-chaves: *Fragaria x ananassa*; parâmetros agronômicos; melhoramento genético; produção; qualidade.

ABSTRACT

MUELLER, Fernando Camillo da Silva. **AGRONOMIC EVALUATION OF SHORT-DAY STRAWBERRY TREES**. Dissertation (Master) – Postgraduate Program in Agronomy. Federal University of Pelotas, Pelotas-RS. 2022. 85 f.

The strawberry (*Fragaria x ananassa*) is a species belonging to the 'group called small fruits', with production destined for both fresh consumption and the food industry. The profile of strawberry varieties grown in Brazil is imported and the respective varieties are mostly American. In this way, Embrapa has been developing technologies to reduce dependence on foreign genetics and improve the production system. The objective of this work was to evaluate the quantitative (number of fruits per plant, production, average fruit mass and firmness) and qualitative parameters (color, soluble solids, pH, titratable acidity and chemical compounds) of advanced selections of the genetic improvement program of strawberry from Embrapa Clima Temperado, in the conventional system and in substrate. The experiments were carried out in the years 2020 and 2021 in two different locations, they were conducted on a rural property and in a greenhouse belonging to Embrapa Clima Temperado, located in the municipality of Pelotas/RS. Most of the selections tested showed precocity in fruit production. Selections 04-03, 33-02 and 35-25 presented the highest yields among the selections studied and the largest fruit sizes. Selections 35-02 and 35-12 showed high concentrations of soluble solids. Selections 35-02, 31-09 and cultivar Camarosa showed one of the highest levels of anthocyanins in the conventional system. Selections 04-03, 31-09, 32-05 and the cultivar Fronteras presented the highest yields and the highest averages for fruit mass. Selections 35-22, 35-12, 32-05, 35-02 and 35-06 showed high flesh firmness. Selection 35-12 and cultivar Camarosa showed higher values of phenolic compounds and antioxidant activity, the latter together with cultivar Fronteras. Selection 31-09 and cultivar Camarosa showed the highest values of anthocyanins in the substrate system.

Keywords: *Fragaria x ananassa*; agronomic parameters; genetical enhancement; production; quality.

LISTA DE FIGURAS

RELATÓRIO DE CAMPO

Figura 1 – Implantação e condução do experimento 1, no ano de 2020. Pelotas, RS.	32
Figura 2 – Implantação e condução do experimento 2, no ano de 2020. Pelotas, RS.	33
Figura 3 – Implantação e condução do experimento 3, no ano de 2021. Pelotas, RS.	34

ARTIGO 1

Figura 1 - Temperaturas médias mensais durante o ciclo produtivo de 2020. Pelotas/RS.	38
Figura 2 - Representação da disposição das mudas em canteiro com três linhas de plantio, com espaçamento de 0,35 m entre linhas e 0,40 m entre plantas.	39
Figura 3 - Distribuição da colheita de frutas (g.planta ⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo.Safra 2020.	42
Figura 4 - Distribuição percentual da colheita de frutas (g.planta ⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo. Safra 2020.	45
Figura 5 - Variação da massa média das frutas (g) de genótipos morangueiros, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo. Safra 2020.	47

ARTIGO 2

Figura 1 - Temperaturas médias mensais durante o ciclo produtivo de 2020. Pelotas/RS.	57
Figura 2 - Distribuição da colheita de frutas (g.planta ⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.	63
Figura 3 - Variação da massa média das frutas (g) de genótipos morangueiros, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.	64

ARTIGO 3

Figura 1 - Temperaturas médias mensais durante o ciclo produtivo de 2021. Pelotas/RS.	72
Figura 2 - Representação da disposição das mudas em canteiro com três linhas de plantio, com espaçamento de 0,35 m entre linhas e 0,40 m entre plantas.	73

Figura 3 - Distribuição da colheita de frutas (g.planta ⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo. Safra 2021.	76
Figura 4 - Distribuição percentual da colheita de frutas (g.planta ⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo. Safra 2021.	78
Figura 5 - Variação da massa média das frutas (g) de genótipos morangueiros, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo. Safra 2021.	80

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 - Número de frutas por planta de genótipos de morangueiro, cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.	41
Tabela 2 - Produção de frutas (g.planta ⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.	41
Tabela 3: Percentual relativo da produção de morangos (g.planta ⁻¹) em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.	44
Tabela 4 - Estimativa de produtividade em toneladas de morangos.hectare ⁻¹ de genótipos de morangueiro cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.	46
Tabela 5 - Massa média das frutas (g) de genótipos de morangueiro cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.	47
Tabela 6 - Sólidos solúveis e firmeza das frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.	48
Tabela 7 - pH acidez titulável, luminosidade e °Hue das frutas de genótipos de morangueiro cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.	49
Tabela 8 - Teor de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante nas frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.	50

ARTIGO 2

Tabela 1- Número de frutas por planta de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.	62
--	----

Tabela 2 - Produção de frutas (g.planta ⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.	62
Tabela 3 - Massa média das frutas (g) de genótipos morangueiros, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.	63
Tabela 4 - Sólidos solúveis e firmeza das frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.	64
Tabela 5 - pH acidez titulável, luminosidade e °Hue das frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.	65
Tabela 6 - Teor de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante nas frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.	65

ARTIGO 3

Tabela 1 - Número de frutas por planta de genótipos de morangueiro, cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.	75
Tabela 2 - Produção de frutas (g.planta ⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.	76
Tabela 3 - Percentual relativo da produção de morangos (g.planta ⁻¹) em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.	78
Tabela 4 - Estimativa de produtividade em toneladas de morangos.hectare ⁻¹ de genótipos de morangueiro cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.	79
Tabela 5 - Massa média das frutas (g) de genótipos de morangueiro cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.	80
Tabela 6 - Sólidos solúveis e firmeza das frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.	81
Tabela 7 - pH acidez titulável, luminosidade e °Hue das frutas de genótipos de morangueiro cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.	82
Tabela 8 - Teor de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante nas frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.	83

SUMÁRIO

1. Introdução geral	11
2. Projeto de pesquisa	12
2.1 Participantes do projeto.....	12
3. Introdução e justificativas.....	13
4. Objetivos e hipóteses.....	15
4.1 Objetivo geral.....	15
4.2 Objetivos específicos.....	15
4.3 Hipóteses.....	15
5. Revisão bibliográfica.....	16
5.1 A cultura do morangueiro.....	16
5.2 Importância econômica do morangueiro.....	17
5.3 Cultivares de morangueiro.....	18
5.4 Mudas de morangueiro.....	19
5.5 Qualidade das frutas.....	20
6. Material e métodos.....	21
6.1 Experimento 1.....	22
6.2 Experimento 2.....	22
6.3 Delineamento experimental.....	22
6.4 Avaliações.....	23
7. Orçamento.....	24
7.1 Material permanente.....	24
7.2 Material de consumo.....	25
7.3 Outros serviços.....	25
7.4 Outras despesas.....	26
7.5 Custo total.....	26
8. Cronograma de execução.....	27
9. Divulgação dos resultados.....	28
10. Referências bibliográficas.....	29
11. Relatório de campo.....	32
12. Artigos desenvolvidos.....	35
12.1 Artigo 1.....	35
12.2 Artigo 2.....	55
12.3 Artigo 3.....	70
13. Considerações finais.....	85

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil talvez seja a nação, no contexto mundial, que consegue concentrar a maior gama de espécies de frutas no planeta, de todos os climas e com todas as exigências de solos e de manejo. Não apenas por sua condição de território quase continental, mas também pelas circunstâncias de se situar tanto em clima tropical, na proximidade da Linha do Equador, quanto em clima temperado, em seus estados meridionais. E, em adendo, conta com um mercado que, sozinho, alavanca e dá sustentação a essa produção, não dependendo apenas das relações com o comércio internacional. O País continua na posição de terceiro maior produtor mundial de frutas, superado apenas pela China, com 265 milhões de toneladas, e pela Índia, com 93 milhões de toneladas, de acordo com dados de 2018 da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO). É seguido pelos EUA, com 26,5 milhões de toneladas (CARVALHO et al., 2019).

A produção de frutas de clima temperado, em especial o cultivo das pequenas frutas, ainda são pouco expressivas, mas verificam-se avanços no Brasil. A tendência é um aumento do cultivo das berries, comercializadas no mercado interno e também no mercado externo. Existem a perspectiva de aumento na procura destas frutas para exportação, visando a atender à entressafra do Hemisfério Norte (FACHINELO, 2011).

As pequenas frutas são compostas por um grupo que engloba amoras vermelha e preta, framboesa, groselha, mirtilo e morango. Essas frutas apresentam em sua composição uma enorme quantidade de nutrientes e compostos que promovem melhor funcionamento do organismo, tornando-as cada vez mais foco de estudos para elucidação desses benefícios. No Brasil, a fruta vermelha mais apreciada é o morango, enquanto as demais apresentam menor consumo por razões diversas, como menor oferta e maior preço (SOUZA, 2013).

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch) se destaca pela sua grande aceitação no mercado. O pseudofruto é altamente atrativo ao consumo in natura, por suas características de aroma, coloração e sabor, e por apresentar demanda o ano inteiro. A produção desta cultura tem grande importância para a diversificação nas propriedades rurais, principalmente as familiares, como alternativa de produção, gerando renda

durante longo período do ano, viabilizando economicamente a produção familiar e mantendo a juventude no campo (CARVALHO et al., 2016).

Dentro do grupo das pequenas frutas, o morangueiro é o que apresenta a maior importância econômica e área cultivada no Brasil. Segundo FAOSTAT (2019), são produzidas aproximadamente 165.000 toneladas da fruta, em uma área de 4.500 hectares.

Atualmente as mudas de morangueiro mais utilizadas no Brasil são importadas do Chile e Argentina, gerando uma grande vulnerabilidade do setor (GOMES; SIMARELLI, 2021), tornando-se importante trabalhos de melhoramento genético do morangueiro, afim de disponibilizar mudas nacionais com qualidade para uso comercial. Porém o principal desafio dos programas de melhoramento genético no Brasil é desenvolver cultivares adaptadas as diferentes condições edafoclimáticas e aos diferentes sistemas de produção, pois a adaptabilidade de uma cultivar depende da interação entre genótipo e ambiente (OLIVEIRA; ANTUNES, 2016).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo de seleções avançadas do programa de melhoramento genético de morangueiro da Embrapa Clima Temperado, em diferentes sistemas de cultivo.

2. PROJETO DE PESQUISA

Título: Avaliação agrônoma de morangueiro de dias curtos

2.1 Participantes do projeto

- Fernando Camillo da Silva Mueller, Engenheiro Agrônomo, Discente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, nível de mestrado, FAEM/UFPEL.
- Luís Eduardo Corrêa Antunes, Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador A da Embrapa Clima Temperado, Orientador, Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, FAEM/UFPEL.
- Flavio Gilberto Herter, Engenheiro Agrônomo, Doutor, coorientador, Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, FAEM/UFPEL.
- Caroline Farias Barreto, Engenheira Agrônoma, Doutora, coorientadora, Pós-doutoranda CNPq/Embrapa.

- Andressa Vighi Schiavon, Engenheira Agrônoma, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, FAEM/UFPel.
- Sandro Bonow, Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador A da Embrapa Clima Temperado.
- Marcelo Malgarim, Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, FAEM/UFPel.
- Márcia Vizzotto Foster, Engenheira Agrônoma, Doutora, Pesquisadora A da Embrapa Clima Temperado.
- Rufino Fernando Flores Cantillano, Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador A da Embrapa Clima Temperado.

3. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS

O morangueiro (*Fragaria x ananassa*) é uma espécie pertencente ao ‘grupo denominado de pequenas frutas’, junto com a amoreira-preta, framboesa e mirtilo. Entre essas espécies, destaca-se a cultura do morangueiro, com produção destinada tanto para o consumo in natura, como para a indústria alimentícia (MAZARO et al., 2013).

No Brasil, a cadeia produtiva do morangueiro é considerada uma das mais significativas no setor de horticultura e apresenta importância econômica e social para os agricultores de base familiar (COCCO et al., 2011). Nos últimos anos, essa cultura vem expandindo a sua área de produção e produtividade, principalmente pela maior demanda dos consumidores.

A produção mundial de morangos vem crescendo, em 2013 a produção foi de 7.879.108 toneladas, enquanto no ano de 2017 chegou a 9.223.815 toneladas, ou seja, um crescimento de 17% entre esses cinco anos (ANTUNES; BONOW; REISSER; JUNIOR, 2020). A América do Sul produz aproximadamente 167 mil toneladas de morango em 7.725 hectares, sendo os principais países produtores a Venezuela, Colômbia, Peru e Argentina (FAOSTAT, 2019). No Brasil, a produção de morangos concentra-se principalmente nos Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, com produção de aproximadamente 130 mil toneladas (ANTUNES; PERES, 2013). No Rio Grande do Sul, a produção está distribuída em quatro regiões distintas,

Serra Gaúcha, Vale do Caí, Pelotas e Campos de Cima da Serra. Estas regiões produtoras apresentam características em comum, como cultivo familiar com áreas médias de 0,2 a 2 ha (ANTUNES; PERES, 2013);

A muda é um dos principais insumos do sistema de produção de morango, estando diretamente relacionada com a produtividade e a qualidade da fruta. As principais cultivares utilizadas no Brasil são Oso Grande, Camarosa, Aromas, Albion e San Andreas (KIRSCHBAUM et al., 2017). No Rio Grande do Sul, as cultivares de dia neutro, vêm sendo amplamente utilizadas, destacando-se Albion e San Andreas como as mais cultivadas (COCCO et al., 2019). Apesar das cultivares utilizadas no Brasil serem produtivas e apresentarem frutas de boa qualidade, a grande parte das mudas utilizadas são importadas da Patagônia (Argentina e Chile), devido às excelentes condições de cultivo daquele local (ANTUNES & PERES, 2013; GONÇALVES et al., 2016).

Para reduzir a dependência dos produtores por mudas de morangueiro importadas, torna-se estratégico a produção de mudas nacionais (BARRETO et al., 2018). Além da dependência por mudas importadas, os produtores necessitam adaptar a época de plantio das lavouras à época de chegada das mudas, dificultando o planejamento e a condução do cultivo. O plantio na época adequada é uma das etapas mais importantes para que o morangueiro possa expressar seu potencial produtivo (RAHMAN et al., 2014). Em regiões de clima ameno, como o do município de Pelotas-RS, a época de plantio recomendada é entre março e abril, visto que, a partir de maio, verificam-se temperaturas favoráveis para a floração e a frutificação, na faixa de 13-26 °C (PASSOS et al., 2015).

Uma das alternativas para reduzir a dependência dos produtores é o uso de mudas obtidas de plantas matrizes cultivadas em ambiente protegido durante a primavera e o verão (MENZEL; SMITH, 2012). Esse tipo de muda tem como vantagens o plantio das mudas na época recomendada e a possibilidade de escalonar a produção, ou seja, antecipando o plantio, o que possibilita produções precoces, com maior rentabilidade (COCCO et al., 2011).

Outra apreensão é que não se percam características de materiais cultivados no Brasil, pois estas já possuem adaptação às nossas condições, proporcionando caracteres desejáveis agronomicamente em relação a qualidade das frutas. Entre os principais desafios dos programas de melhoramento de morangueiro no Brasil são o desenvolvimento de cultivares adaptadas as condições edafoclimáticas e cultivares adaptadas aos diferentes sistemas de produção.

O programa de melhoramento de morangueiro da Embrapa Clima Temperado tem realizado nos últimos anos pesquisas com o intuito de buscar genótipos adaptados para as condições de clima e solo do Sul e Sudeste do Brasil. Assim, futuramente, pode haver o lançamento de cultivares nacionais que sejam competitivas com as cultivares atualmente utilizadas. Desde modo, o objetivo deste estudo é avaliar seleções avançadas de morangueiro do programa de melhoramento da Embrapa Clima Temperado no cultivo convencional, em canteiros no solo e em sistema de produção fora do solo, buscando novas opções de materiais com potencial de produção e qualidade das frutas.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Avaliar o potencial agrônômico das seleções de morangueiros desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado.

4.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as seleções em estudo quanto a variáveis agrônômicas, como produtividade, massa média de frutas, tamanho de fruta, provenientes do cultivo convencional e em substrato.
- Avaliar características físico-químicas e compostos bioativos das frutas provenientes dos diferentes sistemas de produção utilizados.
- Caracterizar fenologicamente as seleções e distribuição da produção ao longo do ciclo de produção tendo como comparação as cultivares comerciais.

4.3 Hipóteses

- Há seleções de morangueiros com potencial agrônômico similar a cultivares comerciais;
- Há seleções de morangueiros que se adaptam ao cultivo fora do solo;
- Existem seleções de morangueiros que apresentam frutas com tamanho, coloração, aroma e sabor comparáveis as cultivares existentes no mercado.

- Há seleções de morangueiro com estabilidade de produção durante o ciclo de produção.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 A Cultura do Morangueiro

O morangueiro é uma planta herbácea e perene pertencente à família das Rosáceas, gênero *Fragaria*, com produção o ano todo. É uma planta de boa adaptabilidade ao clima temperado, subtropical ou tropical em virtude da quantidade de cultivares que podem ser plantadas em diferentes condições de temperatura (SENAR, 2019).

A altura de planta varia de 15 cm a 30 cm, podendo ser rasteiras ou eretas, formando pequenas touceiras, que aumentam de tamanho à medida que a planta envelhece. É uma planta perene cultivada como planta anual, principalmente por questões sanitárias e fisiológicas (RONQUE, 1998).

O sistema radicular é formado por raízes longas, fasciculadas e fibrosas, originadas na coroa, e se dividem em primárias e secundárias (FILGUEIRA, 2003). As primárias são grandes e perenes, e têm a função de armazenar reservas, contribuindo também para a absorção de água e nutrientes. Já as secundárias são dispostas em camadas superpostas, ou seja, as raízes mais novas acima das mais velhas (PIRES et al., 2000).

O caule é um rizoma estolhoso, cilíndrico e retorcido, com entrenós curtos, em cujas gemas terminais nascem as folhas compostas, os estolhos ou as inflorescências, dependendo de sua idade fisiológica, das condições de fotoperíodo e da temperatura.

As folhas variam em forma, espessura, textura e pilosidade, de acordo com a espécie. São constituídas de um pecíolo longo e, geralmente, de três folíolos. A coloração do limbo varia de verde-clara a verde-escura. Os folíolos são dentados e apresentam um grande número de estômatos.

Os estolhões são estruturas muito flexíveis, que se desenvolvem em contato com o solo, permitindo que, a partir da roseta foliar existente em seus nós, cresçam raízes, dando origem a novas plantas independentes (RONQUE, 1998).

Durante a fase vegetativa, a planta multiplica-se por meio dos estolões, que são estruturas longilíneas, dotadas de meristemas de crescimento nas extremidades, dando origem a novas plantas, que se formam em série.

Os frutos, do tipo aquênio, são diminutos, amarelos ou avermelhados, duros e superficiais (RONQUE, 1998), normalmente confundidos com sementes. Os aquênios são os frutos verdadeiros (SILVA et al., 2007), oriundos da fecundação dos óvulos, os quais estimulam o engrossamento do receptáculo, o qual, uma vez transformado em carnoso, constitui um pseudofruto ou infrutescência (BRANZANTI, 1989).

5.2 Importância econômica do morangueiro

A produção mundial de morangos é de 9,2 milhões de toneladas, sendo os principais países produtores a China com produção anual de 3,7 milhões de toneladas em 133 mil hectares e Estados Unidos com 1,45 milhões de toneladas em 21,3 mil hectares (FAOSTAT, 2019).

O Brasil cultiva anualmente cerca de 4,5 mil hectares de morangueiro, apresentando uma produção de cerca de 165 mil toneladas (FAOSTAT, 2019), próxima da alcançada pelo Japão, décimo primeiro maior produtor mundial, sendo o maior produtor de morangos na América do Sul (ANTUNES; BONOW; JUNIOR, 2020).

No Rio Grande do Sul a produtividade chega a 40 toneladas de morangos por hectare (EMATER, 2019). As principais regiões produtoras do estado se localizam no Vale do Caí, nos municípios de Estrela, Feliz, Bom Princípio, São Sebastião do Caí, Linha Nova, São João do Hortêncio, além de outros, em menor escala, que produzem a fruta basicamente para o consumo fresco. Na região da Serra Gaúcha, a produção concentra-se nos municípios de Farroupilha, Caxias do Sul, Flores da Cunha e Bento Gonçalves, e na região sul do Rio Grande do Sul, nos municípios de Pelotas – principal produtor e processador da fruta –, Turuçu, São Lourenço do Sul e Canguçu (MADAIL, 2016).

O morango dentro do grupo de cultivo das pequenas frutas é a espécie de maior expressão econômica e demanda uso intensivo de mão de obra, em torno de cinco pessoas ocupadas por hectare produtivo (MADAIL, 2008). O processo de produção de morangos envolve desde laboratórios de produção de matrizes, viveiristas até o consumo com grande importância social e econômica, sendo geradora de emprego e renda para as comunidades envolvidas (TEIXEIRA, 2011).

A cadeia produtiva do morango, dentro do conjunto dos cultivos de pequenas hortaliças, é de importância destacada em termos econômicos e sociais, por mobilizar produtores com escalas produtivas bem variadas, que abrangem mercados tanto globais quanto locais. (SPECHT e BLUME, 2009).

A cultura do morangueiro é praticada por pequenos produtores rurais que utilizam a mão-de-obra familiar, durante todo o ciclo da cultura, sendo a maior parte da produção destinada ao mercado "in natura" (ANTUNES; FILHO, 2005).

5.3 Cultivares de morangueiro

No Brasil, têm-se verificado um grande avanço na produção de morangos e um aumento na introdução de diversas cultivares e até mesmo desenvolvimento de híbridos da cultura, especialmente para a grande variação climática do País, como exemplo pode-se citar as cultivares Sensação, San Andreas e Diamante. Estes materiais apresentam características distintas, como exigência em fotoperíodo, fato que deve ser considerado em função da região e do local de cultivo (ANTUNES, 2016).

As cultivares de morangueiro podem ser classificadas de acordo com a resposta ao fotoperíodo: em cultivares de dia curto, dia neutro e dia longo, no entanto, estas últimas não são utilizadas no Brasil (WREGE et al., 2007).

De acordo com Santos & Medeiros (2003), as cultivares de morango apresentam diferentes respostas ao fotoperíodo e à temperatura, sendo que cada tipo de resposta tem dado lugar a um tipo de cultivar comercial: as cultivares de dia curto diferenciam gemas de flor quando os dias começam a decrescer e as temperaturas são baixas ao final do verão e princípio do outono; as cultivares de dia neutro, indiferentes ao fotoperíodo, não são afetadas pelo comprimento do dia e sim pelas temperaturas e as cultivares de dia longo ou reflorescentes diferenciam gemas de flor mais livremente em dias longos (durante o verão) que em dias curtos.

As principais cultivares utilizadas no Brasil são importadas, como o caso da Camarosa e Fronteiras. A cultivar Camarosa foi lançada comercialmente em 1992, pela Universidade da Califórnia (Davis). É uma cultivar de dias curtos; planta vigorosa, com folhas grandes de coloração verde-escura; ciclo precoce e com alta capacidade de produção. Frutas de tamanho grande; epiderme vermelho-escura; polpa de textura firme e de coloração interna vermelho-brilhante, escura e uniforme; sabor subácido, próprio para consumo in natura e industrialização. É suscetível à mancha de *Mycosphaerella*

(*Mycosphaerella fragariae*), à antracnose (*Colletotrichum fragariae* e *Colletotrichum acutatum*) e ao mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) (ANTUNES; OLIVEIRA, 2016).

