

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**SILVIA MARCELA FERREIRA MONTEIRO**

**AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO NA REGIÃO DO  
PLANALTO SUL CATARINENSE**

**LAGES  
2023**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**SILVIA MARCELA FERREIRA MONTEIRO**

**AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO NA REGIÃO DO  
PLANALTO SUL CATARINENSE**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Aike Anneliese Kretschmar.

**LAGES  
2023**

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

Monteiro, Silvia Marcela Ferreira

Avaliação e seleção de genótipos de Morangueiro na região do  
Planalto Sul Catarinense / Silvia Marcela Ferreira Monteiro. -- 2023.  
157 p.

Orientadora: Aike Anneliese Kretzschmar

Coorientador: Leo Rufato

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2023.

1. Ciclos de seleção. 2. Cruzamentos. 3. Fragraria x ananassa  
Duch. 4. Melhoramento genético. I. Kretzschmar, Aike Anneliese.  
II. Rufato, Leo. III. Universidade do Estado de Santa Catarina,  
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação  
em Produção Vegetal. IV. Título.

**SILVIA MARCELA FERREIRA MONTEIRO**

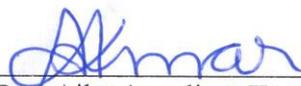
**AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO NA REGIÃO DO  
PLANALTO SUL CATARINENSE**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar.

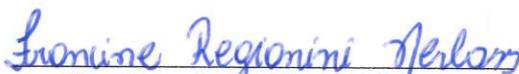
**BANCA EXAMINADORA**

**Orientadora (presidente):**



Dra. Aike Anneliese Kretzschmar  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/Lages

**Membro interno:**



Dra. Francine Regianini Nerbass  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/Lages

**Membro externo:**



Dra. Amanda Gonçalves Guimarães  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC/Curitibanos

Lages, 28 de julho de 2023

À minha sobrinha Manuela Monteiro, nosso  
milagre de Deus. Tua vida renovou minha fé.  
Titia te ama imensamente!

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por seu amor incondicional e por ter sido minha fonte de fé e força até aqui. Graças a Ele por todas as bênçãos alcançadas em minha vida, por ser meu refúgio e fortaleza.

A minha família, em especial a meu pai Mauro, minha mãe Núbia e irmãs Marcela e Michelle e sobrinha Manuela. Por eles busco ser melhor todos os dias, para que eu seja motivo de orgulho. Gratidão a eles por todo incentivo feito em minha formação. Obrigada pai, pela ajuda financeira em todos os momentos em que precisei. Obrigada mãe, por ser minha amiga e conselheira. Às minhas irmãs, por serem minhas grandes amigas. E minha sobrinha por ter trazido fé e esperança para nós. Amo vocês todos inexplicavelmente.

A minha esposa, Joanice Silva, pelo companheirismo e apoio de sempre, essenciais para que eu pudesse chegar até aqui. Por muitas vezes ter me ajudado em tarefas do campo. Por sempre ser minha motivação. Muito obrigada!

A Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, na pessoa dos queridos professores Fábio Nascimento da Silva e Antônio Mendes de Oliveira Neto, coordenadores do Programa. Ao secretário Gustavo Theiss, por todo suporte e auxílio sempre que solicitado. Com certeza foram importantes nessa trajetória.

Ao Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria - Centro di Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA-FRF), por ter contribuído substancialmente com o início das pesquisas com a cultura do morangueiro na Universidade do Estado Santa Catarina e pela parceria até os dias de hoje, tornando possível o desenvolver desta pesquisa.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), FAPESC (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina) e ao programa UNIEDU (Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina), pelo apoio financeiro durante do Mestrado, possibilitando minha permanência para conclusão do curso.