A cultivar Fronteras foi lançada pelos antigos criadores de plantas de UC Doug Shaw e Kirk Larsen em 2014. É uma cultivar de dias curtos sendo plantas ligeiramente mais altas, eretas e abertas do que todas as cultivares de dia curto, frutos saborosos e de boa qualidade pós-colheita. Demonstra características importantes de resistência a doenças. É resistente à murcha de Fusarium, Verticillium e *Phytophthora* (PAGNAN, 2014).

5.4 Mudas de morangueiro

A utilização de mudas com comprovada origem genética e com estado fisiológico e fitossanitário adequado (certificadas) é fundamental para a obtenção de frutas de qualidade.

É importante salientar, entretanto, que a utilização de mudas de qualidade não é garantia de elevadas produtividades e qualidade da fruta, sendo necessários alguns pré-requisitos, como: escolha de cultivares adaptadas à região de cultivo, manejo adequado do sistema adotado, assim como plantio em local de baixa potencialidade de inóculo de fungos e bactérias que sejam agressivos ao morangueiro (GONÇALVES; ANTUNES, 2018).

Mudas pequenas, com idade fisiológica avançada e sistema radicular suberizado terão seu desempenho prejudicado durante o período produtivo, com impacto negativo na produtividade. Mudanças grandes e vigorosas se estabelecem mais facilmente e exigem cuidados menos intensivos em relação a irrigação e ao manejo de doenças. A qualidade da muda está diretamente relacionada com a concentração de carboidratos em seus órgãos de reserva (coroa e raízes), sendo o diâmetro da coroa o principal indicador de qualidade da muda, este influenciado principalmente pelo local de produção e a época de plantio das matrizes (GONÇALVES; ANTUNES, 2018).

A propagação do morangueiro pode ocorrer nas formas sexuada e assexuada, sendo a propagação sexuada (sementes) utilizada por programas de melhoramento genético visando a obtenção de variabilidade genética dos materiais em estudo (GONÇALVES; ANTUNES, 2018).

Na propagação comercial do morangueiro se dá de maneira assexuada, por meio de estolões emitidos pela planta, podendo os mesmos ser enraizados no solo ou em

substratos e comercializados como muda de raiz nua ou com torrão (GONÇALVES; ANTUNES, 2018).

A muda de raiz nua produzida diretamente no solo é denominada de sistema convencional. As mudas assim produzidas são amplamente utilizadas em todas as regiões produtoras de morango do País. O cultivo é feito diretamente no solo, onde as plantas-matrizes são cultivadas normalmente em canteiros, onde se desenvolvem e emitem os estolhos que, ao entrarem em contato com o solo, enraízam, produzindo novas mudas (GONÇALVES; ANTUNES, 2018).

5.5 Qualidade das frutas

Os atributos sensoriais são fatores importantes na qualidade dos frutos, entre eles a aparência (tamanho, forma e cor), o sabor, a textura, o aroma e a ausência de defeitos (SHAMAILA et al., 1992). O sabor do morango é um dos mais importantes aspectos de qualidade exigidos pelo consumidor, sendo condicionado, em parte, pelo balanço açúcar/acidez da fruta (LIMA, 1999; SHAW, 1990). A avaliação desses atributos é feita por meio de análises, graças a sua precisão.

Os sólidos solúveis totais indicam a quantidade de sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa de frutas. São normalmente designados com o Brix e aumenta com o avanço da maturação e sua medição é feita através de um refratômetro (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A acidez titulável total é determinada por titulometria ou por potenciometria, sendo expressa em porcentagem do ácido predominante na fruta. Com o amadurecimento as frutas podem perder ou aumentar o teor de acidez (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A relação sólidos solúveis / acidez titulável (ratio) é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativo que a medição isolada de açúcares ou da acidez. Uma vez que o ideal de sólidos solúveis é de 7 e de acidez titulável é de 0,8 o ratio ideal deve ser de 8,75 (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Segundo Chitarra & Chitarra (2005) a textura pode ser definida como o conjunto de propriedades do alimento, compostas por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento quando ocorre a aplicação de uma força.

O morango apresenta alta atividade antioxidante em comparação com outras frutas (GUO et al., 2003; WANG et al., 1996), que pode variar de acordo com a cultivar analisada (CAPOCASA et al., 2008; PINTO et al., 2008; WANG; LIN, 2003). Alguns compostos fenólicos foram identificados em morangos, sendo que o ácido elágico é um dos principais, por estar presente em altas concentrações (MASS et al., 1991). O especial interesse despertado pelo ácido elágico se deve às suas propriedades como antioxidante e à sua capacidade de prevenir e combater determinadas doenças (VIZZOTTO, 2016).

O morango é referenciado pelo seu alto teor de vitamina C. Sabe-se que o conteúdo médio de vitamina C nessa fruta varia de acordo com a cultivar, sendo esse, em média, de 82 mg por 100 g do peso fresco, o que coloca essa fruta como uma das mais ricas fontes de ácido ascórbico, apesar de existirem outras fontes conhecidas e mais ricas, como as frutas cítricas, principalmente o caju e a acerola (PINTO et al., 2008). O conteúdo de carotenoides em morango não é muito elevado quando comparado com outras frutas vermelhas, como a groselha, a amora-preta e o mirtilo. Já foram identificados em morango a xantofila luteína e o caroteno β -caroteno (MARINOVA; RIBAROVA, 2007).

6. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto será composto por dois experimentos, o primeiro será realizado em casa de vegetação em cultivo no substrato, nas dependências do campo experimental da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS (31°40'S e 52°26'W), com 60 m de altitude. O segundo experimento será realizado a campo, no sistema de cultivo convencional em túneis baixos, na propriedade da família do senhor Délcio Bönemann, Estrada da Gama, 9° Distrito, Pelotas, parceiro na Embrapa na condução de unidades de observação de morangueiro. Os dois experimentos serão conduzidos em dois ciclos, nos anos de 2020 e 2021.

Nos dois experimentos serão plantadas mudas de 9 seleções avançadas de morangueiro do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado, sendo: seleção 35-25 (T1), 31-09 (T2), 35-22 (T3), 32-05 (T4), 35-06 (T5), 33-02 (T6), 35-12 (T7), 04-03 (T8), 35-02 (T9) e duas cultivares comerciais com mudas importadas do Chile (Camarosa e Fronteras).

6.1 Experimento 1: Avaliação de genótipos de morangueiro em sistema de produção fora do solo.

O experimento será realizado em cultivo sem solo em 4 canaletas de madeira, com 0,5 metros de largura e 3 metros de comprimento cada, dispostas sobre suportes a uma altura média de 1,00 m do nível do solo, com 3% de declividade. As canaletas serão revestidas com filme de polietileno de baixa densidade. Sobre o filme de polietileno será distribuído o substrato, que será casca de arroz carbonizada. Essa camada será revestida com filme de polietileno de coloração branca na superfície externa (dupla face). A solução nutritiva será distribuída através de fitas gotejadoras que serão dispostas na parte superior do substrato, imediatamente abaixo do filme de polietileno, na proporção de duas fitas gotejadoras para cada canaleta. A solução nutritiva drenada será coletada através de canos de pvc de 50 mm que estarão conectados as canaletas de madeira nos pontos de menor declividade, dessa forma a solução nutritiva retornará ao reservatório, sendo assim um sistema de ciclo fechado sem perdas de água e nutrientes.

6.2 Experimento 2: Avaliação de genótipos de morangueiro em sistema convencional de plantio no solo com túneis baixos.

O experimento será realizado em cultivo convencional no solo em canteiros cobertos por mulching de filme de polietileno preto, sobre os quais serão instalados túneis baixos, com plástico transparente de baixa densidade. A irrigação utilizada será por gotejamento com duas linhas de gotejo por canteiro, sendo também utilizado para o fornecimento da adubação de cobertura.

6.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental será em blocos casualizados, totalizando 11 tratamentos com 4 repetições, sendo a unidade experimental composta por 6 plantas.

6.4 Avaliações

Nos dois experimentos serão avaliadas as seguintes variáveis:

Precocidade: definida como o número de dias transcorridos desde o plantio das mudas até o início da colheita.

Índice de mortalidade: será obtido através de monitoramento semanal das plantas, contabilizando quantas plantas morreram durante o ciclo produtivo, expresso em percentagem.

Número de frutas: obtido pela contagem do número de frutas colhidas durante o ciclo avaliado, sendo que os resultados serão expressos em número de frutas por planta (fruta planta⁻¹).

Massa média de fruta por planta: obtida pela divisão entre a massa média de fruta pelo número de plantas, os resultados serão expressos em gramas por planta (g planta⁻¹).

Produção mensal: será obtida por meio da soma de toda produção obtida durante o mês avaliado, sendo esta variável expressa em gramas por mês (g mês⁻¹).

Produção total: calculada através da soma de toda a produção obtida durante o ciclo produtivo, sendo os resultados serão expressos em gramas por planta (g planta⁻¹).

Tamanho da fruta: serão avaliadas a largura e o comprimento das frutas, com auxílio de paquímetro digital e os resultados serão expressos em centímetros.

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. A partir destes valores, serão calculados os valores da tonalidade da cor (ângulo h°), expressos em graus pela fórmula $h^{\circ} = \tan^{-1}b^*/a^*$.

Textura da polpa: será realizado com o texturômetro (Texture Analyzer, TA.XT plus®, Stable Micro Technologies Texture Systems) com a ponteira P2 de 2 mm, força de 5 g e velocidade de 5mm.s⁻¹ e os resultados serão expressos em Newtons (N).

Sólidos solúveis: será determinado por refratometria, através de refratômetro digital portátil de bancada, com correção da temperatura e os resultados expressos em °Brix.

Acidez titulável: será 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 percentagem de ácido cítrico.

pH do suco: será determinado por pHmetro digital com correção automática de temperatura. As determinações serão feitas a partir do suco extraído de 200g de fruta por tratamento com três repetições.

Antocianinas: A quantificação de antocianinas totais será realizada através da metodologia adaptada de Fuleki e Francis (1968). A leitura das amostras será realizada a 535nm em espectrofotômetro. Os resultados serão calculados através da curva padrão de cianidina-3-glicosídeo e expressos em mg de cianidina-3-glicosídeo por 100g de amostra.

Compostos fenólicos totais: A determinação dos compostos fenólicos totais será realizada de acordo com o método descrito por Swain e Hillis (1959). Os compostos fenólicos serão quantificados através de reação colorimétrica utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu. As leituras das amostras serão feitas em espectrofotômetro a 765nm, após 2 horas de reação. Os resultados serão expressos em mg de ácido clorogênico por 100g de fruta fresca, a partir de curva padrão.

Atividade antioxidante: será medida frente ao radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila), segundo o método descrito por Brand-Williams et al. (1995). A reação será realizada com solução de DPPH ($0,044 \text{ g L}^{-1}$) e a absorvância medida a 515nm, após 24h de reação em local protegido da luz a temperatura ambiente. A atividade antioxidante será calculada através de curva padrão de trolox e expressa em mg de eq. trolox por 100 g de fruta fresca.

Ácido ascórbico: será determinado através de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), através do método adaptado de AOAC (2005) sendo os resultados expresso em mg de ácido Lascórbico por 100 g de amostra fresca.

Carotenoides: serão determinados pelo método de Talcott e Howard (1999) com algumas modificações. As leituras das amostras serão feitas em espectrofotômetro a 470 nm. A concentração total de carotenoides será calculada a partir de uma curva padrão construída para o β -caroteno.

7. ORÇAMENTO

7.1 Material Permanente

Equipamentos e material permanente tais como, trator, pulverizador, encanteirador, estufa plástica, tesoura de poda, paquímetro digital, estão disponíveis na

Embrapa Clima Temperado-Pelotas, RS e na propriedade do produtor onde serão realizados os trabalhos.

7.2 Material de Consumo

Discriminação	Valor (R\$)
Armação para estufa	1000,00
Armação para túnel baixo	150,00
Balança digital	40,00
Bandejas	180,00
Caixas d'água 500L	550,00
Fertilizantes	470,00
Madeira	500,00
Material elétrico	100,00
Material de Expediente	420,00
Material hidráulico	530,00
Material plástico	760,00
Mudas de morangueiro	440,00
Substrato	350,00
Timer digital	60,00
Subtotal	5550,00

7.3 Outros serviços

Discriminação	Valor (R\$)
Análise das frutas	150,00
Análise de solo	55,00
Aplicações	330,00
Subtotal	535,00

7.4 Outras despesas

Discriminação	Valor (R\$)
Fotocópias	160,00
Impressões de Banners	130,00
Inscrições em Eventos	540,00
Transportes	1000,00
Subtotal	1830,00

7.5 Custo total

Discriminação	Valor (R\$)
Material de consumo	5550,00
Outros serviços	535,00
Outras despesas	1830,00
Total parcial	7915,00
Imprevistos (10% do total)	791,50
Bolsista de mestrado	1500,00 (24 meses)
Bolsista de PDJCNpq	4100,00 (12 meses)
Total Final	93906,50

8. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

MÊS/ETAPAS	2020											2021											2022			
	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	
Escolha do tema	X	X																								
Revisão bibliográfica relacionada com o tema			X	X	X	X																				
Elaboração do projeto					X	X																				
Apresentação do projeto						X																				
Instalação do experimento			X	X										X	X											
Avaliações produtivas						X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X			
Análises pós-colheita								X	X	X	X	X								X	X	X	X			
Análises de dados						X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X			
Redação de trabalhos científicos													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Entrega da dissertação																							X	X		
Defesa da dissertação																										X

9. DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

A divulgação dos resultados será realizada na forma de artigos científicos em revistas da área técnica especializada, em congressos e na elaboração de Série Documentos da Embrapa. As informações deverão ser direcionadas aos técnicos, engenheiros, produtores e estudantes por meio de palestras, reuniões e visitas técnicas. Será feito, com apoio da Emater Ascar-RS, e em parceria com a Embrapa e UFPel, reuniões com produtores de morangos da região para difusão das informações geradas neste projeto.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M. C. **Densidade de plantio e conservação pós-colheita de cultivares de morangueiro em sistema de produção fora do solo**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015, 86f.
- ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S.; REISSER JUNIOR, C. Morango crescimento constante em área e produção. **Campo & Negócios. Anuário HF 2020**, Uberlândia, 88-92, 2020.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. Morangueiro. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, v. 1, 590 p. 2016.
- ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry Production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, London, v. 13, n. 1-2, 2013.
- ANTUNES, M. C. **Qualidade de frutos de seis cultivares de morangueiro**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013, 40f.
- AQUINO, M. F.; SILVA, M. S. Produção de mudas do morangueiro em diferentes ambiente de cultivo. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia de XX da FAEF**, Garça, v. 36, n. 2, p. 1-13, 2019.
- BARRETO, C. F.; FERREIRA, L. V.; COSTA, S. I.; SCHIAVON, A.V.; BECKER, T. B.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C. Concentrações e épocas de aplicação do proexadione cálcio no crescimento de mudas de morangueiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 5, p. 1937-1944, 2018.
- BARRETO, C. F.; SILVA, P. S.; NAVROSKI, R.; BENATI, J. A.; NAVA, G.; ANTUNES, L. E. C. Deficiência de nutrientes com efeitos no desenvolvimento de morangueiros. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 4, p. 63-71, 2017.
- BECKER, T. B. **Produção de mudas de morangueiro fora do solo sob diferentes concentrações de nitrogênio nas matrizes e datas de plantio das mudas na Região Sul do RS**. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017, 107f.
- BECKER, T. B.; SCHIAVON, A. V.; DELAZERI, E. E.; BARRETO, C. F.; ANTUNES, L. E. C. Productive behavior of strawberry from potted seedlings produced with application of prohexadione calcium in soilless cultivation. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, Al Ain, v. 32, n. 4, p. 309-318, 2020.
- CAMARGO, L. K. P. **Produtividade e qualidade de cultivares de morangueiro em sistemas orgânico e convencional na região de Guarapuava-PR**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. UNICENTRO, Guarapuava, 2008, 97f.
- CARVALHO, C; KIST, B. B; BELING, R. R. **Anuário Brasileiro de Horti&Fruti 2020**. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 96 p.

- 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: Editora UFPR. p. 15-68, 2016.
- COCCO, C.; GONÇALVES, M. A.; PICOLOTTO, L.; FERREIRA, L. V.; ANTUNES, L. E. C. Crescimento, desenvolvimento e produção de morangueiro a partir de mudas com diferentes volumes de torrão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 4, p. 961-969, 2015.
- 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**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 155-163, 2020.
- DIEL, M. I. **Fenologia, produção e qualidade de cultivares de morangueiro de diferentes origens cultivares em substratos orgânicos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016, 79f.
- FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. SPE1, p. 109-120, 2011.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT: Agricultural Production/strawberry**, Roma, 2019. Acesso em: 23 ago. 2021.
- GOMES, L.; SIMARELLI, M. Rede Morangos do Brasil e o desafio das mudas nacionais. **Revista Da Fruta**. ed. 28. 2021.
- GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C. Mudas sadias – O início do sucesso no cultivo de morango. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, junho de 2018. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/mudas-sadias-o-inicio-do-sucesso-no-cultivo-de-morango/>>. Acesso em: 21 de agosto de 2020.
- KIRINUS, M. B. M.; BARRETO, C. F.; SILVA, P. S.; KROLOW, A. C. R.; GOMES, C. B.; MALGARIM, M. B. Uso da torta de mamona na produção orgânica de morangos cv. Camarosa. **Revista Agrarian**, Dourados, v.11, n. 39, p. 1-5, 2018.
- MOLINA, A. M. R. A. **Cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) no Estado de Santa Catarina: sistemas de produção e riscos climáticos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016, 195f.
- OLIVEIRA, A. C. B.; ANTUNES, L. E. C. Melhoramento genético e principais cultivares. In: ANTUNES, L. E. C.; JÚNIOR, C. R.; SCHWENGBER, J. E. (org.). **Morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 133-147.
- OLIVEIRA, R. P.; NINO, A. F. P.; SCIVITTARO, W. B. Mudas certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v. 108, n. 655, p. 35-38, 2005.
- OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 520-522, 2006.

PEREIRA, I. S.; GONÇALVES, M. A.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C. Controle do crescimento de mudas de morangueiro ‘Camarosa’ cultivadas em substrato comercial pela aplicação de proexadione cálcio. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 59, n. 1, p. 93-98, 2016.

PILLA, R. V., GIMENEZ, J. I. Cultivo de morangueiro em diferentes sistemas sob ambiente protegido. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, número 31, 2017. 15p.

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 ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 287-291, 2011.

RICHTER, A., FAGUERAZZI, A. F., ZANIN, D. S., SILVA, P. S., ARRUDA, A. L., TILWITZ, K. V. Produção de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo. **Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa – Congrega**, Bagé, 2017. 8p.

SCHUCH, S. M. L. **Caracterização agrônômica, morfológica e sensorial de oito cultivares de morangueiro**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2000, 87f.

SENAR - Olericultura: cultivo do morango / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Senar**, Brasília, 2019. 80 p; il. 21 cm (Coleção Senar, 238).

SILVA, P. A. **Qualidade de morangos cultivados na região de Lavras, MG, armazenados em temperatura ambiente**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007, 87f.

SOUZA J. C.; SILVA R. A.; SILVEIRA E. C., ABREU F. A., TOLEDO M. A. Ocorrência de nova praga nas lavouras de morango no Sul de Minas. **EPAMIG, Circular Técnica (180)**, p. 1-5, 2013.

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**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015, 124f.

WREGE, M. S.; REISSER JUNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C.; OLIVEIRA, R. P.; HERTER, F. G. Zoneamento agroclimático para produção de mudas de morangueiro no Rio Grande do Sul. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, 2007. 27p. Documento 187.

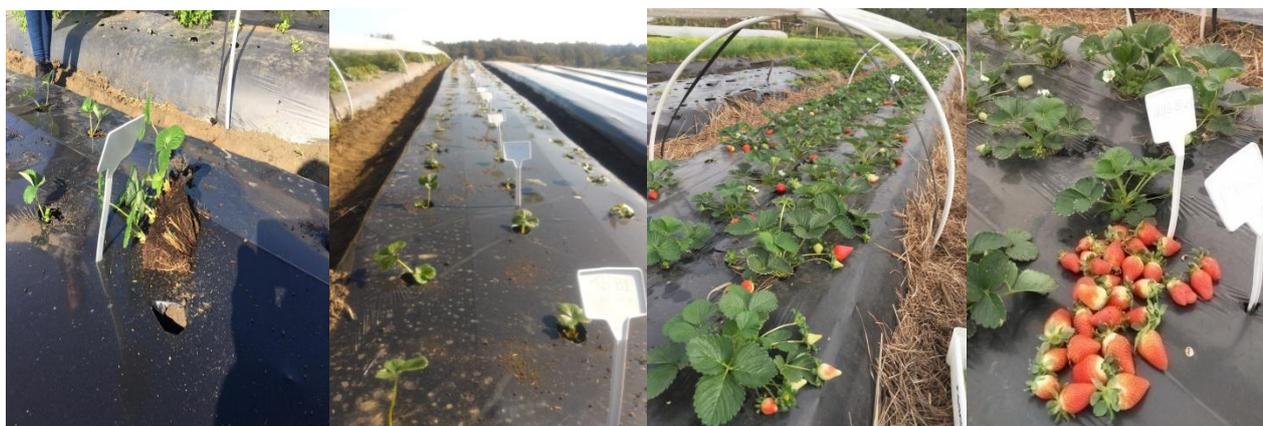
11. Relatório de campo

Para o primeiro e segundo experimento, as atividades se iniciaram em 20 de abril de 2020, 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 0,05 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 28 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 preta e do túnel baixo. As mudas foram transplantadas no campo no dia 18 de maio de 2020. Durante o período de produção, duas vezes por semana as frutas maduras (75% da epiderme na cor vermelha) eram colhidas e pesadas. A limpeza das plantas e do entorno dos canteiros foi realizada mensalmente.

Durante a condução do experimento, realizaram-se diversas aplicações de acaricida e fungicida para controle fitossanitário. A condução e manutenção do experimento ocorreram até o dia 21 de dezembro de 2020, quando percebido o declínio na emissão de flores e frutas da maioria das plantas.

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



Fonte: Autor, 2022.

Para a implantação do segundo experimento (Figura 2), foram utilizados quatro canaletas de madeira, com 0,5 metros de largura e 3 metros de comprimento cada, dispostas sobre suportes a

uma altura média de 1,00 m do nível do solo, com 3% de declividade. As canaletas foram revestidas com filme de polietileno de baixa densidade. Sobre o filme de polietileno foi distribuído o substrato de casca de arroz carbonizada. Essa camada foi revestida com filme de polietileno de coloração branca na superfície externa (dupla face). A solução nutritiva foi distribuída através de fitas gotejadoras, dispostas na parte superior do substrato, imediatamente abaixo do filme de polietileno, na proporção de duas fitas gotejadoras para cada canaleta. Em um sistema de ciclo fechado sem perdas de água e nutrientes. O plantio das mudas foi realizado no dia 8 de junho de 2020. Durante o período de produção, duas vezes por semana as frutas maduras (75% da epiderme na cor vermelha) eram colhidas e pesadas. A limpeza das plantas foi realizada mensalmente. Durante a condução do experimento, realizaram-se diversas aplicações de acaricida e fungicida para controle fitossanitário. A condução e manutenção do experimento ocorreram até o dia 29 de dezembro de 2020, quando percebido o declínio na emissão de flores e frutas da maioria das plantas.

Figura 2 - Implantação e condução do experimento 2, no ano de 2020. Pelotas, RS.



Fonte: Autor, 2022.

O terceiro experimento teve início no dia 29 de março de 2021, 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 0,05 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 28 dias para enraizamento.