A todos os integrantes do Grupo de Fruticultura do CAV/UDESC, em especial ao Coordenador Prof. Dr. Leo Rufato, por todos os ensinamentos. A profa. Dra. Daiana Rufato pelos auxílios concedidos na dissertação. A profa. Dra. Francine Nerbass pela parceria. Aos meus colegas de trabalho: Carine Rusin, Sabrina Baldissera, Alex Dias, Flávia Lourenço, Juliana Lima, Lamine Sanó e Bernardino Mango. Às bolsistas Mariane de Jesus e Manuele

Borges pelo auxílio na condução dos experimentos. A todos aqueles que, mesmo não mencionados, com certeza fizeram parte desse trabalho.

A minha orientadora Dra. Aike Kretschmar, por ter depositado em mim confiança para condução deste importante projeto.

Aos meus colegas Hyan Pierezan, Carol Matias, Roberta Macedo e Márcia Arruda. Obrigada pela amizade de vocês e por todos os momentos felizes.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para realização deste sonho.

“Ainda que eu tivesse o dom de profecia e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e tivesse toda a fé para mover montanhas, sem amor, eu nada seria...”.

1 Coríntios 13:2 (Bíblia sagrada)

## RESUMO GERAL

MONTEIRO, Silvia Marcela Ferreira. **Avaliação e seleção de genótipos de Morangueiro na região do Planalto Sul Catarinense.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agroveterinárias, CAV. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. Lages, SC.

Programas de melhoramento genético do Morangueiro visam lançar cultivares produtivas e com qualidade de fruto. Contudo, o desenvolvimento de uma cultivar demanda tempo, pois são realizados sucessivos ciclos de seleção. Dentro do Programa de Melhoramento Genético de Morangueiro do CAV/UDESC, este trabalho teve o objetivo de selecionar genótipos de Morangueiro, em diferentes anos de avaliação, nas condições de Lages - SC, a fim de indicar os mais promissores para desenvolvimento de cultivares. Esta pesquisa englobou dois diferentes experimentos conduzidos no Centro de Ciências Agroveterinárias, município de Lages – SC, no período de 2021 a 2023. O primeiro experimento foi constituído pela avaliação de 578 *seedlings* provenientes de cruzamentos realizados em 2019, o qual foi dividido em duas etapas. A primeira etapa foi correspondente ao primeiro ano de avaliação (safra 2021/2022), onde as plantas foram cultivadas em sistema convencional, avaliadas *in loco*. Foram clonados e multiplicados os indivíduos que apresentaram flores bem desenvolvidas, frutos saborosos e ausência de sintomas aparentes de doenças. A segunda etapa foi constituída pelos 10 genótipos selecionados na etapa anterior, no segundo ano de avaliação (safra 2022/2023), cultivados em sistema semi-hidropônico. Nesta etapa cada genótipo foi plantado em parcela com repetição única (uma parcela por genótipo) e os tratamentos constituídos por cada genótipo. Foi empregada análise de componentes principais (PCA) e análise de médias das parcelas. O segundo experimento foi constituído pela avaliação de 581 *seedlings* provenientes de cruzamentos realizados em 2020, avaliados no primeiro ano (safra 2022/2023). Neste experimento as plantas foram avaliadas individualmente por meio de 17 variáveis e suas respectivas escalas. O delineamento foi em blocos aumentados (DBA), avaliando 21 populações. Para este experimento foi realizado teste qui-quadrado e análise multivariada, com procedimentos de análise de correspondência múltipla (MCA). Dos 578 híbridos de Morangueiro obtidos nos cruzamentos em 2019, foram selecionados quatro (CAV ITA 19.S.II.01, CAV ITA 19.065.0, CAV ITA 19.056.01 e CAV ITA 19.077.01) pelo potencial produtivo e qualidade de fruto, principalmente sólidos solúveis e coloração. Dos 336 híbridos de Morangueiro obtidos nos cruzamentos em 2020, foram selecionados 17 (CAV