Para o plantio a campo (Figura 3), a área do experimento foi preparada pelo produtor, com a instalação de mulching e túnel baixo, sendo feita a correção de acidez e de nutrientes. Para fornecimento de irrigação, foram dispostas fitas gotejadoras sobre o canteiro, nas entrelinhas de plantio.

As mudas foram transplantadas a campo no dia 26 de abril de 2021. Durante o período de produção, duas vezes por semana as frutas consideradas maduras (75% da epiderme na cor vermelha) foram colhidas e pesadas. A limpeza das plantas e o entorno dos canteiros foram realizadas mensalmente. Durante a condução do experimento, realizaram-se diversas aplicações de acaricida e fungicida para controle fitossanitário. A condução e manutenção do experimento ocorreram até o dia 20 de dezembro de 2021, quando percebido o declínio na emissão de flores e frutas da maioria das plantas.

Figura 3 - Implantação e condução do experimento 3, no ano de 2021. Pelotas, RS.



Fonte: Autor, 2022.

12. Artigos desenvolvidos

12.1 Artigo 1

Avaliação de diferentes genótipos de morangueiro de dias curtos cultivados no solo, na safra 2020.

Resumo:

A produção de morangos no Brasil vem crescendo nas últimas décadas devido à adoção de tecnologias que aperfeiçoam o cultivo, como utilização de mulching, irrigação localizada e de macro e microtúneis. No cultivo de morango, um dos itens de suma importância para o plantio é a escolha da cultivar, ou seja, busca por genótipos de qualidade que atendam as demandas dos produtores brasileiros. O perfil de variedades de morangueiro cultivadas no Brasil é importado e as respectivas variedades, na maioria, são americanas. Desde modo, a Embrapa vem desenvolvendo tecnologias para redução da dependência de genética estrangeira e melhoria do sistema de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros produtivos e qualitativos de nove seleções avançadas do programa de melhoramento genético de morangueiro da Embrapa Clima Temperado (35-25, 31-09, 35-22, 32-05, 35-06, 33-02, 35-12, 04-03 e 35-02), tendo como referência as cultivares comerciais Camarosa e Fronteras, da Universidade da Califórnia, Estados Unidos. O experimento foi conduzido em uma propriedade rural com histórico de mais de 42 anos de produção de morango, localizada no município de Pelotas no sul do Rio Grande do Sul, o delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com onze tratamentos, seis plantas por parcela e quatro repetições. As variáveis quantitativas analisadas foram o número de frutas por planta, produção, massa média das frutas, firmeza, e as variáveis qualitativas foram coloração, sólidos solúveis, pH, acidez titulável e compostos químicos. As seleções 04-03, 35-06, 35-22 e as cultivares Camarosa e Fronteras apresentaram os maiores valores para o número médio de frutas por planta. A seleção 04-03 apresentou a maior produção e destaca-se por produzir frutas com elevada massa média. A seleção 35-02 apresentou superior firmeza de polpa e elevado teor de sólidos solúveis e a seleção 35-22 apresentou frutas com maior acidez. As seleções 32-05, 35-06 e 33-02 apresentaram um vermelho mais intenso. Em relação aos compostos químicos (teor de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante) dos genótipos de morangueiro, as seleções 35-02 e 31-09 e as cultivares Camarosa e Fronteras apresentaram maiores índices.

Palavras-chaves: *Fragaria x ananassa*; seleção avançada; parâmetros agrônômicos; melhoramento genético; produção; qualidade.

Introdução

A produção mundial anual de morango é acima de 12 milhões de toneladas (FAOSTAT 2020), sendo o Brasil o maior produtor da América Latina com uma área de 5.200ha, apresentando uma produção anual de mais de 200.000 toneladas, concentrada nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná (ANTUNES et al., 2021).

A produção de morango no país vem se expandindo a cada ano, principalmente por ser uma fruta apreciada pelos consumidores, devido à coloração, aroma, sabor (MUSA et al., 2016). Embora a produção dessa fruta venha apresentando aumento no cultivo no país, a maioria das cultivares utilizadas são oriundas principalmente de programas de melhoramento genético dos Estados Unidos (CARPENEDO et al., 2016). No registro nacional de cultivares (RNC) observa-se o registro de novas cultivares de morangueiro de instituições públicas (UDESC) e privadas, mas, ainda, sem expressão no Rio Grande do Sul. Portanto, não existe cultivares brasileiras selecionadas nas condições de clima e solo da região de Pelotas-RS.

As principais cultivares de morangueiros plantadas no Brasil atualmente são Camarosa, de dias curtos, e San Andreas, de dias neutro (FAGHERAZZI et al., 2017). Assim, um dos principais entraves agrônômicos e comerciais dessa cultura atualmente é a dependência de cultivares estrangeiras. Apesar das cultivares disponíveis serem altamente produtivas e apresentarem frutas de boa qualidade, a dependência tem gerado várias consequências negativas, como o atraso na entrega e plantio tardio das mudas importadas, o que concentra a produção no final do ano, com redução de preços devido ao elevado volume de morangos ofertados ao mercado.

Entre as consequências do uso de cultivares estrangeiras destacam-se a falta de adaptação ampla dos materiais genéticos (OLIVEIRA, 2012; ANTUNES, 2016), a incerteza quanto à disponibilidade de mudas dessas cultivares, pois a grande parte das mudas é importada da Argentina e do Chile, e a qualidade das frutas muitas vezes não adequada ao gosto do mercado brasileiro, pois, embora as cultivares estrangeiras apresentem excelente tamanho e aparência, não apresentam sabor adocicado, com elevados teores de sólidos solúveis, preferência do consumidor nacional (ANTUNES; PERES, 2013; GONÇALVES et al., 2016).

Os desafios para os programas de melhoramento de morangueiro no Brasil são o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas e aos diferentes sistemas de produção (OLIVEIRA, 2012; ANTUNES, 2016). Atualmente, buscam-se novas cultivares, que sejam produtivas, com frutas grandes, adocicadas e firmes (OLIVEIRA, 2012; ANTUNES, 2016). O genótipo de morangueiro exerce influência sobre as características produtivas e qualitativas das frutas (CASTRICINI et al., 2017). Uma das etapas avançadas do desenvolvimento de uma nova cultivar é avaliar o seu desempenho agrônômico em ambiente produtivo.

A Embrapa tem conduzido seu próprio programa de melhoramento genético do morangueiro através da manutenção de um banco ativo de germoplasma (OLIVEIRA, 2012), buscando superar o desafio da criação de cultivares brasileiras (OLIVEIRA; BONOW, 2012), com sustentável interação genótipo e ambiente, adaptada as condições edafoclimáticas e sistemas de produção adotados no Brasil (OLIVEIRA; ANTUNES, 2016).

Uma das ações da pesquisa é avaliar as respostas agronômicas das seleções avançadas de morangueiro no ambiente de produção. Várias ações estão em curso nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Distrito Federal (ANTUNES, 2022 - Comunicação Pessoal). No Rio Grande do Sul há parcerias para avaliação de genótipos promissores nas cidades de Vacaria, Cerro Largo e Pelotas, sendo que nesta última, segundo Delazeri (2020) há pelo menos três genótipos promissores, quais sejam, as seleções 35-6, 35-22, 35-25.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptação, produção e parâmetros qualitativos das seleções avançadas do Programa de Melhoramento Genético do Morangueiro da Embrapa Clima Temperado, em condições de cultivo comercial no solo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido de maio a dezembro de 2020, 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, de propriedade do Sr. Délcio Bönemann. As temperaturas médias ocorridas durante a realização do trabalho são apresentadas na Figura 1.

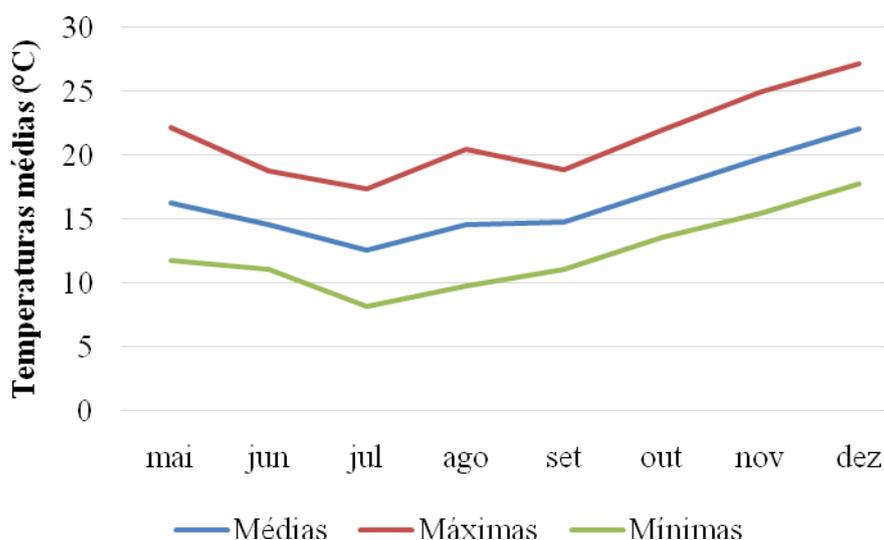


Figura 1. Temperaturas médias mensais durante o ciclo produtivo do morangueiro de 2020, Pelotas/RS, 2020. Fonte: AGROMET

Foram avaliados onze genótipos de morangueiro identificados como ‘dias curtos’, sendo nove seleções avançadas do Programa de Melhoramento genético de morangueiro da Embrapa, a saber: 04-03, 31-09, 32-05, 33-02, 35-02, 35-06, 35-12, 35-22, 35-25 e duas cultivares comerciais a Camarosa (lançada em 1994) e Fronteras (lançada em 2014), oriunda do programa de melhoramento da Universidade da Califórnia, Estados Unidos. O delineamento experimental utilizado no campo foi de blocos casualizados, com quatro repetições e 6 plantas por parcela, totalizando 264 plantas.

Para a implantação, as mudas das cultivares Camarosa e Fronteras foram obtidas da empresa Bioagro, importadas do viveiro LLauhen (Chile). As mudas das seleções foram obtidas de plantas matrizes mantidas em sistema fora do solo, sendo que os estolões foram colhidos e plantados no dia 20 de abril de 2020 em bandejas de poliestireno expandido (72 células) preenchidas com substrato Carolina Soil[®] acrescido de 0,05 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta Osmocote[®]. Após o plantio dos estolões, as bandejas foram acomodadas em casa de vegetação com irrigação por aspersão, até o momento do plantio no campo (28 dias após).

O sistema produtivo utilizado foi o denominado de convencional no solo, em canteiros cobertos por mulching de filme de polietileno preto com espessura de 18 microns, sobre os quais foram instalados túneis baixos, com plástico transparente de baixa densidade com espessura de 100 microns. A irrigação utilizada foi por gotejamento com duas linhas de gotejo por canteiro, com espaçamento entre gotejadores de 10 cm e vazão de 1,2 litros por hora, sendo o mesmo sistema também utilizado para o fornecimento da fertirrigação.

As mudas foram dispostas em canteiro com três linhas de plantio, com espaçamento de 0,35 m entre linha e 0,40 m entre plantas, o que prevê uma população de aproximadamente 40 mil plantas por hectare (Figura 2). O plantio das mudas de torrão das seleções a campo foi realizado no dia 18 de maio de 2020 e das mudas de raiz nua das cultivares no dia 27 de maio de 2020.

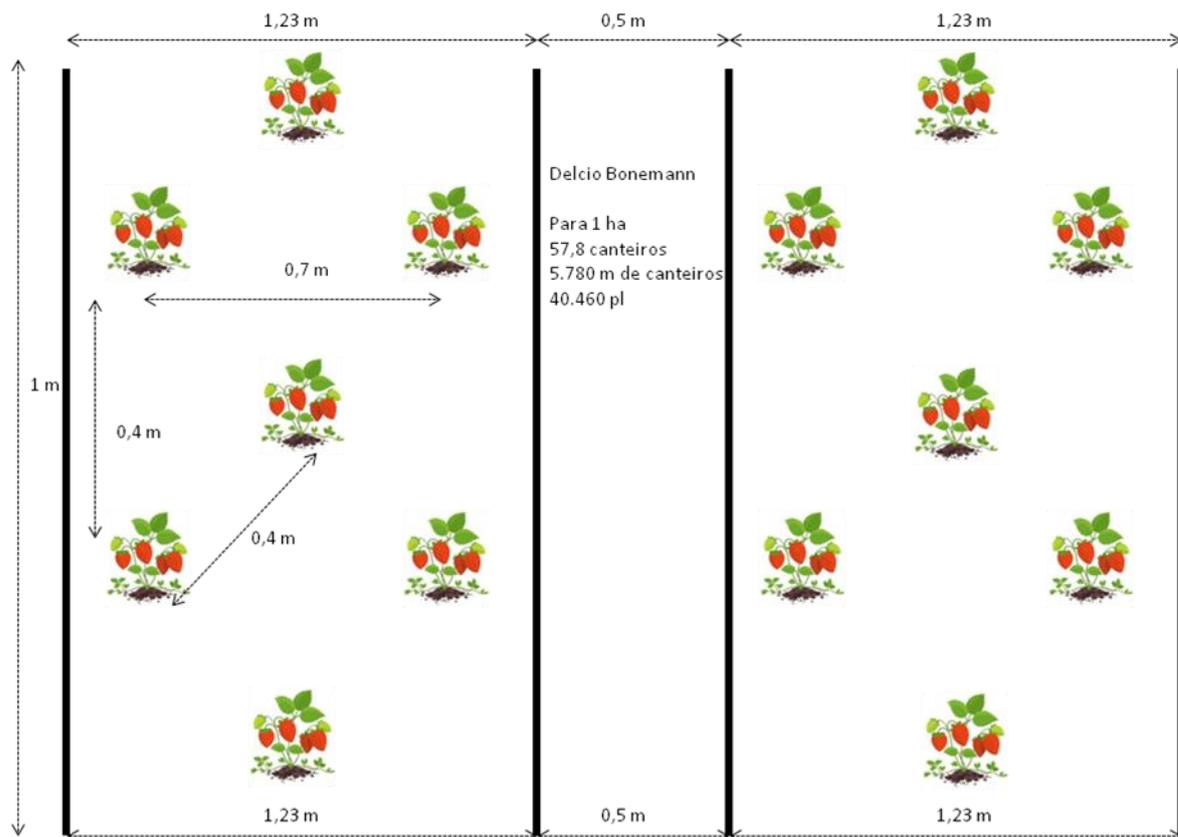


Figura 2. Representação da disposição das mudas em canteiro com três linhas de plantio, com espaçamento de 0,35 m entre linhas e 0,40 m entre plantas.

As colheitas foram iniciadas no dia 3 de agosto de 2020 e encerraram-se no dia 21 de dezembro de 2020, sendo realizadas duas vezes por semana. O ponto de colheita foi determinado pela coloração da epiderme, com 75% da epiderme avermelhada, no estágio de maturação completa. As variáveis analisadas foram o número médio de frutas, obtido através do somatório do número por planta em cada colheita; produção, obtida através do somatório da massa fresca de frutas, sendo expressa em gramas (g) por planta; massa média de fruta, expressa em gramas (g fruta^{-1}), obtida pelo quociente entre a massa fresca média e o número médio de frutas por planta.

Em relação aos parâmetros de qualidade das frutas foram avaliados em dois períodos, o primeiro no início do ciclo no mês de setembro e o segundo no pico da produção dos genótipos no mês de novembro. Para a realização da avaliação dos parâmetros de qualidade, foram selecionadas de forma aleatória, oito frutas de cada repetição. O delineamento experimental utilizado no laboratório foi em esquema fatorial 2×11 , onde o fator A foi a época da colheita e o fator B as cultivares avaliadas.

Os morangos foram avaliados quanto à coloração da epiderme, realizada com auxílio do colorímetro marca Minolta CR-300[®], com fonte de luz D65, onde se realizaram leituras de “L” (luminosidade), “a*”, “b*” e a matiz ou tonalidade cromática representado pelo “ângulo hue” foi calculada como o quociente de arctg de b^*/a^* sendo o resultado expresso em graus; à firmeza da

polpa, medida texturômetro TA-XT plus 40855 (StableMicrosystem, England) com ponteira de 2mm, profundidade de penetração de 5mm, velocidade de pré-teste de 1.0 mm s^{-1} , velocidade de teste 2.0 mm s^{-1} , velocidade de pós-teste de 10.0 mm s^{-1} e força de 5.0 kg sendo os resultados expressos em Newtons; aos sólidos solúveis, obtidos com o refratômetro digital da marca Atago[®] modelo PAL-1, sendo os resultados expressos em °Brix; à acidez titulável, quantificada em 5 mL de suco diluídos em 90 mL de água destilada e titulados com solução de NaOH 0,1 mol L até pH 8,1, com auxílio do potenciômetro (pHmetro) digital de bancada da marca Metrohm modelo 780/781, sendo expressa em porcentagem de ácido cítrico.

Na avaliação dos compostos bioativos, as extrações dos compostos fenólicos, atividades antioxidantes e das antocianinas foram realizadas com cada amostra contendo 5 g de morangos cortados como formato de “pizza” adicionados 20 mL de metanol para compostos fenólicos e atividades antioxidantes e 15 mL de etanol acidificado para as antocianinas, em seguida foram trituradas no Turrax por 1 minuto e centrifugados por 20 minutos e 4000 rpm em 0°C. Coletado de 2mL do sobrenadante, colocado em tubinhos eppendorf, identificados e armazenados até o dia de analisar.

Na preparação das amostras dos compostos fenólicos com 50 mL e adicionados (200 mL metanol + 4 mL água destilada + 250 ml Folin 0,25N agindo por 3 minutos + 500 ml Na_2CO_3 0,1N). Nas atividades antioxidantes, as amostras com 20 mL e adicionados (180 mL metanol + 3,8 DPPH diluído), em seguida as amostras foram agitadas no Vortex e colocadas em repouso, respectivamente, por 2 horas e 24 horas no escuro.

As leituras foram realizadas com auxílio do espectrofotômetro na regulagem de 725 nm (nanômetros) para compostos fenólicos, 515 nm (nanômetros) para atividade antioxidante e 535 nm (nanômetros) para antocianinas.

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 variável número de frutas por planta, no mês de agosto, início da colheita, as seleções 35-22, 31-09 e 35-12 obtiveram os maiores índices (Tabela 1). As seleções 35-25, 35-06, 35-02, 33-02 e 32-05, embora com menos frutas que as anteriores citadas, foram superiores as duas cultivares de referência (Tabela 1). Todas as seleções de morangueiro em avaliação apresentaram maior

número de frutas (Tabela 1) e produção por planta (Tabela 2) no mês de agosto, em relação às cultivares Camarosa e Fronteras. Além disso, evidenciou-se que essas seleções apresentam produção precoce, produzindo frutas num intervalo mais curto entre plantio e início de colheita, período em que o mercado regional ainda não tem grande quantidade de morangos sendo ofertado, assim podendo gerar maior renda para os produtores, devido ao maior preço da fruta.

Tabela 1. Número de frutas por planta de genótipos de morangueiro, cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Número de frutas por planta						Total
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro		
35-25	4,33 b	5,20 b	7,95 b	22,50 b	13,73 c	53,75 b	
31-09	5,91 a	6,66 a	10,83 a	26,33 b	11,83 c	61,58 a	
35-22	6,04 a	5,95 a	10,33 a	27,91 b	16,25 b	66,50 a	
32-05	4,04 b	5,37 b	8,87 b	24,66 b	16,04 b	59,00 a	
35-06	4,70 b	7,29 a	9,75 b	28,54 b	16,90 b	67,19 a	
33-02	4,91 b	4,79 b	4,33 c	12,20 c	10,20 c	36,08 c	
35-12	5,75 a	7,71 a	8,90 b	26,61 b	11,28 c	60,26 a	
04-03	3,29 c	6,29 a	12,37 a	29,04 b	19,83 a	70,83 a	
35-02	4,91 b	4,83 b	7,07 b	18,68 c	10,89 c	46,40 b	
Camarosa	1,16 d	2,66 c	9,03 b	43,91 a	21,45 a	78,28 a	
Fronteras	1,85 d	5,42 b	7,80 b	31,91 b	21,00 a	68,00 a	
CV(%)	19,33	18,71	19,25	21,57	22,50	13,92	

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

Tabela 2: Produção de frutas (g.planta⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Produção de frutas (g.planta ⁻¹)						Total
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro		
35-25	81,62 b	152,45 a	245,70 b	477,75 b	239,50 b	1197,04 C	
31-09	107,62 a	175,50 a	294,58 b	482,41 b	143,90 b	1204,03 C	
35-22	108,20 a	145,41 a	242,04 b	482,08 b	211,50 b	1189,25 C	
32-05	63,75 c	144,04 a	256,66 b	452,62 b	206,66 b	1123,75 C	
35-06	68,45 c	155,33 a	232,25 b	489,66 b	225,25 b	1170,93 C	
33-02	103,00 a	120,08 a	126,50 c	257,54 c	175,10 b	782,22 D	
35-12	84,83 b	160,34 a	170,21 c	434,19 b	142,02 b	991,60 D	
04-03	60,64 c	195,75 a	428,45 a	653,41 b	315,00 a	1653,16 A	
35-02	105,41 a	126,66 a	185,57 c	353,58 c	170,87 b	942,11 D	
Camarosa	12,58 e	53,20 b	230,00 b	717,50 a	247,55 b	1260,68 C	
Fronteras	34,28 d	131,17 a	247,12 b	659,48 a	334,39 a	1406,45 B	
CV(%)	19,61	19,05	18,02	18,90	27,11	14,00	

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

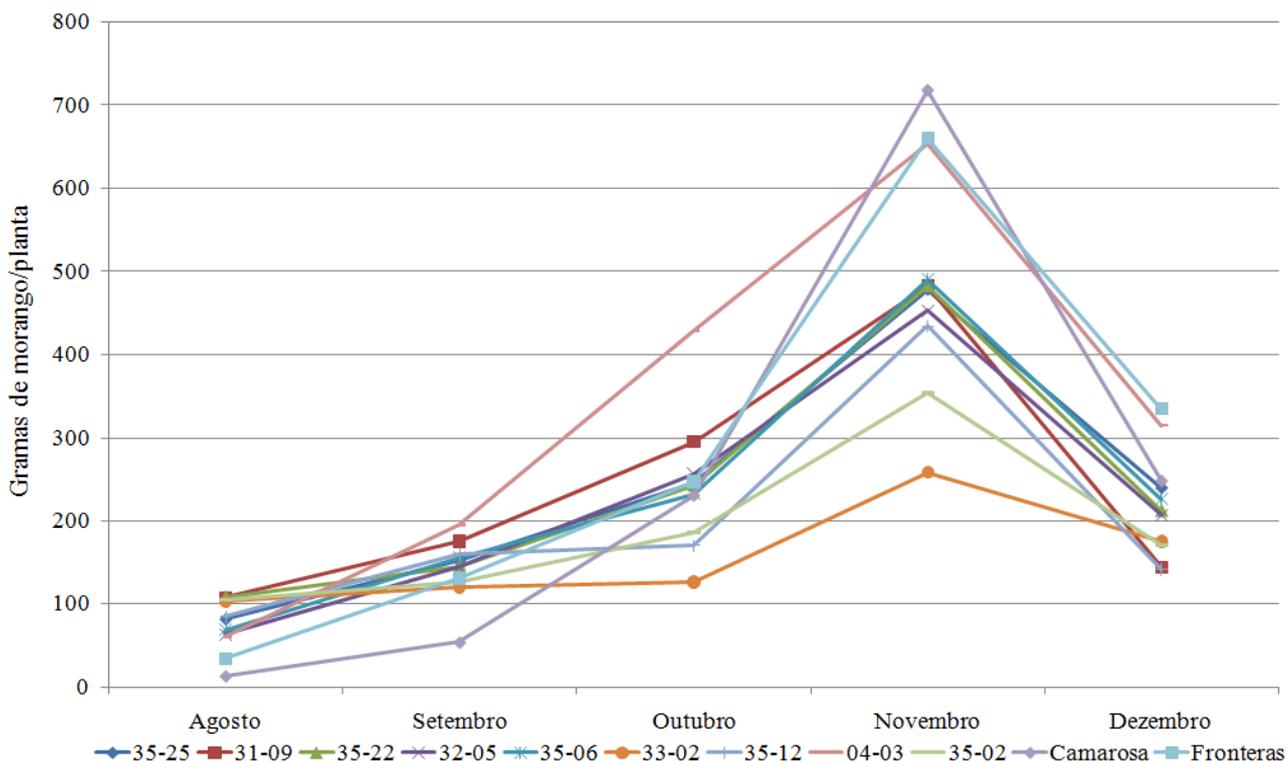


Figura 3: Distribuição da colheita de frutas (g.planta^{-1}) de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo. Safra 2020. Délcio Bönemann.

Estes resultados são superiores aos descritos por Delazeri (2020) que estudando o comportamento de seleções avançadas de morangueiro em ambiente de produção comercial, cita, por exemplo, que o maior número de morangos foi obtido nas plantas da Seleção 8-1 (40,8 frutas) não diferindo da ‘Camino Real’. Já ‘Merced’ (33,7 frutas) foi estatisticamente igual as Seleções 7-5, 31-13, 32-2, 35-22.

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 data de plantio, da cultivar e da origem das mudas, sendo este último fator que pode atrasar a instalação da lavoura visto o complexo sistema de importação e distribuição das mudas de origem importada. Portanto, cultivares nacionais e importadas, com produção local de mudas, pode permitir o plantio mais cedo no campo, em época adequada e com início da produção mais cedo (precoce) aumentando a rentabilidade dos produtores. Neste sentido os resultados obtidos corroboram as ponderações de Cocco (2014) visto que alguns genótipos apresentaram produção precoce significativa em relação às cultivares comerciais.

Para o mês de setembro e outubro, as seleções 35-22 e 31-09 continuaram a apresentar desempenho superior para o número de frutas (Tabela 1). Maior número de frutas foram observadas

também em setembro, para os genótipos 35-12, 35-06 e 04-03, sendo que este último também com destaque em outubro.

As cultivares comerciais obtiveram maior número de frutas nos dois últimos meses de avaliação, ou seja, para Camarosa em novembro e dezembro, ocorrendo o pico para esta variável, e Fronteras em dezembro, acompanhada da seleção 04-03. Esses resultados podem ter como explicação as diferenças no tipo de muda (mudas de raiz nua nas cultivares importadas e mudas de torrão nas seleções) e nas datas de plantio, onde as cultivares foram plantadas após as seleções, devido dependência da entrega das mudas, vindas do Chile.

Para o número total de frutas, durante o ciclo produtivo avaliado, as seleções 31-09, 35-22, 32-05, 35-06, 35-12, 04-03 produziram, estatisticamente, o mesmo número de frutas das cultivares Camarosa e Fronteras (Tabela 1).

O número de frutas depende principalmente da interação genótipo-ambiente, sendo que os fatores temperatura e fotoperíodo nas plantas de dias curtos, são responsáveis pela indução floral em plantas de morangueiro (OLIVEIRA; BONOW, 2012). Cada genótipo pode responder de forma diferenciada a estes estímulos, gerando um número variado de flores secundárias e terciárias, o que resulta em maior quantidade de frutas de menor tamanho (TAYLOR, 2002). Os resultados observados neste trabalho corroboram com o de Carvalho et al., (2013) e Gonçalves et al. (2016), avaliando a cultivar Camarosa obtiveram valores de 53,71 e 64,4 frutas por planta respectivamente.

Em relação à variável produção por planta, nos meses de agosto e setembro, as seleções 35-02, 35-22, 33-02 e 31-09 obtiveram maiores valores de massa (g) das frutas por planta (Tabela 2), sendo ainda em setembro acompanhadas pelas seleções 35-25, 32-05, 35-06, 35-12 e 04-03, e pela cultivar Fronteras. Já no mês de outubro a seleção 04-03 foi a mais produtiva, assim como em dezembro, acompanhada este mês por Fronteras.

‘Camarosa’ se destacou, assim como Fronteras, no mês de novembro, com produção média por planta superior a todas as seleções avaliadas. Ao final do ciclo verificou-se que os genótipos mais produtivos (acima de um quilo/planta) foram: a seleção 04-03 (1.653,16 gramas/planta), ‘Fronteras’ com 1406,45 gramas/planta e as seleções 31-09, 35-25, 35-22, 35-06, 32-05, e a cultivar Camarosa (Tabela 2). Estes resultados são superiores aos relatados por DELAZARI (2020), cujas diferenças podem ser associadas em parte a origem das mudas, ou seja, a do presente trabalho as matrizes fornecedoras de pontas de estolões foram propagadas no laboratório de cultura de tecidos da Embrapa, o que não aconteceu no referido trabalho.

Se considerarmos, neste caso, a produção precoce os três primeiros meses de colheita verifica-se (Tabela 3 e Figura 4) que as seleções 04-03, 31-09, 32-05, 33-02, 35-02, 35-12, 35-22 e 35-25 produziram neste período acima de 40% de toda a fruta produzida ao final da safra. Ainda, a

seleção 35-06 produziu até o mês de outubro 38,95% do total de morangos colhidos. As cultivares comerciais nos três primeiros meses de produção haviam produzido, respectivamente, 23,46% (Camarosa) e 29,33% (Fronteras).

Tanto para ‘Camarosa’ como para ‘Fronteras’ o maior volume produzido na safra foi em novembro, o seja, 56,91% e 46,89% respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3: Percentual relativo da produção de morangos (g.planta⁻¹) em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
35-25	6,82	12,74	20,53	39,91	20,01	100,00
31-09	8,94	14,58	24,47	40,07	11,95	100,00
35-22	9,10	12,23	20,35	40,54	17,78	100,00
32-05	5,67	12,82	22,84	40,28	18,39	100,00
35-06	5,85	13,27	19,83	41,82	19,24	100,00
33-02	13,17	15,35	16,17	32,92	22,39	100,00
35-12	8,55	16,17	17,17	43,79	14,32	100,00
04-03	3,67	11,84	25,92	39,52	19,05	100,00
35-02	11,19	13,44	19,70	37,53	18,14	100,00
Camarosa	1,00	4,22	18,24	56,91	19,63	100,00
Fronteras	2,44	9,33	17,57	46,89	23,78	100,00

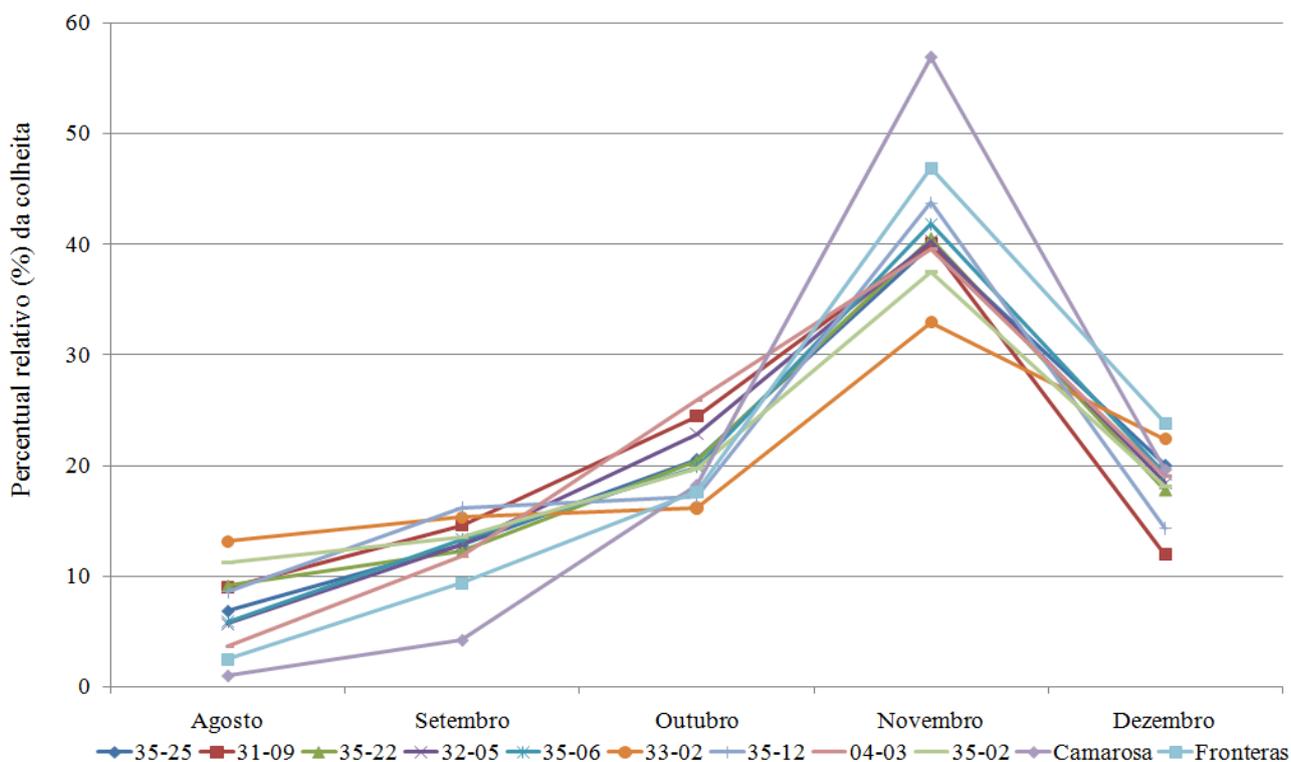


Figura 4: Distribuição percentual da colheita de frutas (g.planta⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo. Safra 2020. Délcio Bönemann.

Considerando os dados experimentais obtidos e relatados na Tabela 2 e na Figura 3 e a densidade de plantas utilizada pelo produtor ($40.460 \text{ plantas.hectare}^{-1}$) pode ser estimado a produção em um hectare de cultivo (Tabela 4). Por esta perspectiva podemos realizar algumas inferências. Tendo como referência a produção de um quilo de morangos por planta pode-se destacar as cultivares comerciais, Fronteiras (56,9 t) e Camarosa (51 t), assim como as seleções 35-25, 31-09, 35-22, 35-06 e, em especial, a 04-03 que alcançou o maior volume de morangos no ciclo, ou seja, 66,9 toneladas por hectare. As seleções 32-05, 33-02 e 35-02 produziram abaixo de um quilo por planta.

Tabela 4: Estimativa de produtividade em toneladas de morangos.hectare⁻¹ de genótipos de morangueiro cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
35-25	3.302,3	6.168,1	9.941,0	19.329,8	9.690,2	48.431,4
31-09	4.354,3	7.100,7	11.918,7	19.518,3	5.822,2	48.714,2
35-22	4.377,8	5.883,3	9.792,9	19.505,0	8.557,3	48.116,2
32-05	2.579,3	5.827,9	10.384,5	18.313,0	8.361,5	45.466,1
35-06	2.769,5	6.284,7	9.396,8	19.811,6	9.113,6	47.376,2
33-02	4.167,4	4.858,4	5.118,2	10.420,1	7.084,5	31.648,6
35-12	3.432,2	6.487,4	6.886,7	17.567,3	5.746,1	40.119,7
04-03	2.453,5	7.920,0	17.335,1	26.437,0	12.744,9	66.890,5
35-02	4.264,9	5.124,7	7.508,2	14.305,8	6.913,4	38.117,0
Camarosa	509,0	2.152,5	9.305,8	29.030,1	10.015,9	51.013,2
Fronteras	1.387,0	5.307,1	9.998,5	26.682,6	13.529,4	56.904,6

Embora a produção por planta seja um parâmetro utilizado para avaliar a eficiência produtiva, a eficácia será mensurada pela produção precoce, ou seja, maiores volumes produzidos antecipadamente poderão viabilizar economicamente o produtor. Desta forma, verifica-se (Tabela 4) nos três primeiros meses de colheita as Seleções 31-09 (23,4t), 35-22 (20,1t) e 04-03 (27,7t) superarão a casa dos 20 mil quilos por hectare. Entre 15 a 20 mil quilos por hectare os destaques foram as Seleções 35-25 (19,4t), 32-05 (18,8t), 35-06 (18,5t), 35-12 (16,8t), e 35-02 (16,8t), além da cultivar Fronteras (16,7t). Abaixo de 15 toneladas apenas a Seleção 33-02 (14,1t) e ‘Camarosa’ (11,9t).

No mês de agosto, as seleções 33-02 e 35-02 obtiveram maiores valores de massa média das frutas (Tabela 5). Maiores massas das frutas foram observadas nas seleções 04-03 e 35-25 (setembro), 04-03, 35-25, 33-02 e a cultivar Fronteras (outubro), as seleções 04-03, 35-25, 33-02, 35-02 e cultivar Fronteras (novembro e dezembro). Durante o ciclo produtivo, as seleções 04-03, 35-25 e 33-02 obtiveram maiores massas médias das frutas (Tabela 5). Os maiores valores de massa

média de fruta ocorrem no início do ciclo produtivo, sendo nos meses de agosto a outubro (VIGNOLO, 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.

Tabela 5: Massa média das frutas (g) de genótipos de morangueiro cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Massa média de frutas (g.fruta ⁻¹)					
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Massa média
35-25	18,36 b	29,23 a	31,11 a	21,22 a	17,40 a	23,46 a
31-09	18,25 b	26,64 b	27,09 b	18,35 b	12,06 b	20,48 b
35-22	17,94 b	24,77 b	23,47 b	17,31 b	13,03 b	19,30 c
32-05	16,02 c	26,73 b	29,15 b	18,36 b	12,87 b	20,63 b
35-06	14,77 c	21,35 c	23,71 b	17,15 b	13,33 b	18,06 c
33-02	22,80 a	25,12 b	29,16 a	21,14 a	17,07 a	23,06 a
35-12	14,86 c	20,63 c	19,31 b	16,12 b	12,35 b	16,65 d
04-03	18,40 b	30,83 a	34,54 a	22,55 a	15,84 a	24,43 a
35-02	21,50 a	26,57 b	26,76 b	19,56 a	15,62 a	22,00 b
Camarosa	11,39 d	19,59 c	25,37 b	16,37 b	11,36 b	16,82 d
Fronteras	19,61 b	24,79 b	33,73 a	21,26 a	15,67 a	23,01 b
CV(%)	13,87	11,30	12,97	8,93	8,69	6,72

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

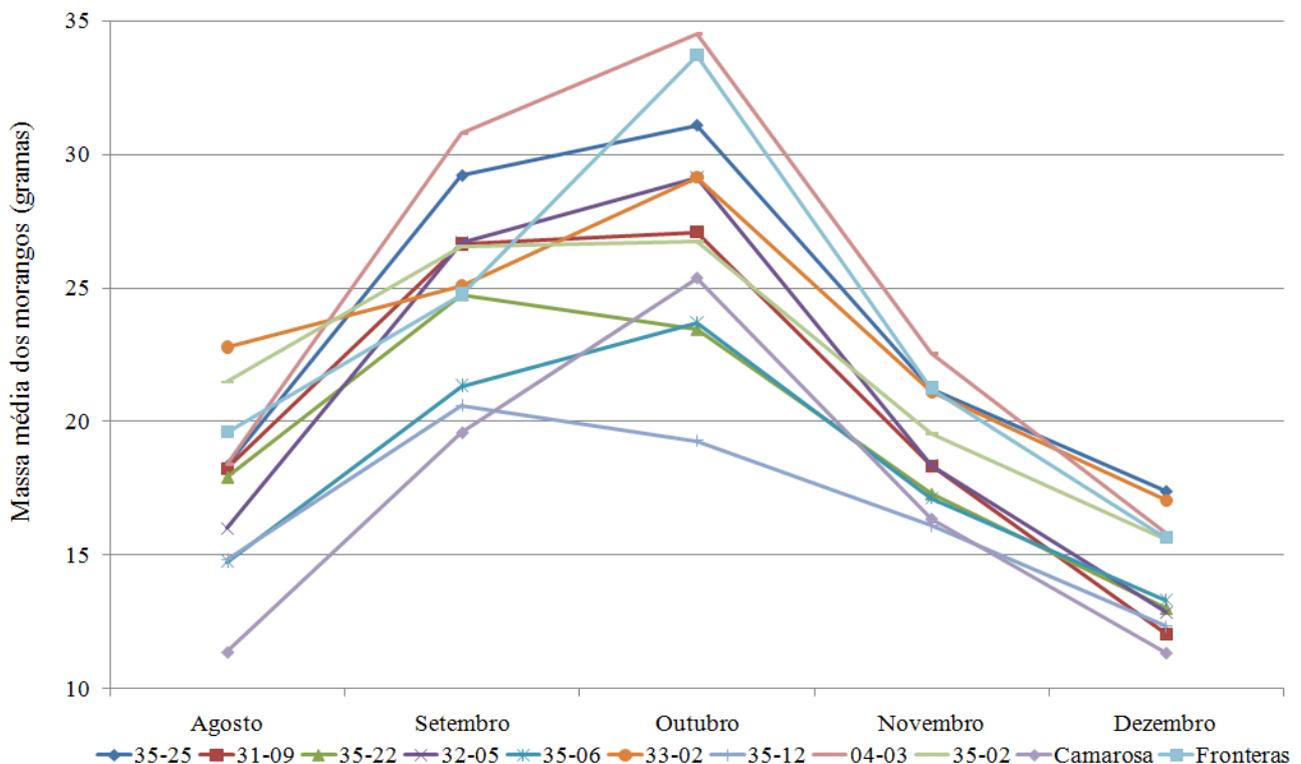


Figura 5: Variação da massa média das frutas (g) de genótipos morangueiros, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo. Safra 2020. Délcio Bönemann.

No início da safra, as frutas das seleções 35-02 e 35-12 apresentaram maiores concentrações de sólidos solúveis (Tabela 6). Já na avaliação de novembro, no pico das colheitas, evidencia-se que os genótipos do programa de melhoramento genético da Embrapa possuem maior concentração de sólidos solúveis, quando comparados com as cultivares Camarosa e Fronteras. Durante o ciclo, observa-se que as seleções 31-09, 33-02, 35-12, 35-02 e as cultivares decresceram os sólidos solúveis em relação aos meses de setembro e novembro. Esta característica é dependente de fatores genéticos e edafoclimáticos, sendo específico de cada material (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Tabela 6: Sólidos solúveis e firmeza das frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Sólidos solúveis (°Brix)		Firmeza (N)	
	Setembro	Novembro	Setembro	Novembro
35-25	8,10 cA	8,03 aA	1,69 bA	0,83 aB
31-09	8,23 cA	7,33 aB	1,70 bA	0,86 aB
35-22	8,27 cA	8,36 aA	1,98 aA	0,85 aB
32-05	8,00 cA	7,53 aA	1,91 aA	0,70 aB
35-06	8,57 cA	7,80 aA	1,97 aA	0,72 aB
33-02	9,10 bA	7,96 aB	2,19 aA	0,89 aB
35-12	10,97 aA	8,13 aB	1,87 aA	0,81 aB
04-03	7,30 cA	7,20 aA	1,39 bA	0,79 aB
35-02	11,13 aA	7,76 aB	2,19 aA	0,71 aB
Camarosa	8,30 cA	6,50 bB	1,48 bA	0,65 aB
Fronteras	9,17 bA	5,80 bB	1,57 bA	0,51 aB
CV(%)	5,54		12,58	

Médias não seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

A firmeza das frutas em setembro foi maior nas seleções 33-02, 35-02, 35-22, 35-06, 32-05 e 35-12, enquanto que na avaliação realizada no mês de novembro não se verificou diferença entre os genótipos (Tabela 6). A firmeza das frutas diminuiu do mês de setembro para novembro. Um dos principais fatores de qualidade dos morangos é sua firmeza, que outorga maior resistência ao transporte e diminui a incidência de danos mecânicos nos frutos. A obtenção de frutas com elevada firmeza visando a redução de danos na colheita e durante o transporte, é um dos 12 critérios que devem ser considerados nos programas de melhoramento para a aceitação dos novos genótipos no mercado (MEZZETTI et al., 2018).

Para os valores de pH do suco, não houve diferença entre os genótipos avaliados, sendo que os mesmos se mantiveram na faixa de 3,64 a 4,52 (Tabela 7). 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 em relação aos

resultados apresentados no estudo. Para a acidez titulável, a seleção 35-22 apresentou frutas com maior acidez (1,01%), diferindo dos demais genótipos avaliados (Tabela 7).

Para a luminosidade das frutas as seleções 32-05, 35-06 e 33-02 apresentaram maiores valores em relação aos demais genótipos. Destacando que a cultivar Camarosa apresentou o menor valor (Tabela 7). 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. Para os valores do $^{\circ}$ Hue, não houve diferença estatística entre os genótipos avaliados, sendo que os mesmos se mantiveram na faixa de 32,39 a 37,94 (Tabela 7). Quanto maiores os valores atribuídos ao $^{\circ}$ Hue, a coloração das frutas se aproxima da cor amarela e, quanto menor os valores do $^{\circ}$ Hue, mais a cor se aproxima do vermelho (ÁVILA et al., 2012).

Tabela 7: pH acidez titulável, luminosidade e $^{\circ}$ Hue das frutas de genótipos de morangueiro cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.

Genótipos	pH	ATT	Luminosidade	$^{\circ}$ Hue
35-25	4,52 ns	0,86 b	35,60 b	33,02 ns
31-09	3,80	0,77 c	34,55 b	32,39
35-22	3,67	1,01 a	34,85 b	34,10
32-05	3,80	0,77 c	36,92 a	34,22
35-06	4,22	0,85 b	35,78 a	34,62
33-02	3,82	0,71 c	37,12 a	37,94
35-12	3,73	0,90 b	35,22 b	32,96
04-03	3,82	0,67 d	35,23 b	33,92
35-02	3,81	0,83 b	35,32 b	33,99
Camarosa	3,64	0,91 b	32,28 c	33,60
Fronteras	4,52	0,75 c	33,73 b	33,33
CV(%)	15,53	8,82	4,77	8,00
Época de colheita				
Setembro	4,00 ns	0,82 ns	35,04 ns	34,11 ns
Novembro	3,74	0,83	35,51	34,06

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

Em relação aos compostos químicos, houve diferença significativa entre os genótipos para o teor de antocianinas (Tabela 8). As seleções 35-02, 31-09 e a cultivar Camarosa foram superiores às demais para o teor de antocianinas. Para a variável compostos fenólicos, os genótipos diferem entre si. As cultivares Camarosa e Fronteras foram superiores nos índices de concentração de compostos fenólicos (Tabela 8).

Da mesma forma, um aumento na atividade antioxidante foi observado em morangos das cultivares Camarosa e Fronteras (Tabela 8).

As variações no conteúdo de fitoquímicos são muito comuns em diferentes cultivares devido a fatores genéticos bem como a fatores ambientais a que esta é submetida. Inclusive na mesma cultivar, são encontradas diferenças quando esta é submetida ao cultivo em diferentes anos e locais de plantio, devido as particularidades do solo e clima do local e também pela época de amostragem, devido as variações climáticas que ocorrem ao longo do período produtivo (Bachella et al., 2009).

A partir dos resultados obtidos, por Josuttis et al. (2013) observou-se que a variação no mesmo cultivar, apenas pela alteração do local de produção, ficou entre 26,6 e 38,9 mg. 100 g⁻¹ de fruta fresca para antocianinas totais e entre 189,1 e 309 mg. 100 g⁻¹ de fruta fresca para compostos fenólicos totais. Esses resultados demonstram a influência não somente dos fatores genéticos, mas dos aspectos edafoclimáticos na biossíntese de antocianinas e de compostos fenólicos.