20.068.01; CAV 20.022.01; CAV 20 092.01; CAV 20.014.01; CAV 20.014.02; CAV 20.014.03; CAV 20.014.04; CAV 20.050.01; CAV 20.086.01; CAV 20.086.02; CAV 20.056.01; CAV 20.SN1.01; CAV 20.081.01; CAV 20.081.02; CAV 20.025.01; CAV 20.012.01; CAV 20.PA.01). Emissão de flor muito alta, vigor da planta médio e sabor do fruto superdoce, foram as características com maior peso na seleção dos genótipos. As populações que obtiveram genótipos selecionados foram provenientes dos cruzamentos: Bellalinda x CAV 10 107 07, FC 12 212 02 x SOFC 07 152 72, CAV ITA 10 107 07 x Bellalinda, ACESSOE02 x ACESSOE08, Bellalinda x ACESSOE02, Bellalinda x ACESSOE08, CAV ITA 107 107 07 x ACESSOE09, PIR 09 075 08 x CAV ITA 10 107 12, ACESSOE02 x CAV ITA 10 107 07 e ACESSO E01 x Pircinque. As avaliações permitiram obtenção de genótipos promissores para os próximos anos de avaliação dentro do Programa de Melhoramento Genético de Morangueiro do CAV/UDESC, visando obtenção de novas cultivares com potencial produtivo e qualidade de fruto.

**Palavras-chave:** Ciclos de seleção; Cruzamentos; *Fragraria x ananassa* Duch; Melhoramento genético;

## ABSTRACT

MONTEIRO, Silvia Marcela Ferreira. **Evaluation and selection of Strawberry genes in the Planalto Sul region of Santa Catarina.** Dissertation (Master in Plant Production). Center for Agroveterinary Sciences, CAV. State University of Santa Catarina, UDESC. Lages, SC.

Strawberry genetic improvement programs aim to launch productive cultivars with fruit quality. However, the development of a cultivar takes time, as successive cycles of selection are carried out. Within the CAV/UDESC Strawberry Genetic Improvement Program, this work aimed to select Strawberry genotypes, in different years of evaluation, in the conditions of Lages - SC, in order to indicate the most promising ones for the development of cultivars. This research encompassed two different experiments conducted at the Centro de Ciências Agroveterinárias, in the municipality of Lages - SC, from 2021 to 2023. The first experiment consisted of the evaluation of 578 seedlings from crosses carried out in 2019, which was divided into two stages. The first stage corresponded to the first year of evaluation (2021/2022 harvest), where the plants were grown in a conventional system, evaluated in loco. Individuals with well-developed flowers, tasty fruits and absence of apparent disease symptoms were cloned and multiplied. The second stage consisted of the 10 genotypes selected in the previous stage, in the second year of evaluation (2022/2023 harvest), cultivated in a semi-hydroponic system. At this stage, each genotype was planted in a plot with a single repetition (one plot per genotype) and the treatments constituted by each genotype. Principal component analysis (PCA) and plot mean analysis were used. The second experiment consisted of evaluating 581 seedlings from crosses carried out in 2020, evaluated in the first year (2022/2023 season). In this experiment, the plants were evaluated individually using 17 variables and their respective scales. The design was in augmented blocks (DBA), evaluating 21 populations. For this experiment, a chi-square test and multivariate analysis were performed, with multiple correspondence analysis (MCA) procedures. Of the 578 strawberry hybrids obtained from crosses in 2019, four were selected (CAV ITA 19.S.II.01, CAV ITA 19.065.0, CAV ITA 19.056.01 and CAV ITA 19.077.01) for their productive potential and fruit quality, mainly soluble solids and coloring. Of the 336 strawberry hybrids obtained at the intersections in 2020, 17 (CAV 20.068.01; CAV 20.022.01; CAV 20.092.01; CAV 20.014.01; CAV 20.014.02; CAV 20.014.03; CAV 20.014.04; 20.050.01; CAV 20.086.01; CAV 20.086.02; CAV 20.056.01; CAV 20.SN1.01; CAV 20.081.01; CAV 20.081.02; CAV

20.025.01; CAV 20.012.01; CAV 20.PA .01). Very high flower emission, average plant vigor and super-sweet fruit flavor were the traits with the greatest weight in the selection of genotypes. The populations that obtained selected genotypes came from the crosses: Bellalinda x CAV 10 107 07, FC 12 212 02 x SOFC 07 152 72, CAV ITA 10 107 07 x Bellalinda, ACESSOE02 x ACESSOE08, Bellalinda x ACESSOE02, Bellalinda x ACESSOE08, CAV ITA 107 107 07 x ACESSOE09, PIR 09 075 08 x CAV ITA 10 107 12, ACESSOE02 x CAV ITA 10 107 07 and ACESSO E01 x Pircinque. The evaluations allowed obtaining promising genotypes for the next years of evaluation within the Strawberry Genetic Improvement Program of CAV/UDESC, aiming at obtaining new cultivars with productive potential and fruit quality.

**Key words:** Selection cycles; Crossings; *Fragraria x ananassa* Duch; Genetic improvement.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - A planta de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). Arquitetura geral (A), Flor (B) E pseudofruto (C). ..... 29
- Figura 2 - Localização da área de estudo. A: Centro de Ciências Agroveterinárias. B: Estufas de cruzamentos. C: Área experimental da Fruticultura do CAV/UDESC. Lages – SC, 2023..... 50
- Figura 3 - Dados da temperatura média do ar (°C) no município de Lages -SC no período da pesquisa. Lages, Santa Catarina – Brasil, 2023. .... 51
- Figura 4 - Exemplo do cultivo de plantas parentais de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em sistema semi-hidropônico..... 52
- Figura 5 - Coleta de pólen de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em sacos de papel. 52
- Figura 6 - Extração de anteras para uso de pólen de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)..... 53
- Figura 7 - Acondicionamento de pólen de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em placas de petri. .... 54
- Figura 8 - Armazenamento de pólen de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em B.O.D. .... 54
- Figura 9 - Demonstração do cultivo de parentais de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em ambiente protegido..... 55