Tabela 8: Teor de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante nas frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Composto Fenólicos ¹	Antocianinas ²	Atividade Antioxidante ³
35-25	220,72 c	46,98 b	596,81 d
31-09	245,27 c	74,41 a	700,98 c
35-22	223,49 c	56,94 b	694,81 c
32-05	190,33 c	48,16 b	553,24 d
35-06	275,94 b	69,30 b	814,48 b
33-02	223,91 c	59,17 b	712,19 c
35-12	290,52 b	59,89 b	850,73 b
04-03	183,68 c	63,50 b	467,51 d
35-02	320,13 b	83,21 a	872,29 b
Camarosa	366,04 a	98,95 a	1119,06 a
Fronteras	349,54 a	66,17 b	1062,57 a
CV (%)	12,22	21,26	15,18

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

¹Compostos fenólicos totais expresso em mg do equivalente ácido clorogênico/100g peso fresco.

²Antocianinas totais expressa em mg equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g peso fresco.

³Atividade antioxidante total expressa em µg equivalente trolox/g peso fresco.

Conclusão

A seleção 04-03 apresentou a maior produção de morangos por planta entre as seleções estudadas e uma das maiores médias para massa de fruta, não diferindo estatisticamente da 33-02 e 35-25.

Maior número de morangos foram produzidos pelas cultivares Camarosa e Fronteras, não diferindo estatisticamente das seleções 35-22, 35-06 e 04-03.

A seleções 31-09, 35-25, 35-22, 33-02, 35-12, 04-03 e 35-02 apresentaram precocidade na produção de morangos nos três primeiros meses de colheita.

As seleções 35-02 e 35-12 apresentaram elevados teores de sólidos solúveis.

As seleções 35-02, 31-09 e a cultivar Camarosa obtiveram maiores valores de antocianinas.

As cultivares apresentaram maiores índices nos compostos fenólicos e atividade antioxidante.

Referências

ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S. Morango. Produção aumenta ano a ano. **Campo & Negócios, Anuário HF 2021**, Uberlândia, p. 87-90, 2021.

ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, C.; VIGNOLO, G.K.; GONÇALVES, M.A. Morangos do jeito que o consumidor gosta. **Campo & Negócios, Anuário HF 2015**, Uberlândia, n. 1, p. 64-72, 2015.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. Morangueiro. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, v. 1, p. 35-46, 2016.

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**, Santa Maria, v.42, n.12, p. 2265-2271, 2012.

AZEVEDO, S.M.C. **Estudo de taxas de respiração e de fatores de qualidade na conservação de morango fresco: Fragaria x ananassa Duch.** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Aberta, Portugal, 2007, 225f.

BACCHELLA, R.; TESTONI, A.; SCALZO, R. Lo. Influence of genetic and environmental factors on chemical profile and antioxidant potential of commercial strawberry (Fragaria x ananassa, Duchesne). **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, Milano, v. 8, n. 4, p. 230-242, 2009.

BEJARANO, C. C. **Caracterización de la radiación ultravioleta en La provincia de Huelva e incidencia en la productividad y el valor biotecnológico de cultivos de interés comercial.** Tese (Doutorado Área de Concentração em Ciências Ambientais), Universidade de Huelva, Huelva, 2008. 227f.

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**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 396-401, 2008.

CAMARGO, L. K. P.; RESENDE, J. T. V. de; TOMINAGA, T. T.; KURCHAITT, 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.

CARPENEDO, S.; ANTUNES, L. E. C.; TREPTOW, R. O. Caracterização sensorial de morangos cultivados na região de Pelotas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, 565-570, 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.

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. **Original Article, Braz. J. Food Technology**, Campinas, v.20, 2017.

DELAZERI, E. E. **Avaliação de genótipos de morangueiro na região de Pelotas para diferentes sistemas de cultivo.** Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020, 124f.

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)**, Brasília 1156, v. 1, 937-940, 2017.

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.

JOSUTTIS, M.; VERRALL, S.; STEWART, D.; KRÜGER, E.; MCDOUGALL, G. J. Genetic and environmental effects on tannin composition in strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) cultivars grown in different 98 European locations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Estados Unidos, v. 61, n. 4, p. 790-800, 2013.

LI, Y.; SAKIYAMA, R.; MARUYAMA, H.; KAWABATA, S. Regulation of Anthocyanin biosynthesis during fruit development in „Nioho“ strawberry. **Journal Japanese Society Horticultural Science**, Kioto n. 70, v. 1, p. 28-32. 2001.

MEYERS, K.; WATKINS, C.; PRITTS, M. P.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Estados Unidos, v. 51, n. 23, p. 6887-6892, 2003.

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.

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 Agrônômica**, Fortaleza, v.45, n.4, p.833-841, 2014.

MORITZ, P. **Fenologia, produção e produtividade de cinco genótipos de morangueiro nas condições edafoclimáticas do município de Laranjeiras do Sul – PR.** Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2018, 33f.

MUSA, C. I. **Caracterização físico-química de morangos de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos no município de Bom Princípio/RS.** Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu. Univates, Lajeado, 2016, 160f.

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.

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

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

SILVA, A.F.; DIAS, M.S.C.; MARO, L.A.C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Brasília, v.28, n.236, p.7-13, 2007.

TAIZ L; ZEIGER. **Fisiologia vegetal**. 3º ed. Porto Alegre: Artmed Editora. 719 p, 2004.

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

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**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 3470-3476, 2012.

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

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.

12.2 Artigo 2

Produção e qualidade de frutas de genótipos de morangueiro cultivados em substrato

Resumo:

Para o cultivo de morangueiro em substrato é importante conhecer a adaptabilidade das cultivares para este sistema visando à eficiência produtiva dos materiais. O objetivo deste trabalho foi avaliar os índices produtivos e qualitativos de frutas de seleções avançadas do Programa de Melhoramento Genético do Morangueiro da Embrapa Clima Temperado, em cultivo fora do solo, com o emprego de substrato. Utilizaram-se nove seleções de morangueiro (35-25, 31-09, 35-22, 32-05, 35-06, 33-02, 35-12, 04-03 e 35-02) e duas cultivares comerciais (Camarosa e Fronteras). O experimento foi conduzido na Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas/RS, sob delineamento de blocos casualizados, com onze tratamentos, seis plantas por parcela e quatro repetições. As plantas foram cultivadas em substrato de casca de arroz carbonizada, com recirculação da solução nutritiva. As variáveis analisadas foram quantitativo (número de frutas por planta, produção, massa média das frutas e firmeza) e qualitativo (coloração, sólidos solúveis, pH, acidez titulável e compostos químicos) de frutas. As seleções 31-09, 35-06, 04-03 e a cultivar Fronteras demonstraram os maiores valores para o número total de frutas por planta. As seleções 04-03, 31-09, 32-05 e a cultivar Fronteras apresentaram as maiores produções totais por planta. As seleções 33-02, 35-25, 04-03 e a cultivar Fronteras destacam-se por produzir frutas com elevada massa média. As cultivares Camarosa e Fronteras demonstraram elevado sólidos solúveis. As seleções 35-22, 35-12, 32-05, 35-02 e 35-06 apresentaram superior firmeza de polpa. Para os valores de pH, as seleções 31-09, 33-02, 04-03 e as cultivares Camarosa e Fronteras apresentaram os maiores valores. As seleções 35-12 e 35-22 apresentaram frutas com maior acidez. Para as variáveis referentes a coloração das frutas, as seleções 35-25, 32-05, 35-12 e 04-03 apresentaram os melhores resultados. Em relação aos compostos bioativos dos genótipos de morangueiro, as seleções 35-12 e 31-09 e as cultivares Camarosa e Fronteras apresentaram maiores índices.

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

Introdução

Das pequenas frutas, entre as quais se encontram morango, framboesa, mirtilo, groselha e outras *berries*, o morango (*Fragaria x annanasa* Duch.) é a mais representativa, com 67% da produção mundial (FAOSTAT, 2020). O morango possui boa aceitação no mercado consumidor,

fato devido às suas características físicas, nutracêuticas e organolépticas, que atraem o consumidor (MUSA et al., 2016).

A produção de morango no país vem se expandindo a cada ano, devido ao desenvolvimento de novas tecnologias, como a diversificação de cultivares e diferentes sistemas de cultivo, é possível encontrar morangos nas prateleiras dos supermercados em qualquer época do ano (ALVES, 2020). Um dos sistemas mais inovadores é a produção em bancadas, sem a presença do solo, em calhas ou ‘slabs’ em substratos comerciais, com fertilização e irrigação localizada, protegidos em abrigos, permitindo a ventilação lateral. MARQUES et al. (2020) citam que a popularização deste sistema se dá em função de uma série de vantagens operacionais, o que confirma o estudo de ALVES (2020) evidenciando o aumento do número de produtores que vem adotando este sistema de produção de morangos. Embora existam estudos comprovando as inúmeras vantagens do cultivo do morangueiro em substrato, entre elas a qualidade das frutas produzidas, sabe-se que o desempenho das plantas e os parâmetros físico-químicos das frutas são dependentes da genética (COSTA et al., 2019).

Um dos principais desafios agrônômicos e comerciais dessa cultura é a adequação de cultivares ao sistema de produção e, portanto, um desafio para os produtores (ANTUNES; BONOW, 2022). Apesar das cultivares americanas disponíveis (San Andreas e Albion) serem altamente produtivas e apresentarem frutas de boa qualidade, a dependência de plantas importadas (cultivares protegidas) tem gerado consequências negativas, visto que o atraso no plantio das mudas (DAL PICIO et al., 2012) causa por consequência um atraso no início de colheita dos morangos e redução da remuneração da fruta.

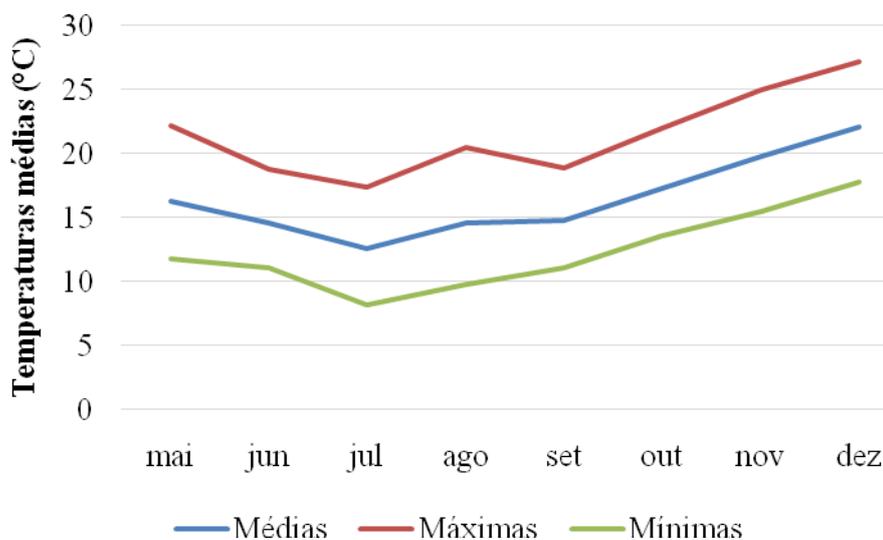
Os desafios para os programas de melhoramento de morangueiro no Brasil são o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições de clima e solo e aos diferentes sistemas de produção (OLIVEIRA, 2012; ANTUNES, 2016).

Um dos programas de melhoramento de morangueiro em atividade no Brasil é liderado pela Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS (ANTUNES; BONOW, 2021), onde um dos objetivos é o de adequar a relação genótipo com o ambiente e sistema de produção (DELAZARI, 2020). Neste contexto é imprescindível que o Brasil possua cultivares nacionais disponíveis aos agricultores de acordo com os sistemas de produção adotados, com a finalidade de reduzir a dependência dos produtores por genética e por mudas, proporcionando melhor retorno econômico. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar os índices produtivos e qualitativos de seleções avançadas do Programa de Melhoramento Genético do Morangueiro da Embrapa Clima Temperado, no cultivo em substrato.

Material e métodos

O experimento foi conduzido de maio a dezembro de 2020, em estufa no cultivo em substrato de casca de arroz carbonizada, nas dependências do campo experimental da Embrapa Clima Temperado, localizada na Rodovia BR-392, Km 78, 9º Distrito - Monte Bonito, Pelotas/RS, coordenadas 31°40'S e 52°26'W, com 60 m de altitude. As temperaturas médias ocorridas durante a realização do trabalho são apresentadas na Figura 1.

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



Fonte: AGROMET

Foram utilizados onze genótipos de morangueiro, sendo nove do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado e duas cultivares, sendo: 35-35, 31-09, 35-22, 32-05, 35-06, 33-02, 35-12, 04-03, 35-02, Camarosa e Fronteras. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições e 6 plantas por parcela, totalizando 264 plantas úteis.

Para a implantação, as mudas das cultivares utilizadas foram obtidas da empresa Bioagro, importadas do viveiro LLauhen (Chile), enquanto as mudas dos genótipos da Embrapa Clima Temperado foram obtidas de plantas matrizes mantidas em sistema fora do solo. A retirada e plantio dos estolões foram realizados no dia 20 de abril de 2020, 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 Osmocote[®]. Após o plantio dos estolões, as bandejas foram acomodadas em casa de vegetação com irrigação por aspersão, até o momento do plantio no substrato em casa de vegetação.

O experimento foi realizado em quatro canaletas de madeira, com 0,5 metros de largura e 3 metros de comprimento cada, dispostas sobre suportes a uma altura média de 1,00 m do nível do solo, com 3% de declividade. As canaletas foram revestidas com filme de polietileno de baixa densidade. Sobre o filme de polietileno foi distribuído o substrato de casca de arroz carbonizada. Essa camada foi revestida com filme de polietileno de coloração branca na superfície externa (dupla face). A solução nutritiva (ferti base, ferti morango e água) foi distribuída através de fitas gotejadoras, dispostas na parte superior do substrato, imediatamente abaixo do filme de polietileno, na proporção de duas fitas gotejadoras para cada canaleta. A solução nutritiva drenada foi coletada através de canos de PVC (policloreto de vinil) de 50 mm que conectados as canaletas de madeira nos pontos de menor altura, dessa forma a solução nutritiva retorna ao reservatório, sendo assim um sistema de ciclo fechado sem perdas de água e nutrientes. O plantio das mudas foi realizado no dia 8 de junho de 2020.

As colheitas iniciaram dia 20 de agosto de 2020 e encerraram dia 29 de dezembro de 2020, sendo realizadas duas vezes por semana. O ponto de colheita foi determinado pela coloração da epiderme, com 75% da epiderme avermelhada, no estágio de maturação completa. As variáveis analisadas foram início da produção de cada genótipo; número médio de frutas, obtido através do somatório do número em cada planta em cada colheita; produção, obtida através do somatório da massa fresca de frutas, sendo expressa em gramas (g) por planta; 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.

Em relação aos parâmetros de qualidade das frutas foram avaliadas duas vezes, a primeira no início do ciclo no mês de setembro e segunda no pico da produção dos genótipos no mês de novembro. Para a realização da avaliação dos parâmetros de qualidade, foram selecionadas de forma aleatória, oito frutas de cada repetição.

Os morangos foram avaliados quanto à coloração da epiderme, realizada com auxílio do colorímetro marca Minolta CR-300[®], com fonte de luz D65, onde se realizaram leituras de “L” (luminosidade), “a*”, “b*” e a matiz ou tonalidade cromática representado pelo “ângulo hue” foi calculada como o quociente de \arctg de b^*/a^* sendo o resultado expresso em graus; firmeza da polpa, medida texturômetro TA-XT plus 40855 (StableMicrosystem, England) com ponteira de 2mm, profundidade de penetração de 5mm, velocidade de pré-teste de 1.0 mm s^{-1} , velocidade de teste 2.0 mm s^{-1} , velocidade de pós-teste de 10.0 mm s^{-1} e força de 5.0 kg sendo os resultados expressos em Newtons; os sólidos solúveis, obtidos com o refratômetro digital da marca Atago[®] modelo PAL-1, sendo os resultados expressos em °Brix; à acidez titulável, quantificada em 5 mL de suco diluídos em 90 mL de água destilada e titulados com solução de NaOH 0,1 mol L até

pH 8,1, com auxílio do potenciômetro (pHmetro) digital de bancada da marca Metrohm modelo 780/781, sendo expressa em porcentagem de ácido cítrico.

Na avaliação dos compostos bioativos, as extrações dos compostos fenólicos, atividades antioxidantes e das antocianinas foram realizadas com cada amostra contendo 5 g de morangos cortados como formato de “pizza” adicionados 20 mL de metanol para compostos fenólicos e atividades antioxidantes e 15 mL de etanol acidificado para as antocianinas, em seguida foram trituradas no Turrax por 1 minuto e centrifugados por 20 minutos e 4000 rpm em 0°C. Coletado de 2mL do sobrenadante, colocado em tubinhos eppendorf, identificados e armazenados até o dia de analisar.

Na preparação das amostras dos compostos fenólicos com 50 mL e adicionados (200 mL metanol + 4 mL água destilada + 250 ml Folin 0,25N agindo por 3 minutos + 500 ml Na₂CO₃ 0,1N). Nas atividades antioxidantes, as amostras com 20 mL e adicionados (180 mL metanol + 3,8 DPPH diluído), em seguida as amostras foram agitadas no Vortex e colocadas em repouso, respectivamente, por 2 horas e 24 horas no escuro.

As leituras foram realizadas com auxílio do espectrofotômetro na regulagem de 725 nm (nanômetros) para compostos fenólicos, 515 nm (nanômetros) para atividade antioxidante e 535 nm (nanômetros) para antocianinas.

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 o mês de agosto, as seleções 35-12, 35-22, 35-06, 33-02, 35-02, 31-09, 04-03 e 35-25 obtiveram o maior número de frutas e produção por planta em relação à seleção 32-05 e as cultivares Camarosa e Fronteras (Tabela 1 e Tabela 2). No Rio Grande do Sul, a produção de frutas inicia em junho e estende-se até dezembro, sendo que o período compreendido entre os meses de junho e setembro é considerado de produção precoce (COCCO et al., 2016). A precocidade dessas seleções, ao produzir frutas mais cedo, possibilita ampliar o período de safra e vantagens na comercialização. Porém, fatores podem ter interferido nos resultados, como as condições de plantio das mudas (mudas de raiz nua nas cultivares importadas e mudas de torrão nas seleções) e a data de plantio, onde as cultivares foram plantadas após as seleções, devido dependência da entrega das mudas, vindas do Chile.

Para o mês de setembro, a seleção 35-06 e 35-12 obtiveram o maior número de frutas por planta. O maior número de frutas foi verificado nas seleções 35-12, 04-03, 31-09 e 35-06 no mês de outubro. No mês de novembro, as seleções 31-09, 35-22, 04-03, 35-06, 35-02, 32-05 e as cultivares Fronteras e Camarosa se destacaram quanto ao número de frutas. E, no mês de dezembro, a cultivar Fronteras apresentou o maior número e produção de frutas por planta (Tabela 1 e 2). Em relação ao número de frutas durante todo o ciclo, destacaram-se as seleções 31-09, 35-06, 04-03 e a cultivar Fronteras (Tabela 1).

Nos meses de setembro e outubro não houve diferenças na produção por planta dentre os materiais testados (Tabela 2).

No mês de novembro maiores produções por planta foram verificadas na seleção 31-09 e na cultivar Fronteras.

Na produção total durante o ciclo produtivo, as seleções 04-03, 31-09 e a cultivar Fronteras obtiveram as maiores produções por planta entre os genótipos estudados (Tabela 2). Os resultados observados neste trabalho foram inferiores ao Fossati (2019) em sua pesquisa realizada no município de Atibaia/SP, onde avaliou a produção total dos frutos das seleções 35-25 e 31-09, durante os meses de agosto a outubro, obtendo uma produção total de 416,99 e 218,47 g planta⁻¹, respectivamente. Delazeri (2020) que avaliando as seleções 35-25 (289,54 g planta⁻¹) e 32-05 (267,29 g planta⁻¹), os resultados corroboram com o presente estudo. Estes resultados demonstram a existência de variabilidade na produção, possivelmente em decorrência das condições edafoclimáticas de cada região e tecnologias de sistema de produção adotadas.

Observou-se que todos os genótipos apresentaram uma queda de produção acentuada em dezembro e ausência de frutas colhidas nos meses de janeiro, fevereiro e março. Este evento fisiológico é normalmente verificado quando se trata de plantas de dias curtos cultivadas na região de Pelotas-RS. Pois as elevadas temperaturas e fotoperíodo acima de 14 horas verificados neste período, são os principais fatores que influenciam para a queda de produção e qualidade das frutas (CARVALHO et al., 2013). O fitocromo é o principal agente fotorreceptivo, responsável por regular estas respostas (GLIESSMAN, 2009), atua na indução da diferenciação do meristema vegetativo para o floral, reciprocamente (ALMEIDA, 2013).

No mês de agosto não houve diferença estatística entre os genótipos para a massa média das frutas (Tabela 3). Frutas com maiores massa média foram observadas na cultivar Fronteras (setembro e outubro), as seleções 35-25, 33-02, 04-03, 32-05, 35-02, 31-09 e cultivar Fronteras (novembro) e as seleções 33-02, 04-03 (dezembro). Durante o ciclo produtivo, as seleções 33-02, 35-25, 04-03 e a cultivar Fronteras obtiveram maiores massa média das frutas (Tabela 3). Os resultados encontrados por Delazeri (2020) foram inferiores ao presente estudo, onde as seleções

35-25 e 32-05 produziram 14,83 g fruta⁻¹ e 14,18 g fruta⁻¹. O tamanho da fruta, representado pela massa média, é um dos aspectos importantes levados em conta nos programas de seleção de cultivares de morango, já que aquelas que possuem tamanho maior são mais valorizadas no mercado in natura (BRAGA, 2002). Está diretamente relacionado a fatores genéticos e a sua interação com o ambiente (RADIN et al., 2011). Segundo Conti et al. (2002), frutos grandes, além de tornarem a colheita e a embalagem um processo mais rápido, têm maior valor para o mercado consumidor, resultando em maiores ganhos ao produtor.

Para a variável, sólidos solúveis (SS), as cultivares Camarosa e Fronteras demonstraram os maiores teores de sólidos solúveis (°Brix). Já a seleção 31-09, obteve o menor resultado (5,53 °Brix). Para a variável de firmeza de polpa, as seleções 35-22, 35-12, 32-05, 35-02 e 35-06 obtiveram os maiores valores (Tabela 4).

Para os valores de pH (Tabela 5), as seleções 31-09, 33-02, 04-03 e as cultivares Camarosa e Fronteras apresentaram os maiores valores. Vale ressaltar que a determinação desta variável é importante, pois a mesma permite definir a finalidade de uso das cultivares, sendo frutas com pH ácido preferíveis para a industrialização, enquanto um pH menos ácido é mais aceito para o consumo in natura (GONÇALVES et al., 2016). Quanto à variável acidez titulável (AT), as seleções 35-12 e 35-22 apresentaram frutas com maior acidez (1,15% e 1,08%, respectivamente). Valores mais altos para a relação SS/AT conferem às frutas um melhor equilíbrio entre o sabor doce e o ácido, tornando-as mais atrativas ao consumidor.

Para as variáveis referentes à intensidade de coloração das frutas, as seleções 35-25, 32-05, 35-12 e 04-03 apresentaram os melhores resultados. Estes valores tendem a diminuir com o amadurecimento das frutas, indicando que a cor se torna mais intensa ou escura. Para os valores do °Hue (Tabela 5), não houve diferença estatística entre os genótipos avaliados, sendo que os mesmos se mantiveram na faixa de 36,23 a 41,54. Segundo Castricini et al. (2017), o valor 0° corresponde à cor vermelha e o 90°, à amarela. Assim, quanto mais próximo de 0° Hue, as frutas apresentam coloração vermelho intenso.

Em relação aos compostos químicos dos genótipos de morangueiro, houve diferença significativa entre os genótipos para a variável compostos fenólicos. A seleção 35-12 e a cultivar Camarosa foram superiores nos índices de concentração de compostos fenólicos (Tabela 6).

A seleção 31-09 e a cultivar Camarosa foram superiores as demais para o teor de antocianinas. Já as demais tiveram os índices mais baixos para este composto bioativo. Para a época avaliada (novembro), os valores de antocianinas são superiores, o que coincide com o pico de produção (Tabela 6).

Em relação à atividade antioxidante, houve diferença entre os genótipos, com destaque para a seleção 35-12 e as cultivares Camarosa e Fronteras, que apresentaram maior atividade antioxidante (Tabela 6).

Conforme Meyers et al. (2003) e Silva et al. (2007), essas variações estão fortemente relacionadas com fatores edafoclimáticos, grau de maturação, sazonalidade, além da variedade do cultivar.

Tabela 1: Número de frutas por planta de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Número de frutas por planta											
	Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro		Total	
35-25	1,08	a	2,61	b	2,54	b	5,77	b	5,20	b	17,22	b
31-09	1,25	a	2,95	b	3,54	a	11,83	a	5,79	b	25,37	a
35-22	1,79	a	3,41	b	1,75	b	9,87	a	3,46	b	20,29	b
32-05	0,37	b	2,45	b	2,70	b	8,95	a	5,62	b	20,12	b
35-06	1,45	a	5,08	a	3,54	a	9,33	a	5,95	b	25,36	a
33-02	1,41	a	3,04	b	2,12	b	4,66	b	3,54	b	14,79	b
35-12	1,87	a	4,00	a	4,24	a	5,00	b	4,11	b	19,23	b
04-03	1,20	a	3,12	b	4,16	a	9,41	a	4,58	b	22,50	a
35-02	1,33	a	2,91	b	2,70	b	9,00	a	3,26	b	19,22	b
Camarosa	0,70	b	2,62	b	2,79	b	9,50	a	4,25	b	19,88	b
Fronteras	0,37	b	2,59	b	1,63	b	12,38	a	8,78	a	25,76	a
CV(%)	46,33		26,22		29,31		28,09		29,29		17,55	
P	0,0040		0,0039		0,0007		0,0008		0,0004		0,0026	

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

Tabela 2: Produção de frutas (g.planta⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Produção de frutas (g.planta ⁻¹)											
	Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro		Total	
35-25	19,70	a	51,93	ns	44,05	ns	95,55	c	56,45	b	267,70	b
31-09	16,54	a	43,83		56,00		160,25	a	61,08	b	337,70	a
35-22	27,25	a	54,08		21,45		120,37	b	37,01	b	260,17	b
32-05	5,08	b	44,87		50,65		130,48	b	64,75	b	295,85	a
35-06	18,91	a	60,70		39,00		101,50	c	55,25	b	275,38	b
33-02	27,83	a	57,62		34,37		73,29	c	48,40	b	241,52	b
35-12	30,41	a	69,41		52,41		54,91	c	36,75	b	243,91	b
04-03	19,16	a	60,87		66,75		143,75	b	59,95	b	350,49	a
35-02	19,58	a	49,33		42,08		125,04	b	38,07	b	274,11	b
Camarosa	9,79	b	34,75		39,29		116,58	b	41,35	b	241,76	b
Fronteras	7,62	b	66,00		42,08		190,49	a	106,59	a	412,80	a
CV(%)	51,88		31,73		33,98		27,53		32,35		20,10	
P	0,0091		0,2026		0,0247		0,0001		0,0003		0,0040	

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

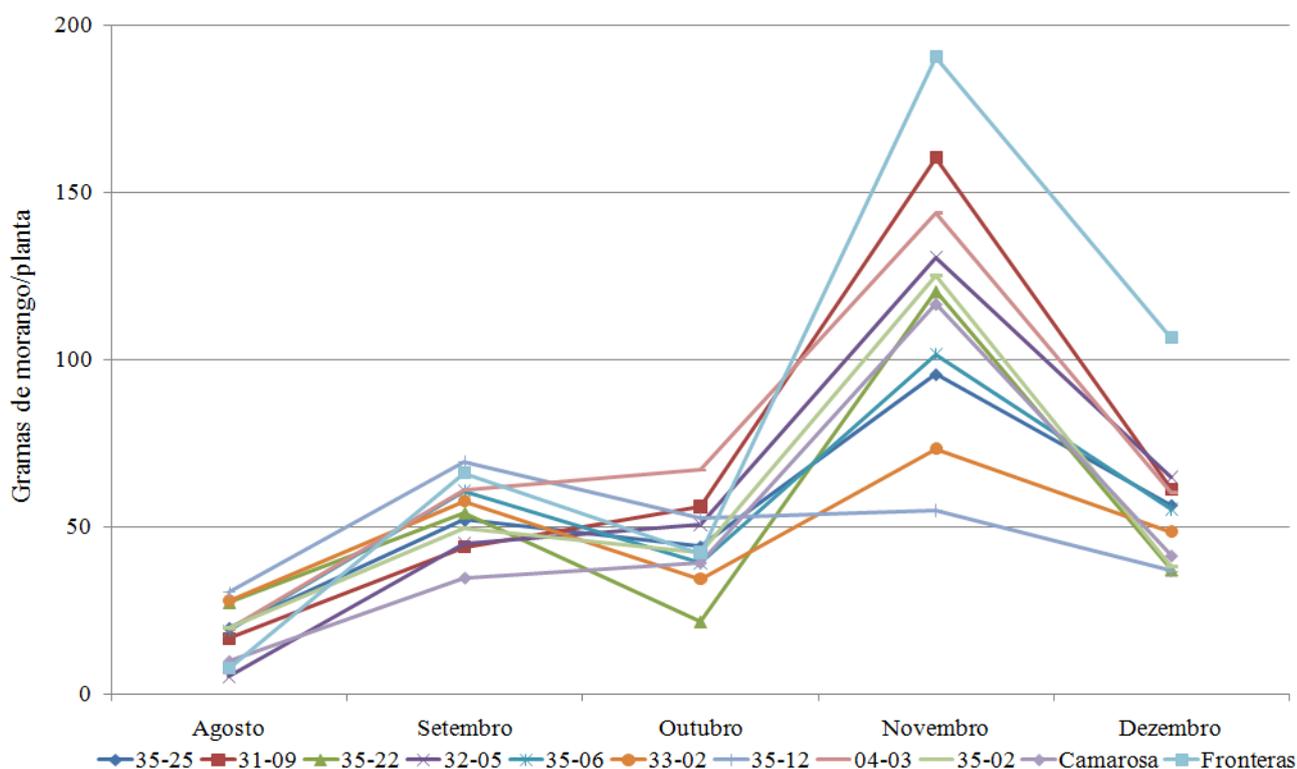


Figura 2: Distribuição da colheita de frutas (g.planta^{-1}) de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.

Tabela 3: Massa média das frutas (g) de genótipos morangueiros, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Massa média de frutas (g.fruta^{-1})											
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Massa média						
35-25	18,13	ns	19,98	b	17,40	b	16,31	a	10,79	c	16,52	a
31-09	15,54		14,95	d	15,38	b	13,51	a	10,61	c	13,99	c
35-22	15,23		15,82	c	12,36	b	12,28	b	10,64	c	13,26	c
32-05	13,83		17,78	c	18,58	b	14,57	a	11,61	b	15,27	b
35-06	12,82		11,86	d	11,06	b	10,85	b	9,28	d	11,17	d
33-02	18,70		19,09	b	15,86	b	15,56	a	13,46	a	16,53	a
35-12	16,58		17,54	c	12,71	b	10,98	b	9,18	d	13,39	c
04-03	15,35		19,69	b	15,60	b	15,44	a	13,08	a	15,83	a
35-02	14,54		17,08	c	15,77	b	13,94	a	11,63	b	14,59	b
Camarosa	13,30		13,48	d	13,96	B	12,11	b	9,72	d	12,51	c
Fronteras	10,75		24,91	a	25,09	A	15,99	a	12,08	b	17,76	a
CV(%)	32,05		13,28		22,14		12,18		6,86		5,85	
P	0,5181		0,0001		0,0005		0,0001		0,0001		0,0001	

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

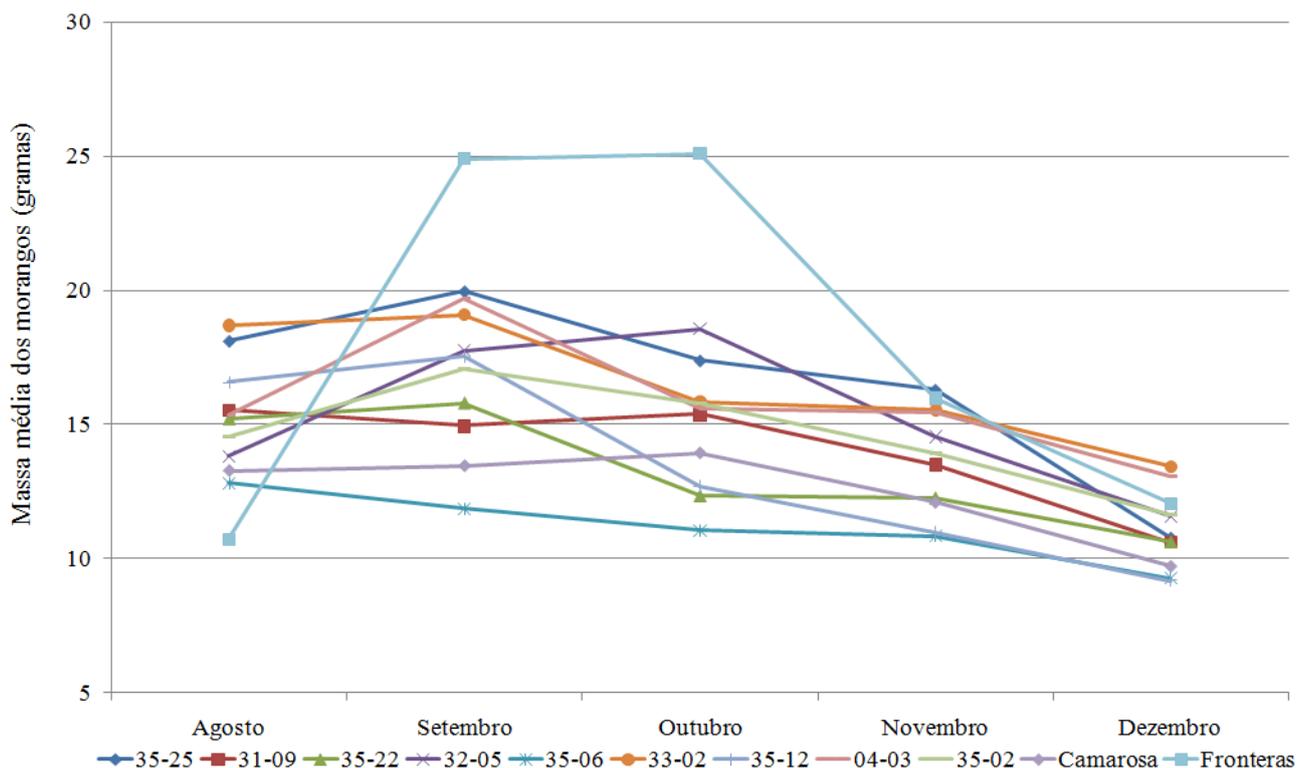


Figura 3: Variação da massa média das frutas (g) de genótipos morangueiros, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.

Tabela 4: Sólidos solúveis e firmeza das frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Sólidos solúveis (°Brix)	Firmeza
	Setembro	Setembro
35-25	5,57 c	1,14 b
31-09	5,53 c	0,92 b
35-22	6,60 b	1,49 a
32-05	6,30 b	1,38 a
35-06	6,97 b	1,25 a
33-02	5,83 c	0,97 b
35-12	6,00 c	1,47 a
04-03	6,13 c	0,90 b
35-02	6,77 b	1,32 a
Camarosa	8,43 a	0,98 b
Fronteras	8,33 a	1,03 b
CV(%)	7,9	12,63
P	0,0001	0,0001

As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Tabela 5: pH acidez titulável, luminosidade e °Hue das frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.

Genótipos	pH	ATT	Luminosidade	°Hue
35-25	3,47 c	0,82 C	40,70 a	40,52 ns
31-09	3,73 a	0,79 C	36,73 b	37,81
35-22	3,33 d	1,08 A	36,38 b	37,52
32-05	3,53 b	0,96 B	39,10 a	41,54
35-06	3,54 b	0,90 B	35,77 b	39,54
33-02	3,68 a	0,71 C	37,41 b	38,34
35-12	3,36 d	1,15 A	38,67 a	41,26
04-03	3,63 a	0,75 C	38,19 a	40,40
35-02	3,55 b	0,98 B	37,32 b	38,33
Camarosa	3,63 a	0,74 C	34,94 b	38,94
Fronteras	3,66 a	0,71 C	35,65 b	36,23
CV(%)	1,14	7,77	3,79	6,99

Época de colheita

Setembro

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

Tabela 6: Teor de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante nas frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em substrato sob ambiente protegido, durante o ciclo 2020.

Genótipos	Composto Fenólicos ¹	Antocianinas ²	Atividade Antioxidante ³
35-25	252,55 c	79,05 b	823,84 c
31-09	326,67 b	113,62 a	1089,57 b
35-22	283,58 c	85,82 b	1021,59 b
32-05	182,13 e	90,51 b	638,12 d
35-06	337,83 b	94,57 b	1077,96 b
33-02	291,05 c	62,20 b	1008,20 b
35-12	396,14 a	71,79 b	1480,49 a
04-03	226,62 d	84,50 b	859,04 c
35-02	269,45 c	68,44 b	953,99 b
Camarosa	370,43 a	123,03 a	1413,00 a
Fronteras	339,35 b	73,13 b	1281,06 a
CV (%)	7,79	20,27	11,34

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

¹Compostos fenólicos totais expresso em mg do equivalente ácido clorogênico/100g peso fresco.

²Antocianinas totais expressa em mg equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g peso fresco.

³Atividade antioxidante total expressa em µg equivalente trolox/g peso fresco.

Conclusão

As seleções 04-03, 31-09, 32-05 e a cultivar Fronteras apresentaram as maiores produções totais por planta e as maiores médias para massa de fruta.

As seleções 35-22, 35-12, 32-05, 35-02 e 35-06 apresentaram superior firmeza de polpa.

A seleção 35-12 e a cultivar Camarosa apresentaram maiores índices de compostos fenólicos. A mesma seleção e as cultivares obtiveram os melhores resultados de atividade antioxidante.

A seleção 31-09 e a cultivar Camarosa apresentaram os maiores valores de antocianinas.

Referências

- ALMEIDA, M. L. B. **Caracterização pós-colheita de propriedades físicas e químicas de morangos produzidos sob diferentes sistemas de cultivo**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013, 61f.
- ALVES, G. B. **Produção de morangos em Braço do Norte – Santa Catarina: uma alternativa para diversificação da fonte de renda na agricultura família**. Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Agronomia, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2020, 45f.
- ANTUNES, L.E.C.; BONOW, S. Como escolher as variedades de morango para plantio? **Campo & Negócio**. Uberlândia, Ed.202, p. 55-57, abril. 2022.
- ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S. Morango: produção crescente-Como o desenvolvimento de novas tecnologias tem auxiliado na melhora da qualidade e da produtividade de cultura do morango no Brasil. **Revista Cultivar HF**, p. 23-27, junho/julho, 2021.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. Morangueiro. (Ed.). Brasília – DF: **Embrapa/Clima Temperado**, v. 1, p. 35-46, 2016.
- BRAGA, K. S. M. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne – Rosaceae)**. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002, 110f.
- 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**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 396-401, 2008.
- 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. **Original Article, Braz. J. Food Technology**, Campinas, v.20, 2017.
- CHAVES, V. C. **Teor de antocianinas, compostos fenólicos e capacidade de captação de radicais livres de frutos de cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. Dissertação (Mestrado em Farmácia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014, 104f.
- 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**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 155-163, 2020.
- CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Comparação de caracteres morfológicos e agronômicos com moleculares em morangueiros cultivados no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, n. 20, p. 419-423, 2002.

COPETTI, C. **Atividade antioxidante in vitro e compostos fenólicos em morangos (Fragaria x ananassa Duch): influência da cultivar, sistema de cultivo e período de colheita**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010, 89f.

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**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 481-499, 2019.

CRAFT, B. D., KERRIHARD, A. L., AMAROWICZ, R., & PEGG, R. B. (2012). Phenol-based antioxidants and the In Vitro methods used for their assessment. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, 11(2), 148-173.

DAL PICIO M; ANDRIOLO JL; ERPEN L; JANISCH DI; SCHMITT OJ. Multiplication of strawberry stock plants at different planting times. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.3, p.544-548, 2012.

DELAZERI, E. E. **Avaliação de genótipos de morangueiro na região de Pelotas para diferentes sistemas de cultivo**. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020, 124f.

DIEL, M. I. **Fenologia, produção e qualidade de cultivares de morangueiro de diferentes origens cultivares em substratos orgânicos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016, 79f.

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**, Haia, (ISHS) 1156, v. 1, 937-940, 2017.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT: Agricultural Production/strawberry**, Roma, 2020. Acesso em: 23 ago. 2021.

FOSSATI, S. C. N. **Avaliação de genótipos de morangueiro no município de Atibaia-SP**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Curso de Engenharia Agrônômica, Faculdade de Ciências e Letras de Bragança Paulista, Bragança Paulista, 2019, 33f.

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; GODÓI, R. dos S. Cultivo sem solo no morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n. 1, p. 273 – 279, 2008.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. ed. 3. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 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.

GUINÉ, R. P. F.; CORREIA, P. M. R.; FERRÃO, A.C.; GONÇALVES, F.; LERAT, C.; EL-IDRISSI, T.; RODRIGO, E. Avaliação de fenólicos e atividade antioxidante em morango em função das condições de extração. **Braz. J. Food Technol. [online]**. 2020, vol.23, e2019142. Epub Mar 02, 2020. ISSN 1981-6723. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.14219>.

JUNKES, V. H.; GROFF, A. M.; Rendimento e qualidade de morangos produzidos em dois sistemas de produção. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 8, p. 55125-55134, 2020.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado. **Livraria e Editora Rural**. 2 ed. Campinas, 2002. 214p.

MEYERS, K.; WATKINS, C.; PRITTS, M. P.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Estados Unidos, v. 51. n. 23. p. 6887-6892, 2003.

MUSA, C. I. **Caracterização físico-química de morangos de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos no município de Bom Princípio/RS**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu. Univates, Lajeado, 2016, 160f.

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.

PILLA, R. V.; GIMENEZ, J. I. Cultivo de morangueiro em diferentes sistemas sob ambiente protegido. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, n. 31, p. 1-15, 2017.

PINELI, L. de L. de O. **Qualidade e potencial antioxidante in vitro de morangos in natura e submetidos a processamentos**. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009, 222f.

PINTO, M. S.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Food Chemistry**, Estados Unidos, v. 107, p. 1629–1635, 2008.

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

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 ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 287-291, 2011.

SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 7-13, 2007.

WURZ, D. A.; DUBIELA, R. C.; NUNES, H. F. Caracterização de propriedades rurais e sistemas produtivos com morango em Canoinhas – SC. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 22, n. 1, p. 82-99, 2020.

12.3 Artigo 3

Produção e qualidade das frutas de diferentes genótipos de morangueiro de dias curtos cultivados no sistema convencional, na safra 2021.

Resumo:

O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros produtivos e qualitativos de nove seleções avançadas do programa de melhoramento genético de morangueiro da Embrapa Clima Temperado (35-25, 31-09, 35-22, 32-05, 35-06, 31-07, 31-13, 35-14 e 35-02), tendo como referência as cultivares Pircinque e Fronteras. O experimento foi conduzido em uma propriedade rural com histórico de mais de 42 anos de produção de morango, localizada no município de Pelotas no sul do Rio Grande do Sul, o delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com onze tratamentos, seis plantas por parcela e quatro repetições. As variáveis quantitativas analisadas foram o número de frutas por planta, produção, massa média das frutas, firmeza, e as variáveis qualitativas foram coloração, sólidos solúveis, pH e acidez titulável. Para o número médio de frutas, durante o ciclo produtivo avaliado, as seleções 35-22, 35-06, 31-13, 31-09, 35-14 e 32-05 produziram, estatisticamente, o mesmo número de frutas da cultivar Fronteras. Ao final do ciclo verificou-se que não houve diferença significativa entre os genótipos em relação à variável produção por planta. Durante o ciclo produtivo, as seleções 35-25, 35-02 obtiveram maiores massas médias das frutas. A seleção 31-07 apresentou superior firmeza de polpa e a seleção 35-02 elevado sólidos solúveis. As seleções 35-22, 35-06 e 31-13 apresentaram frutas com maior acidez. Para a coloração das frutas, as seleções 32-05, 31-13, 35-14, 35-22, 35-06 e a cultivar Fronteras apresentaram um vermelho mais forte. Em relação aos compostos bioativos (teor de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante) dos genótipos de morangueiro, as seleções 35-06, 35-02, 31-09, 35-14, 35-22, 31-13 e as cultivares Pircinque e Fronteras apresentaram maiores índices.

Palavras-chaves: *Fragaria x ananassa*; seleção avançada; parâmetros agrônômicos; melhoramento genético; produção; qualidade.

Introdução

A produção mundial de morangos passou de 6.377.557 toneladas (2011) para 8.861.381 toneladas (2020), ou seja, um crescimento de 39% nos últimos dez anos. A área total plantada aumentou em 18,7% nos últimos dez anos, visto que em 2011 foi de 324.084 hectares e em 2020 foi de 384.668 hectares, segundo dados da FAO (ANTUNES et al., 2022).

A produção nacional de morangos se expande a cada ano, com predominância do cultivo em pequenas propriedades rurais. Por se tratar de exploração que agrega mão de obra familiar, possui grande importância econômica e social, caracterizando-se em excelente fonte de renda para pequenas propriedades (PONCE et al, 2008).

A produção de morango no Brasil vem crescendo em função da grande demanda dos consumidores e das agroindústrias por esta fruta, que, além de nutritiva, é um ingrediente em diversas preparações, tais como caldas, iogurtes, bebidas, biscoitos e sorvetes, entre outras (ROCHA et al, 2008).

A produção pode variar de acordo com diferentes fatores como genótipo, região, sistema de cultivo, época de plantio e procedência das mudas (ŠAMEC et al., 2016).

A composição química e a cor dos morangos são os principais parâmetros que influenciam a aceitação do consumidor. Isso porque, o sabor é determinado principalmente pelo conteúdo de sólidos solúveis e a cor pelo acúmulo de compostos fenólicos e antocianinas (HOSSAIN et al., 2016), fatores que podem influenciar o consumo.

As principais cultivares utilizadas no Brasil são oriundas de programas de melhoramento da Espanha e dos Estados Unidos (FAGHERAZZI et al., 2017). Essa situação faz com que haja uma carência de genótipos adaptados às condições locais de cultivo, dificultando a expansão da produção de morangos no Brasil (CERUTTI et al., 2018).