|  |    |
|--|----|
| Figura 10 - Fecundação de fruto de morangueiro ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.). A: Flores emasculadas e polinizadas manualmente. B: Fruto desenvolvido em ponto de maturação ideal para colheita.....  | 56 |
| Figura 11 - Colheita de frutos de morangueiro ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) para extração de aquênios. ....  | 57 |
| Figura 12 - Processo de hibridação de morangueiro ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) em ambiente protegido. A: emasculação da flor. B: polinização. C: Frutificação efetiva e frutos em diferentes pontos de maturação. D: Colheita de frutos maduros. E: Extração de sementes. F: Armazenamento de sementes..... | 58 |
| Figura 13 - Semeadura de seedlings de morangueiro ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) em bandejas.....   | 59 |
| Figura 14 - Manejo de fertirrigação com uso de medidores de pH (esquerda) e de condutividade elétrica (direita), marca Akso ©, utilizados para o monitoramento da fertirrigação nos experimentos com morangueiro ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.). ..   | 61 |
| Figura 15 - Campo de genótipos de morangueiro ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) avaliados em primeiro ano, safra 2021/2022. Lages –SC, 2023.....   | 62 |
| Figura 16 - Sistema de cultivo utilizado no segundo ano de avaliação de genótipos de morangueiro ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) na safra 2022/2023. Lages-SC, 2023..  | 64 |
| Figura 17 - Demonstração de parcela experimental, com plantio em fila única, de genótipos de morangueiro ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) na safra 2022/2023. Lages-SC, 2023..  | 65 |
| Figura 18 - Análise de componentes principais para variáveis de produção em 10 genótipos de morangueiro ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) na safra 2022/2023. Lages-SC, 2023..   | 77 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 19 - Análise de componentes principais para variáveis de qualidade em 10 genótipos de morangueiro ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) na safra 2022/2023. Lages-SC, 2023. ....  | 78 |
| Figura 20 - Campo de genótipos de morangueiro avaliados em primeiro ano, safra 2022/2022. A: Cultivo convencional no solo. B: Extrator de solução do solo para monitoramento da fertirrigação.....                                   | 85 |
| Figura 21 - Demonstração de marcação de uma planta selecionada a campo.....  | 87 |
| Figura 22 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos FC 12 028 x FC 14 214 02, no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....       | 91 |
| Figura 23 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos ALPINA 10 X ACESSO E03 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....          | 93 |
| Figura 24 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos ALPINA 10 X CAV ITA 10 107 12 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.....    | 94 |
| Figura 25 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos PA 09 109 02 X CAV ITA 10 107 12 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023..... | 97 |
| Figura 26 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre genitores desconhecidos no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.....                       | 99 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 27 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos CAV ITA 10 107 07 X ACESSO E01 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023 . Lages – SC, 2023..... | 101 |
| Figura 28 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento de genitores conhecidos nº 2 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.....                       | 103 |
| Figura 29 - Frequência de características avaliadas população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X CAV ITA 10 107 07 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....    | 105 |
| Figura 30 - Frequência de características de planta e de fruto na população de “seedlings” oriundos de Polinização aberta no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....                       | 107 |
| Figura 31 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X PA 09 109 02 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....      | 109 |
| Figura 32 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos ACESSO E02 X ACESSO E08 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....        | 111 |
| Figura 33 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos CAV ITA 10 107 12 X ACESSO E09 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.....  | 113 |
| Figura 34 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X ACESSO E13 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....        | 115 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 35- Frequência de características avaliadas na população de “ <i>seedlings</i> ” do cruzamento entre os genótipos PIR 09 075 08 X CAV ITA 10 107 12 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. .... | 117 |
| Figura 36 - Frequência de características avaliadas na população de “ <i>seedlings</i> ” do cruzamento entre os genótipos CAV ITA 10 107 07 X BELLALINDA no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.....    | 119 |
| Figura 37 - Frequência de características avaliadas na população de “ <i>seedlings</i> ” do cruzamento entre os genótipos ALPINA 10 X PA 09 109 02 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....         | 121 |
| Figura 38 - Frequência de características avaliadas na população de “ <i>seedlings</i> ” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X ACESSO E04 primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....             | 123 |
| Figura 39 - Frequência de características avaliadas na população de “ <i>seedlings</i> ” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X RANDOCE primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....                | 125 |
| Figura 40 - Frequência de características avaliadas na população de “ <i>seedlings</i> ” do cruzamento entre os genótipos ALPINA 10 X ACESSO E07 primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....              | 127 |
| Figura 41 - Frequência de características avaliadas na população de “ <i>seedlings</i> ” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X ACESSO E02 primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....             | 129 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 42 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos FC 12 214 02 X SOFC 07 152 72 primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. .... | 131 |
| Figura 43 - Análise de correspondência de todas as escalas dentro de cada variável, avaliadas em genótipos de morangueiro submetidos ao primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023.....  | 134 |
| Figura 44 - Análise de correspondência de parâmetros avaliados em genótipos de morangueiro submetidos ao primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023. ....  | 136 |
| Figura 45 - Análise de correspondência do nível de associação de cada característica avaliada em genótipos de morangueiro submetidos ao primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023.....  | 138 |
| Figura 46 - Visão geral da contribuição de características com a seleção de genótipos de morangueiro submetidos ao primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023. ....  | 140 |
| Figura 47 - Agrupamento de genótipos selecionados e não selecionados de morangueiro (Fragraria x ananassa Duch.) em primeiro ano de avaliação. Lages –SC, 2023....  | 141 |
| Figura 48 - Análise de correspondência para escalas de emissão de flor em genótipos de morangueiro em primeiro ano de avaliação. Lages –SC, 2023. ....  | 142 |
| Figura 49 - Análise de correspondência múltipla para escalas de vigor em genótipos de morangueiro em primeiro ano de avaliação. Lages –SC, 2023. ....   | 143 |
| Figura 50 - Análise de correspondência múltipla para escalas de sabor de fruto atribuídas em genótipos de morangueiro em primeiro ano de avaliação. Lages –SC, 2023. ....   | 144 |

Figura 51 - Análise de correspondência múltipla para escalas de emissão de estolão atribuídas em genótipos de morangueiro em primeiro ano de avaliação. Lages-SC, 2023..... 145

Figura 52 - Agrupamento em função do fotoperíodo de genótipos e morangueiro em primeiro ano de avaliação. Lages -SC, 2023..... 146

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Produtos comerciais utilizados para fertirrigação no cultivo do morangueiro. Lages – SC, 2023..... 60
- Tabela 2 - Genótipos selecionados por cruzamento, no ciclo de seleção 2021/2022. Lages – SC, 2023.....67
- Tabela 3 - Principais características observadas em genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) selecionados no primeiro ano de avaliação. Lages – SC, CAV- UDESC, 2023. .... 69
- Tabela 4 - Desempenho produtivo de genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) nas condições do município de Lages, SC, na safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. ....71
- Tabela 5- Número de frutos por planta e massa média de frutos comerciais de genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), na safra 2022/2023. Lages, SC, 2023.72
- Tabela 6 - Porcentagens de frutos em diferentes categorias, em genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), na safra 2022/2023. Lages – SC, 2023..... 73
- Tabela 7- Principais características qualitativas de frutos em genótipos de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. .... 75
- Tabela 8 - Variáveis avaliadas, época de avaliação e definição de escalas para avaliação de genótipos de Morangueiro. .... 86
- Tabela 9 - Descrição das populações avaliadas no primeiro ciclo de seleção de genótipos de Morangueiro, correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023. .... 88

Tabela 10 - Genitores e identificação de genótipo de morangueiro selecionados no primeiro ciclo de seleção, correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023..... 133

Tabela 11 - Mudanças obtidas (clones) por genótipo selecionado para compor o ensaio de terceiro ano na safra 2023/2024. Lages – SC, 2023..... 147

## SUMÁRIO

|          |  |    |
|----------|--|----|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....  | 24 |
| 1.1      | OBJETIVOS .....  | 25 |
| 1.1.1    | Geral.....   | 25 |
| 1.1.2    | Específicos .....  | 26 |
| 1.2      | HIPÓTESES.....   | 26 |
| 1.3      | JUSTIFICATIVA.....   | 26 |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....   | 27 |
| 2.1      | ORIGEM E BOTÂNICA .....  | 27 |
| 2.2      | IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E PANORAMA DA PRODUÇÃO.....  | 30 |
| 2.3      | ASPECTOS TÉCNICOS DE CULTIVO .....   | 32 |
| 2.4      | A CITOGENÉTICA DO MORANGUEIRO.....   | 34 |
| 2.5      | MELHORAMENTO GENÉTICO DO MORANGUEIRO NO BRASIL.....  | 35 |
| 2.5.1    | O Programa de Melhoramento da Universidade do Estado de Santa Catarina.....  | 36 |
| 2.5.1.1  | <i>Cultivares registradas</i> .....  | 37 |
| 2.6      | PRINCIPAIS OBJETIVOS DOS PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO DO MORANGUEIRO .....   | 39 |
| 2.6.1    | Produtividade .....  | 40 |
| 2.6.2    | Tolerância a pragas e doenças.....   | 41 |
| 2.6.3    | Qualidade de fruto.....  | 42 |
| 2.7      | MÉTODOS UTILIZADOS NO MELHORAMENTO DE MORANGUEIRO .....  | 42 |
| 2.7.1    | Hibridação.....  | 42 |
| 2.7.2    | Seleção e clonagem.....  | 44 |
| <b>3</b> | <b>AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO SUBMETIDOS AOS PRIMEIROS CICLOS DE SELEÇÃO, NAS CONDIÇÕES DE LAGES-SC</b> ..... | 46 |
| 3.1      | RESUMO .....   | 46 |
| 3.2      | ABSTRACT.....  | 47 |
| 3.3      | INTRODUÇÃO .....   | 49 |
| 3.4      | MATERIAL E MÉTODOS .....   | 50 |
| 3.4.1    | Primeira etapa de seleção - Safra 2021/2022 .....  | 61 |
| 3.4.2    | Segunda etapa de seleção – Safra 2022/2023 .....   | 63 |
| 3.4.3    | Análises estatísticas.....   | 67 |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 3.5      | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 67         |
| 3.5.1    | Primeira etapa de seleção - Safra 2021/2022 .....   | 67         |
| 3.5.2    | Segunda etapa de seleção - Safra 2022/2023 .....  | 70         |
| 3.5.2.1  | <i>Análise de componentes principais</i> .....  | 76         |
| 3.6      | CONCLUSÕES .....  | 79         |
| <b>4</b> | <b>AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO NAS<br/>CONDIÇÕES DE LAGES-SC POR MEIO DE VARIÁVEIS CATEGÓRICAS...</b> | <b>80</b>  |
| 4.1      | RESUMO .....  | 80         |
| 4.2      | ABSTRACT .....  | 81         |
| 4.3      | INTRODUÇÃO .....  | 83         |
| 4.4      | MATERIAL E MÉTODOS .....  | 84         |
| 4.4.1    | Análises estatísticas.....  | 88         |
| 4.5      | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 88         |
| 4.5.1    | Caracterização das populações.....  | 89         |
| 4.5.2    | Análise de correspondência múltipla .....   | 133        |
| 4.6      | CONCLUSÃO .....   | 147        |
| <b>5</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>   | <b>148</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>149</b> |
|          | <b>APÊNDICES.....</b>   | <b>155</b> |