A principal maneira de se reduzir a dependência por cultivares importadas, provém do avanço dos programas de melhoramento genético brasileiros que atualmente encontram-se parados ou em lento desenvolvimento (CAMARGO et al., 2018).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptação, produção e parâmetros qualitativos de morangos das seleções avançadas do Programa de Melhoramento Genético do Morangueiro da Embrapa Clima Temperado, em condições de cultivo no sistema convencional.

Material e métodos

O experimento foi conduzido de abril a dezembro de 2021, 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, de propriedade do Sr. Délcio Bönemann. As temperaturas médias ocorridas durante a realização do trabalho são apresentadas na Figura 1.

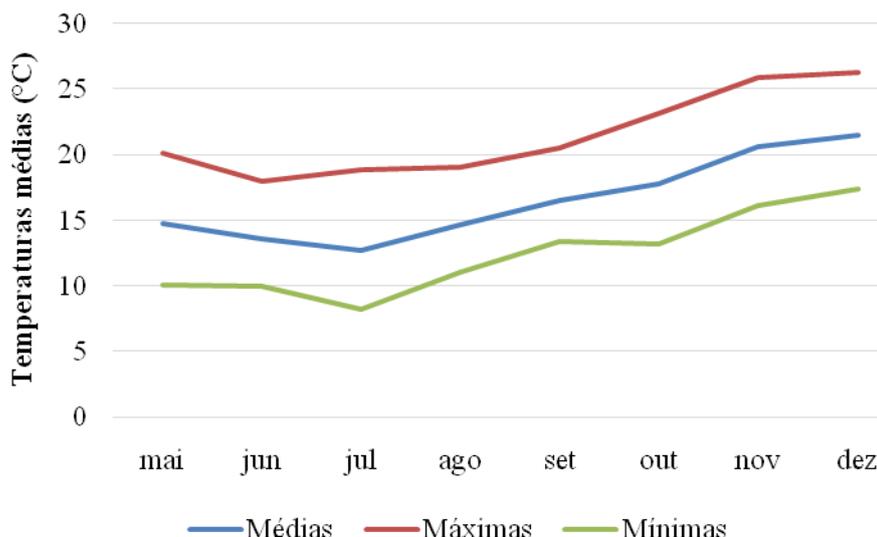


Figura 1. Temperaturas médias mensais durante o ciclo produtivo do morangueiro de 2021, Pelotas/RS, 2021. Fonte: AGROMET

Foram avaliados onze genótipos de morangueiro, sendo nove seleções avançadas do Programa de Melhoramento genético de morangueiro da Embrapa, a saber: 35-25, 31-09, 35-22, 32-05, 35-06, 31-07, 31-13, 35-14, 35-02 e duas cultivares comerciais a Pircinque e Fronteras. O delineamento experimental utilizado no campo foi de blocos casualizados, com quatro repetições e 6 plantas por parcela, totalizando 264 plantas.

Para a implantação, as mudas da cultivar Fronteras foram obtidas da empresa Bioagro, importadas do viveiro LLauhen (Chile). As mudas das seleções e da cultivar Pircinque foram obtidas de plantas matrizes mantidas em sistema fora do solo, sendo que os estolões foram colhidos e plantados no dia 29 de março de 2021 em bandejas de poliestireno expandido (72 células) 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 no campo (28 dias após).

O sistema produtivo utilizado foi o denominado de convencional no solo, em canteiros cobertos por mulching de filme de polietileno preto com espessura de 18 microns, sobre os quais foram instalados túneis baixos, com plástico transparente de baixa densidade com espessura de 100 microns. A irrigação utilizada foi por gotejamento com duas linhas de gotejo por canteiro, com espaçamento entre gotejadores de 10 cm e vazão de 1,2 litros por hora, sendo o mesmo sistema também utilizado para o fornecimento da fertirrigação.

As mudas foram dispostas em canteiro com três linhas de plantio, com espaçamento de 0,35 m entre linha e 0,40 m entre plantas, o que prevê uma população de aproximadamente 40 mil plantas por hectare (Figura 2). O plantio das mudas de torrão das seleções e da cultivar Pircinque a campo foi realizado no dia 26 de abril de 2021 e das mudas de raiz nua da cultivar Fronteras no dia 2 de junho de 2021.

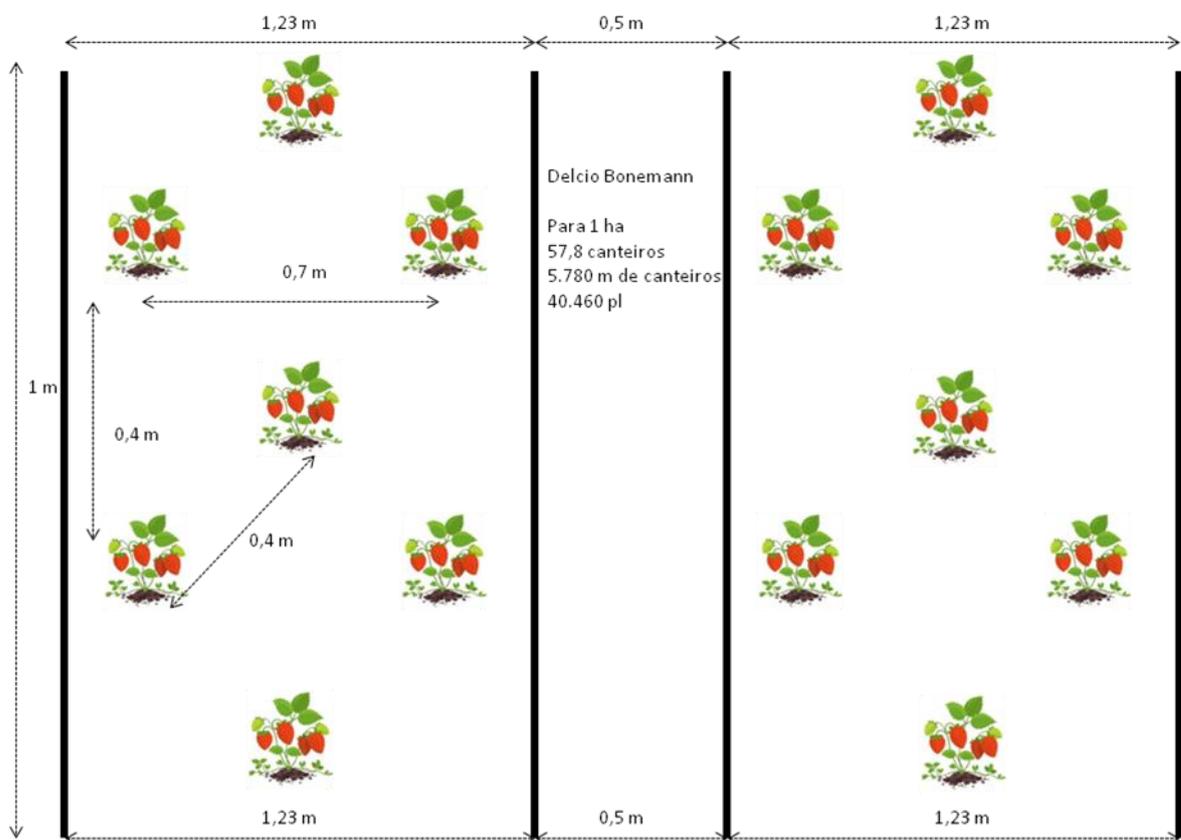


Figura 2. Representação da disposição das mudas em canteiro com três linhas de plantio, com espaçamento de 0,35 m entre linhas e 0,40 m entre plantas.

As colheitas foram iniciadas dia 19 de julho de 2021 e encerraram-se no dia 20 de dezembro de 2021, sendo realizadas duas vezes por semana. O ponto de colheita foi determinado pela coloração da epiderme, com 75% da epiderme avermelhada, no estágio de maturação completa. As variáveis analisadas foram o número médio de frutas, obtido através do somatório do número por planta em cada colheita; produção, obtida através do somatório da massa fresca de frutas, sendo

expressa em gramas (g) por planta; massa média de fruta, expressa em gramas (g fruta⁻¹), obtida pelo quociente entre a massa fresca média e o número médio de frutas por planta.

Em relação aos parâmetros de qualidade das frutas foram avaliados em dois períodos, o primeiro no início do ciclo no mês de setembro e o segundo no pico da produção dos genótipos no mês de novembro. Para a realização da avaliação dos parâmetros de qualidade, foram selecionadas de forma aleatória, oito frutas de cada repetição. O delineamento experimental utilizado no laboratório foi em esquema fatorial 2x11, onde o fator A foi a época da colheita e o fator B as cultivares avaliadas.

Os morangos foram avaliados quanto à coloração da epiderme, realizada com auxílio do colorímetro marca Minolta CR-300[®], com fonte de luz D65, onde se realizaram leituras de “L” (luminosidade), “a*”, “b*” e a matiz ou tonalidade cromática representado pelo “ângulo hue” foi calculada como o quociente de arctg de b*/a* sendo o resultado expresso em graus; à firmeza da polpa, medida texturômetro TA-XT plus 40855 (StableMicrosystem, England) com ponteira de 2mm, profundidade de penetração de 5mm, velocidade de pré-teste de 1.0 mm s⁻¹, velocidade de teste 2.0 mm s⁻¹, velocidade de pós-teste de 10.0 mm s⁻¹ e força de 5.0 kg sendo os resultados expressos em Newtons; aos sólidos solúveis, obtidos com o refratômetro digital da marca Atago[®] modelo PAL-1, sendo os resultados expressos em °Brix; à acidez titulável, quantificada em 5 mL de suco diluídos em 90 mL de água destilada e titulados com solução de NaOH 0,1 mol L até pH 8,1, com auxílio do potenciômetro (pHmetro) digital de bancada da marca Metrohm modelo 780/781, sendo expressa em porcentagem de ácido cítrico.

Na avaliação dos compostos bioativos, as extrações dos compostos fenólicos, atividades antioxidantes e das antocianinas foram realizadas com cada amostra contendo 5 g de morangos cortados como formato de “pizza” adicionados 20 mL de metanol para compostos fenólicos e atividades antioxidantes e 15 mL de etanol acidificado para as antocianinas, em seguida foram trituradas no Turrax por 1 minuto e centrifugados por 20 minutos e 4000 rpm em 0°C. Coletado de 2mL do sobrenadante, colocado em tubinhos eppendorf, identificados e armazenados até o dia de analisar.

Na preparação das amostras dos compostos fenólicos com 50 mL e adicionados (200 mL metanol + 4 mL água destilada + 250 ml Folin 0,25N agindo por 3 minutos + 500 ml Na₂CO₃ 0,1N). Nas atividades antioxidantes, as amostras com 20 mL e adicionados (180 mL metanol + 3,8 DPPH diluído), em seguida as amostras foram agitadas no Vortex e colocadas em repouso, respectivamente, por 2 horas e 24 horas no escuro.

As leituras foram realizadas com auxílio do espectrofotômetro na regulagem de 725 nm (nanômetros) para compostos fenólicos, 515 nm (nanômetros) para atividade antioxidante e 535 nm (nanômetros) para antocianinas.

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

No início do ciclo, as seleções 35-14 e 35-22 obtiveram os maiores índices para números de frutas (Tabela 1) e produção por planta (Tabela 2), não diferenciando das seleções 32-05, 35-25, 31-09, 35-02 (julho) e da seleção 31-13 (agosto). No mês de setembro a seleção 31-13 foi superior aos demais genótipos (Tabelas 1 e 2). Demonstrando precocidade na produção das frutas, fator importante na relação mercado e geração de renda para os produtores. A cultivar Fronteras, importada do Chile, com muda de raiz nua e plantada após os outros genótipos, devido a dependência das entregas das mudas, pode ter influenciado nos resultados.

Tabela 1. Número de frutas por planta de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.

Genótipos	Número de frutas por planta						
	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
35-25	0,66 a	5,70 b	6,70 d	8,37 b	14,75 b	9,41 a	45,62 b
31-09	0,66 a	5,70 b	7,46 c	14,70 a	22,45 a	6,62 b	57,62 a
35-22	0,54 a	7,37 a	13,79 b	13,16 a	24,04 a	10,04 a	68,95 a
32-05	0,72 a	5,70 b	7,38 c	10,17 b	20,90 a	9,97 a	54,30 a
35-06	0,08 b	5,41 b	9,33 c	15,75 a	26,41 a	9,33 a	66,33 a
31-07	0,04 b	3,75 c	6,12 d	11,66 a	18,79 b	8,79 a	49,16 b
31-13	0,16 b	7,12 a	16,62 a	14,79 a	21,82 a	3,70 b	64,23 a
35-14	0,62 a	8,70 a	9,45 c	11,09 a	20,46 a	6,57 b	56,92 a
35-02	0,45 a	5,54 b	4,00 d	6,04 b	15,31 b	8,08 a	39,44 b
Pircinque	0,00 b	0,54 d	5,75 d	7,25 b	21,20 a	12,66 a	47,41 b
Fronteras	0,25 b	5,50 b	8,45 c	12,04 a	27,16 a	6,27 b	59,69 a
CV(%)	72,86	18,29	21,51	24,83	21,59	34,88	15,15

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

Tabela 2: Produção de frutas (g.planta⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.

Genótipos	Produção de frutas (g.planta ⁻¹)						
	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
35-25	21,75 a	172,87 b	166,04 c	203,70 ns	292,29 ns	145,87 b	1002,54 ns
31-09	20,29 a	167,75 b	175,27 c	248,00	344,02	67,81 c	1023,15
35-22	12,62 a	200,75 a	260,00 b	203,75	324,83	107,79 b	1109,75
32-05	13,00 a	124,73 c	166,89 c	186,63	312,50	111,11 b	903,44
35-06	1,54 b	158,87 b	195,58 c	263,87	363,79	105,29 b	1088,95
31-07	1,04 b	108,91 c	147,20 c	235,58	330,62	115,18 b	938,56
31-13	5,50 b	217,41 a	340,75 a	243,08	296,41	35,35 c	1138,52
35-14	16,75 a	239,66 a	201,12 c	176,14	260,10	68,97 c	962,76
35-02	14,45 a	185,75 b	102,95 c	151,95	280,52	120,17 b	855,82
Pircinque	0,00 b	15,41 d	151,25 c	200,50	451,62	201,62 a	1020,41
Fronteras	3,79 b	127,58 c	185,58 c	207,79	367,00	65,65 c	957,40
CV(%)	69,79	19,35	24,16	25,47	20,47	35,06	15,78

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

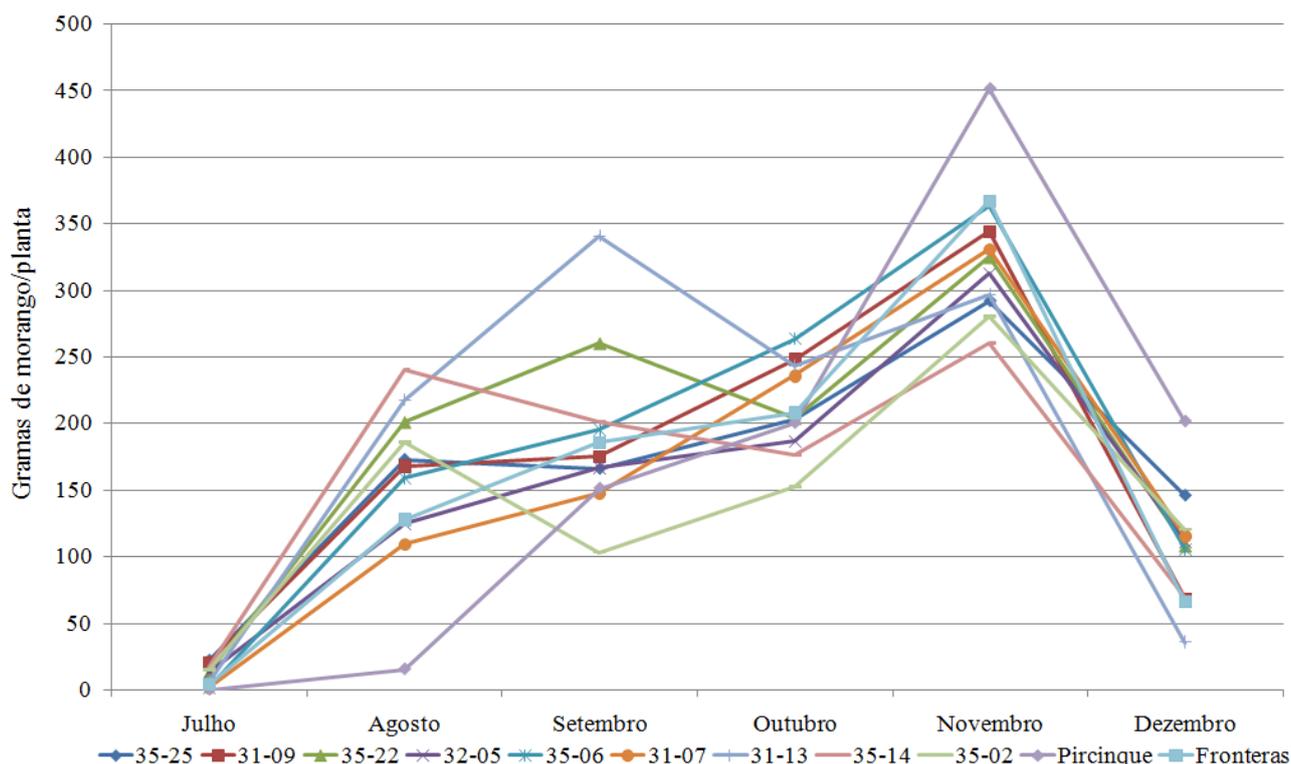


Figura 3: Distribuição da colheita de frutas (g.planta⁻¹) de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo. Safra 2021. Délcio Bönemann.

Para os meses de outubro e novembro, as seleções 35-14, 35-22 e 31-13 continuaram a apresentar desempenho superior para o número de frutas (Tabela 1). Maior número de frutas foram observadas, também nos genótipos 35-06, 31-09 (outubro e novembro), 31-07 (outubro), 32-05,

Pircinque (novembro) e na Fronteras (outubro e novembro). No mês de dezembro, as seleções 35-22, 32-05, 35-25, 35-06, 31-07, 35-02 e a cultivar Pircinque apresentaram maiores números de frutas.

Para o número total de frutas, durante o ciclo produtivo avaliado, as seleções 35-22, 35-06, 31-13, 31-09, 35-14 e 32-05 produziram, estatisticamente, o mesmo número de frutas da cultivar Fronteras (Tabela 1).

Em relação à variável produção por planta, nos meses de julho e agosto, as seleções 35-14 e 35-22 obtiveram maiores valores de massa (g) das frutas por planta (Tabela 2), sendo ainda em julho acompanhadas pelas seleções 35-25, 31-09, 35-02 e 32-05 e em agosto pela seleção 31-13. Já no mês de setembro a seleção 31-13 teve maior produção. No mês de outubro e novembro não houve diferença entre os genótipos. A cultivar Pircinque se destacou, no mês de dezembro, com produção média por planta superior a todas as seleções avaliadas. Ao final do ciclo verificou-se que não houve diferença significativa entre os genótipos (Tabela 2). Estes resultados são superiores aos relatados por Silva (2017) avaliando a cultivar Pircinque em seu estudo sobre a distribuição da produção de cultivares de morangueiro em Pelotas/RS, obtiveram valores de 155,6 e 168,5 g frutas por planta respectivamente nos meses de outubro e novembro. E por Santos et al. (2021), avaliando a produção total de frutos da cultivar Pircinque, a qual obteve um valor de 878,3 g planta⁻¹. E por Delazeri (2020) que avaliando as seleções 35-25, 35-22 e 31-13 apresentaram valores de 483,8 g planta⁻¹, 510,0 g planta⁻¹ e 610,1 g planta⁻¹, respectivamente.

Se considerarmos, neste caso, a produção precoce os três primeiros meses de colheita verifica-se (Tabela 3 e Figura 4) que as seleções 31-13, 35-14 e 35-22 produziram neste período acima de 40% de toda a fruta produzida ao final da safra. Ainda, a seleção 31-13 produziu até o mês de outubro 70,85% do total de morangos colhidos. As cultivares comerciais nos três primeiros meses de produção haviam produzido, respectivamente, 16,33% (Pircinque) e 33,09% (Fronteras).

Tanto para ‘Pircinque’ como para ‘Fronteras’ o maior volume produzido na safra foi em novembro, o seja, 44,25% e 38,33% respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3: Percentual relativo da produção de morangos (g.planta^{-1}) em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.

Genótipos	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
35-25	2,16	17,24	16,56	20,32	29,15	14,55	100,00
31-09	1,98	16,39	17,13	24,24	33,62	6,63	100,00
35-22	1,14	18,09	23,43	18,36	29,27	9,71	100,00
32-05	1,44	13,81	18,47	20,66	34,59	12,30	100,00
35-06	0,14	14,59	17,96	24,23	33,41	9,67	100,00
31-07	0,11	11,60	15,68	25,10	35,23	12,27	100,00
31-13	0,48	19,09	29,93	21,35	26,03	3,10	100,00
35-14	1,74	24,89	20,89	18,29	27,02	7,16	100,00
35-02	1,69	21,70	12,03	17,75	32,78	14,04	100,00
Pircinque	0,00	1,51	14,82	19,65	44,25	19,76	100,00
Fronteras	0,39	13,32	19,38	21,70	38,33	6,85	100,00

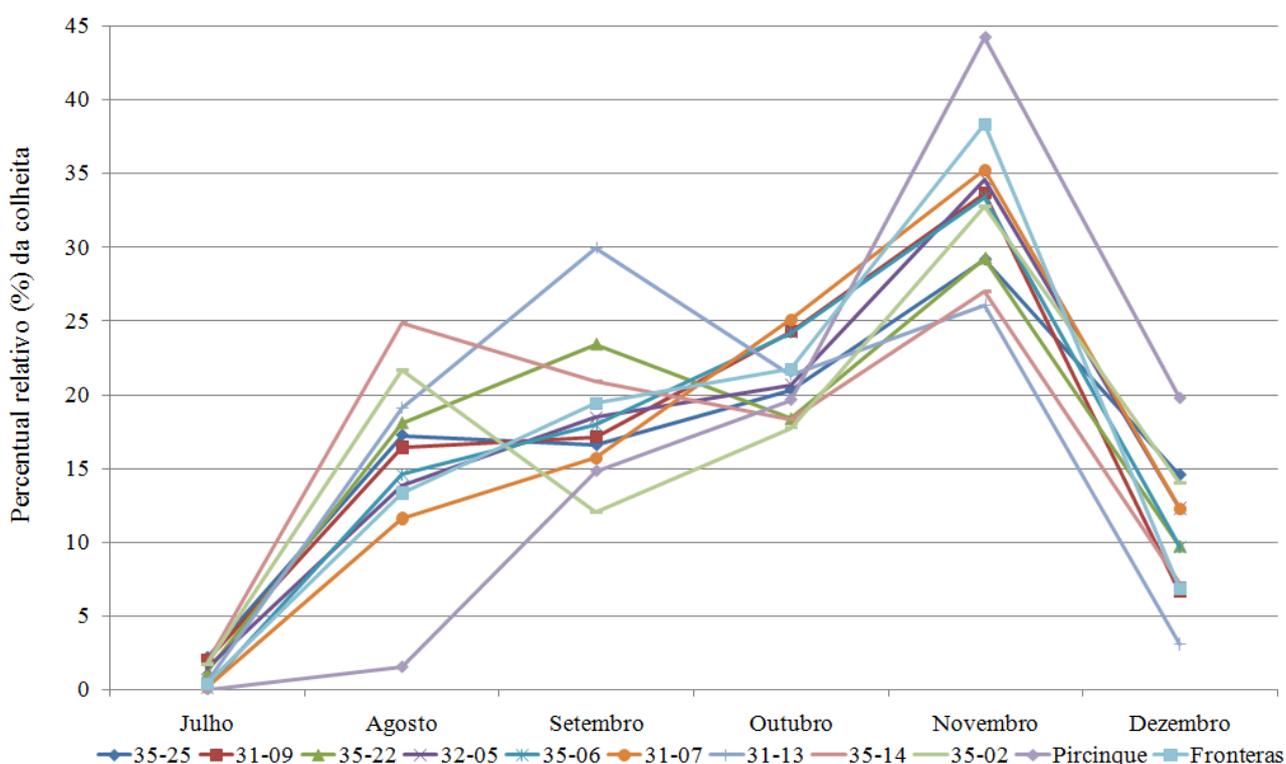


Figura 4: Distribuição percentual da colheita de frutas (g.planta^{-1}) de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo. Safra 2021. Délcio Bönemann.