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Dentro do chamado grupo das pequenas frutas, o morangueiro (*Fragraria x ananassa* Duch.) é a principal cultura em importância socioeconômica no Brasil, seu cultivo gera emprego e renda no campo e é realizado principalmente nas regiões sul e sudeste (ANTUNES *et al.*, 2023). O interesse pelo cultivo do morangueiro é crescente, sendo que nos últimos anos houve incremento no volume produzido, área cultivada e produtividade a nível nacional (FAGHERAZZI *et al.*, 2016).

A China é o maior produtor mundial de morangos em área (129 mil hectares) e produção (3.389,620 toneladas). O Brasil ocupa a 14ª posição em termos de área cultivada e 9ª posição em termos de volume. O Estado de Minas Gerais é o principal produtor com 41,4% (15,581 mil toneladas) do total. Em seguida os Estados do Rio Grande do Sul, com 25,6% (9,643 mil toneladas), e de São Paulo, com 15,4% (5,8 mil toneladas). Num segundo grupo, com produção em torno de 700 a 900 toneladas, estão os Estados de Santa Catarina, Espírito Santo e Rio de Janeiro sudeste (ANTUNES *et al.*, 2023).

Um dos desafios enfrentados pelo setor é a carência de cultivares nacionais e grande dependência de cultivares importadas (ZEIST; RESENDE, 2019). Frequentemente, cultivares de morangueiro são introduzidas em território brasileiro sem realização de estudos prévios de adaptabilidade, o que pode fazer com que os produtores não obtenham a produtividade e a qualidade de frutos esperada.

Devido à influência decisiva das condições edafoclimáticas sobre o desempenho produtivo, as cultivares de morangueiro tendem a expressar o máximo potencial agrônomico dentro da região para a qual foram desenvolvidas. Já em outras condições, estas cultivares podem apresentar comportamento adverso (PÁDUA *et al.*, 2015a). Nas condições do Brasil, as cultivares importadas normalmente apresentam algumas características favoráveis, como alta produtividade, massa média de frutos e elevada firmeza de polpa. No entanto, a falta de sabor e a suscetibilidade às principais doenças da cultura têm sido problemas comuns encontrados em polos produtores brasileiros (ZEIST; RESENDE, 2019).