Considerando os dados experimentais obtidos e relatados na Tabela 2 e na Figura 3 e a densidade de plantas utilizada pelo produtor ($40.460 \text{ plantas.hectare}^{-1}$) pode ser estimado a produção em um hectare de cultivo (Tabela 4). Por esta perspectiva podemos realizar algumas inferências. Tendo como referência a produção de um quilo de morangos por planta pode-se destacar a cultivar comercial, Pircinque (41,3 t), assim como as seleções 35-22, 35-06, 31-09, 35-25

e, em destaque, a 31-13 que alcançou o maior volume de morangos no ciclo, ou seja, 46,1 toneladas por hectare. As seleções 35-14, 31-07, 32-05, 35-02 e a cultivar Fronteras produziram abaixo de um quilo por planta.

Tabela 4: Estimativa de produtividade em toneladas de morangos.hectare⁻¹ de genótipos de morangueiro cultivado em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.

Genótipos	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
35-25	880,0	6.994,3	6.718,0	8.241,7	11.826,1	5.901,9	40.562,0
31-09	820,9	6.787,2	7.091,4	10.034,1	13.919,0	2.743,6	41.396,2
35-22	510,6	8.122,3	10.519,6	8.243,7	13.142,6	4.361,2	44.900,0
32-05	526,0	5.046,6	6.752,4	7.551,0	12.643,7	4.495,5	37.015,2
35-06	62,3	6.427,9	7.913,2	10.676,2	14.718,9	4.260,0	44.058,5
31-07	42,1	4.406,5	5.955,7	9.531,6	13.376,9	4.660,2	37.973,0
31-13	222,5	8.796,4	13.786,7	9.835,0	11.992,7	1.430,3	46.063,6
35-14	677,7	9.696,6	8.137,3	7.126,6	10.523,6	2.790,5	38.952,3
35-02	584,6	7.515,4	4.165,3	6.147,9	11.349,8	4.862,1	34.625,1
Pircinque	0,0	623,5	6.119,6	8.112,2	18.272,5	8.157,5	41.285,3
Fronteras	153,3	5.161,9	7.508,6	8.407,2	14.848,8	2.656,2	38.736,0

Verifica-se (Tabela 4) nos quatros primeiros meses de colheita a Seleção 31-13 (32,6t) ultrapassou a faixa dos 30 mil quilos por hectare. Entre 25 a 30 mil quilos por hectare os destaques foram as Seleções 35-22 (27,4t), 35-14 (25,6t) e 35-06 (25,1t). Abaixo de 20 toneladas as Seleções 31-07 (19,9t), 32-05 (19,8t), 35-02 (18,4t) e a cultivar Pircinque (14,8t). A produção por planta é um parâmetro utilizado para avaliar a eficiência produtiva, porém a produção precoce possibilita maiores ganhos econômicos para o produtor.

No mês de julho, as seleções 35-02, 35-25, 31-09, 35-14 e 31-13 obtiveram maiores valores de massa média das frutas (Tabela 5). Maiores massas das frutas foram observadas nas seleções 35-02, 31-13, 35-25, 31-09, 35-06, 31-07, 35-14, 35-22 e na cultivar Pircinque (agosto), 35-02, 35-25, 31-07, 31-09 e a cultivar Pircinque (setembro), esta última apresentou diferença dos demais genótipos nos meses de outubro, novembro e dezembro, este último mês junto com as seleções 35-25 e 35-02. Durante o ciclo produtivo, as seleções 35-25 e 35-02 obtiveram maiores massas médias das frutas (Tabela 5). A massa média de frutas é uma característica essencial na seleção de um novo genótipo para cultivo comercial, pois frutas grandes tornam a operação de colheita e a embalagem mais rápidas, resultando em menor custo de mão-de-obra e assegurando maior lucratividade ao produtor (FAGHERAZZI et al, 2014).

Os fatores abióticos ligados à fertilidade do solo e disponibilidade hídrica podem influenciar na massa de frutas (ANTUNES et al, 2016). Variações de produtividade e na massa de frutas podem

estar relacionadas a fatores fisiológicos e genéticos influenciados por condições ambientais (CAMARGO et al., 2010).

Tabela 5: Massa média das frutas (g) de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.

Genótipos	Massa média de frutas (g.fruta ⁻¹)						Massa média
	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
35-25	31,09 a	29,63 a	25,07 a	24,16 b	19,76 b	15,24 a	24,15 a
31-09	30,32 a	29,50 a	23,20 a	16,90 d	14,87 d	10,19 c	20,83 b
35-22	17,72 b	27,27 a	18,95 b	15,26 d	13,51 e	10,67 c	17,23 d
32-05	15,67 b	22,30 b	22,22 b	18,20 c	15,00 d	10,91 c	17,38 d
35-06	9,25 b	29,24 a	21,14 b	16,80 d	13,78 e	11,28 c	16,91 d
31-07	6,25 b	29,15 a	23,95 a	20,38 c	17,63 c	13,08 b	18,40 c
31-13	24,00 a	30,24 a	20,55 b	16,63 d	13,39 e	9,69 c	19,08 c
35-14	28,52 a	27,90 a	21,22 b	15,96 d	12,66 e	10,46 c	19,45 c
35-02	32,14 a	33,66 a	25,46 a	24,52 b	18,13 c	14,96 a	24,81 a
Pircinque	0,00 b	28,14 a	26,28 a	27,56 a	21,24 a	15,88 a	19,85 c
Fronteras	11,54 b	23,33 b	22,11 b	17,15 d	13,39 e	10,44 c	16,32 d
CV(%)	47,57	10,60	9,16	9,34	5,68	5,95	4,78

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

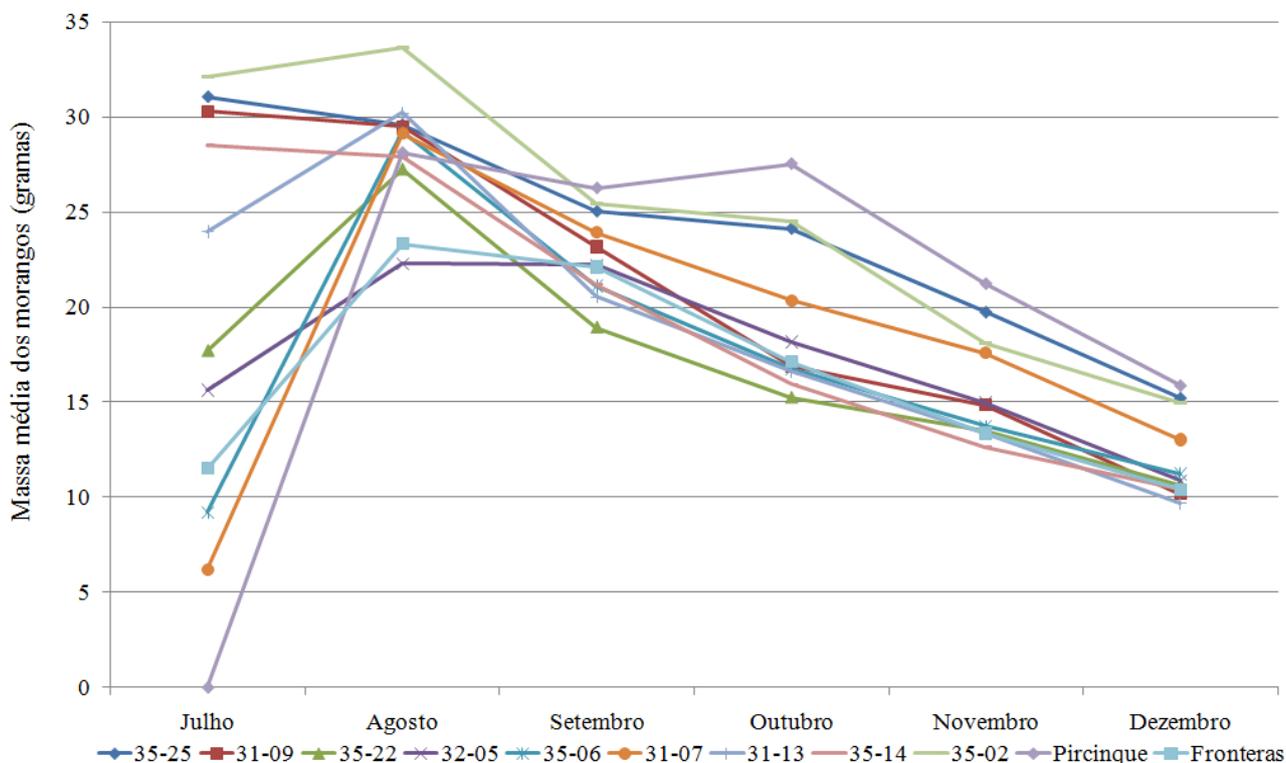


Figura 5: Variação da massa média das frutas (g) de genótipos morangueiros, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo. Safra 2021. Délcio Bönemann.

Para valores de sólidos solúveis, os meses de agosto e setembro não houveram diferença entre os genótipos. No mês de outubro as seleções 35-02, 35-25, 35-06, 31-13, 31-09, 31-07, 35-22 e a cultivar Fronteras obtiveram maiores concentrações de sólidos solúveis nas frutas (Tabela 6). Durante o ciclo, observa-se que as seleções 35-25, 35-06, 31-07, 31-13, 35-02 e a cultivar Fronteras cresceram os sólidos solúveis em relação aos meses de agosto para outubro. O teor de sólidos solúveis é um caráter orientado geneticamente e influenciado pelas condições climáticas (PINELLI et al., 2011). Segundo Chitarra (2005), é esperada variações de teores de sólidos solúveis de 4 a 11° Brix, valores encontrados nos genótipos, dentro desta faixa.

Tabela 6: Sólidos solúveis e firmeza das frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.

Genótipos	Sólidos solúveis (°Brix)			Firmeza (N)		
	Agosto	Setembro	Outubro	Agosto	Setembro	Outubro
35-25	7,00 aB	7,70 aB	9,26 aA	1,20 bA	1,44 aA	1,14 bA
31-09	7,36 aA	7,13 aA	8,53 aA	1,63 aA	1,18 aB	0,94 bB
35-22	7,00 aA	7,36 aA	8,30 aA	1,65 aA	1,29 aA	1,39 aA
32-05	7,13 aA	6,53 aA	7,90 bA	1,74 aA	1,39 aA	1,46 aA
35-06	7,63 aB	7,26 aB	9,10 aA	1,55 aA	1,20 aA	1,08 bA
31-07	7,26 aB	6,50 aB	8,46 aA	2,16 aA	1,62 aB	1,72 aB
31-13	7,30 aB	7,10 aB	8,56 aA	1,19 bA	1,22 aA	0,93 bA
35-14	6,23 aA	6,36 aA	7,10 bA	1,16 bA	1,03 aA	0,88 bA
35-02	8,10 aB	7,73 aB	9,76 aA	1,54 aA	1,33 aA	0,85 bB
Pircinque	5,90 aA	6,60 aA	7,50 bA	1,24 bA	1,08 aA	0,83 bA
Fronteras	7,20 aB	7,60 aB	8,90 aA	1,86 aA	1,42 aB	1,33 aB
CV(%)		10,75			19,98	

Médias não seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância.

A firmeza das frutas em agosto foi maior nas seleções 31-07, 32-05, 35-22, 31-09, 35-06, 35-02 e na cultivar Fronteras, enquanto que na avaliação realizada no mês de setembro não se verificou diferença entre os genótipos e no mês de outubro as seleções 31-07, 32-05, 35-22 e a cultivar Fronteras apresentaram maior firmeza das frutas (Tabela 6). Esse resultado demonstra sua maior resistência ao armazenamento e transporte após sua colheita. A firmeza da polpa é um dos parâmetros qualitativos mais importantes para o morangueiro, pois está relacionada com a capacidade de conservação dos frutos em pós-colheita (BRACKMANN et al, 2011).

A firmeza das frutas diminuiu do mês de agosto para outubro nas seleções 31-09, 31-07, 35-02 e na cultivar Fronteras.

Para os valores de pH do suco, a seleção 35-02 apresentou diferença entre os genótipos avaliados, sendo que os mesmos se mantiveram na faixa de 3,54 a 3,79 (Tabela 7). Para a acidez

titulável, as seleções 35-22, 35-06 e 31-13 apresentaram frutas com maior acidez, diferindo dos demais genótipos avaliados (Tabela 5).

Para a luminosidade das frutas, as seleções 32-05, 31-13, 35-14, 35-22, 35-06 e a cultivar Fronteras apresentaram maiores valores em relação aos demais genótipos (Tabela 7). O valor L* expressa o grau de luminosidade da cor medida (L* = 100 = branco; L* = 0 = preto); neste caso, do vermelho. Assim, os genótipos que apresentaram maiores valores para esta variável, indicam que suas frutas tendem ao vermelho mais claro, enquanto que os genótipos de menores valores foram mais propenso a produzir frutas vermelho mais escuro (COCCO et al, 2020). Para os valores do °Hue, as seleções 32-05, 31-13, 35-14, 35-22 e a cultivar Fronteras apresentaram maiores valores, diferindo dos demais genótipos (Tabela 7). Menores valores relativos de °Hue indicam coloração mais escura (ÁVILA et al, 2012). A diferença de cor entre cultivares é uma característica genética, influenciada por fatores climáticos e culturais (CANTILLANO; SILVA, 2010).

Tabela 7: pH acidez titulável, luminosidade e °Hue das frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.

Genótipos	pH	ATT	Luminosidade	°Hue
35-25	3,63 c	0,75 b	37,68 b	36,60 b
31-09	3,68 b	0,75 b	36,72 b	34,34 b
35-22	3,54 d	0,87 a	39,74 a	38,26 a
32-05	3,70 b	0,75 b	41,18 a	40,15 a
35-06	3,58 d	0,82 a	39,05 a	36,31 b
31-07	3,70 b	0,74 b	37,64 b	35,53 b
31-13	3,54 d	0,80 a	40,83 a	38,39 a
35-14	3,62 c	0,65 c	40,43 a	38,27 a
35-02	3,79 a	0,67 c	36,79 b	34,94 b
Pircinque	3,64 c	0,70 c	35,62 b	33,75 b
Fronteras	3,66 b	0,76 b	40,82 a	37,65 a
CV(%)	2,12	8,88	6,89	7,44
Época de colheita				
Agosto	3,71 ns	0,70 ns	38,63 ns	37,36 ns
Setembro	3,55	0,78	39,59	36,60
Outubro	3,65	0,76	38,08	36,26

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

Em relação aos compostos químicos, as seleções 35-06, 31-09, 31-13, 35-02, 35-14 e 35-22 obtiveram maiores valores de compostos fenólicos. As seleções 31-13, 35-14, 31-09, 35-02, 35-06, 35-22 e a cultivar Fronteras foram superiores as demais para o teor de antocianinas (Tabela 8). Para a época avaliada (novembro), os valores de antocianinas são superiores, o que coincide com o pico de produção. O avanço da maturação ocorre a degradação da clorofila e a síntese de pigmentos

antociânicos, o que indica o ponto de maturação para consumo da fruta. A síntese de antocianinas nas frutas e o seu teor são influenciados pelo genótipo, características do clima no local de produção e pelo manejo da planta (COCCO et al, 2020).

Em relação à atividade antioxidante, as seleções 35-06, 35-02, 31-09, 35-14, 35-22, 31-13 e as cultivares Pircinque e Fronteras apresentaram maior atividade antioxidante (Tabela 8). A importância dos compostos fenólicos deriva da evidência de sua alta atividade antioxidante (FERNÁNDEZ-LARA et al., 2015). Portanto, os antioxidantes naturais presentes no morango torna-o uma importante fonte natural de compostos bioativos, como vitaminas e compostos fenólicos (FORBES-HERNANDEZ et al., 2016).

Tabela 8: Teor de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante nas frutas de genótipos de morangueiro, cultivados em sistema convencional de plantio no solo sob túnel baixo, durante o ciclo 2021.

Genótipos	Composto Fenólicos ¹	Antocianinas ²	Atividade Antioxidante ³
35-25	205,32 b	26,04 b	676,43 b
31-09	266,80 a	50,13 a	971,96 a
35-22	256,03 a	41,49 a	909,01 a
32-05	207,18 b	25,58 b	538,46 b
35-06	307,53 a	45,00 a	1049,00 a
31-07	222,08 b	32,51 b	616,58 b
31-13	260,63 a	53,73 a	852,21 a
35-14	256,08 a	53,37 a	922,72 a
35-02	259,26 a	46,91 a	1004,96 a
Pircinque	207,64 b	28,98 b	874,10 a
Fronteras	124,66 c	48,04 a	826,83 a
CV (%)	17,43	33,72	16,94

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

¹Compostos fenólicos totais expresso em mg do equivalente ácido clorogênico/100g peso fresco.

²Antocianinas totais expressa em mg equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g peso fresco.

³Atividade antioxidante total expressa em µg equivalente trolox/g peso fresco.

Conclusão

As seleções 35-22 e 35-14 demonstraram precocidade considerando a produção até o mês de agosto.

A seleção 31-13 apresentou precocidade no mês de agosto e setembro.

As seleções 35-02 e 35-25 apresentaram as maiores massas médias das frutas.

As seleções 31-09, 35-22, 35-06, 31-13, 35-14 e 35-02 obtiveram os maiores índices nos compostos bioativos.

Referências

- ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S.; REISSER JUNIOR, C. Morango. O Brasil é 7º maior produtor da fruta. **Campo & Negócios, Anuário HF 2022**, Uberlândia, p. 86-88, 2022.
- ANTUNES, L. E. C et al. Morangueiro. Brasília, **Embrapa**, Brasília, 2016. 589p.
- ÁVILA, J. M. M. et al. Influência do sistema de produção e do armazenamento refrigerado nas características físico-químicas e no desenvolvimento de compostos voláteis em morangos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2265-2271, 2012.
- BRACKMANN, A. et al. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial de armazenamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 542-547, 2011.
- CAMARGO, L. K. P.; RESENDE, J. T. V. D.; CAMARGO, C. K.; KURCHAIDT, S. M.; RESENDE, N. C. V.; BOTELHO, R. V. Post-harvest characterization of strawberry hybrids obtained from the crossing between commercial cultivars. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 40: 4, 2018.
- CAMARGO, L. K. P. et al. Desempenho produtivo e massa de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo. **Ambiência**, Guarapuava, v.6, n.2, p. 281–288, 2010.
- CANTILLANO, R. F. F.; SILVA, M. M. Manuseio pós-colheita de morangos. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, 2010. 37p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 318).
- CERUTTI, P. H.; DOS SANTOS, M.; GEMELI M. S.; ADAMS, C. R.; PEREIRA, T.C.V. Desafios do cultivo de morangueiro no Brasil. **Revista Científica Rural**, Bagé, 2002: 236-252, 2018.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. **2ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2005. 785p.
- 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**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 155-163, 2020.
- DELAZERI, E. E. **Avaliação de genótipos de morangueiro na região de Pelotas para diferentes sistemas de cultivo**. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020, 124f.
- FAGHERAZZI A. F.; BORTOLINI A. J.; ZANIN D. S.; BISOL L.; SANTOS A. M.; GRIMALDI F.; KRETZSCHMAR A. A.; BARUZZI G.; FAEDI W.; LUCCHI P.; RUFATO L. New strawberry cultivars and breeding activities in Brazil. **Acta Horticulturae 1156**, Haia, 167-170, 2017.
- FAGHERAZZI, A. F. et al. La fragolicoltura brasiliana guarda avanti. **Frutticoltura**, Milano, n. 6, p. 20-24, 2014.
- FERNÁNDEZ-LARA, R. et al. Assessment of the Differences in the Phenolic Composition and Color Characteristics of New Strawberry (Fragaria x Ananassa Duch). Cultivars by HPLC–MS and Imaging Tristimulus Colorimetry. **Food Research International**, v. 76, p. 645–653, out. 2015.

FORBES-HERNANDEZ, T. Y. et al. The Healthy Effects of Strawberry Polyphenols: Which Strategy behind Antioxidant Capacity? **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, London, v. 56, n. sup1, p. S46–S59, 29 julho 2016.

HOSSAIN, A.; BEGUM, P.; ZANNAT, M. S.; RAHMAN, M. H.; AHSAN, M.; ISLAM, S. N. Nutrient composition of strawberry genotypes cultivated in a horticulture farm. **Food Chemistry**, Estados Unidos, v.199, n.1, p.648–652, 2016.

PINELLI, L. D. O.; MORETTI, C. L.; SANTOS, M. S.; CAMPOS, A. B.; BRASILEIRO, A. V.; CÓRDOVA, A. C.; CHIARELLO, M. D. Antioxidants and other chemical and physical characteristics of two strawberry cultivars at different ripeness stages. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.24, n.1, p.11–16, 2011.

PONCE, A. R.; BASTIANI, M. I. D.; MINIM, V. P.; VANETTI, M. C. D. Características físico-químicas e microbiológicas de morango minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, p. 1-6, 2008.

ROCHA, D. A.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D.; FONSECA, E. W. N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1124-1128, 2008.

ŠAMEC, D.; MARETIĆ, M.; LUGARIĆ, I.; MEŠIĆ, A.; SALOPEK-SONDI, B.; DURALIJA, B. Assessment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. **Food Chemistry**, Estados Unidos, v.194, n.1, p.828–834, 2016.

SANTOS, M. F. S. dos. et al. Agronomic performance of new strawberry cultivars in southern Brazil. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, Lages, p. 149–158, 2021. DOI: 10.5965/223811712022021149.

SILVA, F. L. da. et al. Distribuição da produção de cultivares de morangueiro em Pelotas/RS. In: IX SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS. **Anais [...]**. 5p. Vacaria, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2017.

13. Considerações finais

A oferta de genética brasileira de morangueiros, com a oportunidade de produção de mudas nacionais, produzidas regionalmente, com elevada qualidade fisiológica, poderia viabilizar o plantio precoce em algumas regiões proporcionando produção de frutas em períodos de baixa oferta de morangos e gerando maior rentabilidade ao produtor. Este trabalho vem acrescentar informações sobre estudos de adaptação de seleções avançadas oriundas do programa de melhoramento genético do morangueiro da Embrapa. As variáveis analisadas destacam genótipos com grande potencial de precocidade, qualidade de fruta e oportunidade de inserção no mercado.

Existe a possibilidade de afirmar que os genótipos testados apresentaram, além de produtividade adequada, qualidade satisfatória das frutas.

Alguns dos genótipos, como as seleções 35-25, 35-22 e 35-06 avaliadas em todos os experimentos, apresentaram vantagens por diversos fatores, como a precocidade, produção e qualidade física e química das frutas. Estes genótipos estão em fase de avaliação em outras regiões produtoras, onde tem demonstrado bons resultados de adaptação.

Na expressão das características de qualidade e funcionais, um fator que pode se tornar limitante é a interação genótipo/ambiente, devido à grande variabilidade genética da cultura do morangueiro. Dessa forma, é fundamental que os estudos de avaliação de seleções avançadas sejam ampliados para outras condições de clima e solo.