Uma das possíveis soluções para estes problemas é a introdução de novas cultivares, seguida de estudos de adaptabilidade para averiguar o potencial de utilização destes genótipos (ANTUNES *et al.*, 2023). No Brasil já encontram-se registradas 70 cultivares de morangueiro. As cultivares registradas nos últimos 5 anos, vem sendo avaliadas com relação a

características de produtividade e qualidade físico-química dos frutos, bem como tolerância a doenças e pragas (ZEIST; RESENDE, 2019).

Outra medida para alavancar a cadeia produtiva do morangueiro no Brasil, é a realização de programas de melhoramento genético dentro das próprias regiões produtoras. Esta é uma das melhores maneiras de se obter genótipos plenamente adaptados, pois eles irão expressar o máximo do potencial de produtividade e qualidade de frutos (GALVÃO *et al.*, 2017). No entanto, nos estágios iniciais de um programa de melhoramento, a seleção de materiais promissores frequentemente torna-se um desafio para os melhoristas. Dependendo do método adotado, do número de indivíduos e de características avaliadas, torna-se difícil realizar todos os testes comparativos entre todos esses indivíduos.

Neste sentido, Programas Nacionais de melhoramento genético do Morangueiro, dentre eles a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), em parceria com a instituição Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e L'Analisi Dell'Economia Agraria - Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA--FRF), da Itália, iniciou estudos com adaptabilidade de novas cultivares, melhoramento genético e micropropagação (FAGHERAZZI, 2017). Desde então este projeto tem contribuído com a resolução de entraves na cadeia produtiva de morangos, especialmente por meio do incremento do número de cultivares disponíveis aos produtores.

Com isso, este trabalho teve o objetivo de avaliar genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) desenvolvidos pela UDESC/CAV em parceria com o CREA-FRF, nas condições do Planalto Sul Catarinense, a fim de selecionar os mais promissores para futuro desenvolvimento de cultivares.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Geral

Criar, avaliar e selecionar genótipos de Morangueiro, em diferentes anos de avaliação, nas condições de Lages - SC, a fim de indicar os mais promissores para futuro desenvolvimento de cultivares.

### 1.1.2 Específicos

- Submeter genótipos de morangueiro provenientes de cruzamentos de origem Italiana, ao primeiro e segundo ano de avaliação na cidade de Lages-SC;
- Selecionar genótipos em função de parâmetros produtivos e de qualidade de frutos;
- Caracterizar as populações oriundas de cada cruzamento, indicando combinações mais promissoras para o melhoramento;
- Indicar genótipos para compor as próximas etapas de avaliação do programa de melhoramento do CAV/UDESC.

### 1.2 HIPÓTESES

- A obtenção de genótipos de morangueiro, por meio do método de hibridação resultará em variabilidade genética suficiente para seleção de genótipos superiores. Os ciclos de seleção promoverão aumento da ocorrência de caracteres agronômicos de interesse ao Melhoramento genético da cultura do Morangueiro.
- As populações apresentarão características as quais possibilitem a identificação de genitores promissores para elaboração de novas combinações nos cruzamentos dos anos seguintes no Programa do CAV/UDESC;
- Genótipos de morangueiro obtidos de cruzamentos de origem Italiana, selecionados no programa de melhoramento genético do CAV/UDESC, apresentam características importantes para seleção, como ausência de sintomas de doenças, produtividade e com diferencial de qualidade de fruta, que os tornam aptos para seguirem no processo de seleção e futuro desenvolvimento de cultivar.
- A seleção de genótipos nas condições edafoclimáticas de estudo, permitirá indicar genótipos adaptados a regiões semelhantes a Lages e, possivelmente, para demais regiões produtoras.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O cultivo de morangueiro tem elevada importância econômica no Brasil, inclusive para o Estado de Santa Catarina. A fruta está entre as mais apreciadas no mercado e o produtor de morango tem, cada vez mais, interesse em incrementar sua área de cultivo e sua

produtividade (ANTUNES *et al.*, 2016). Ademais, essa cultura apresenta grande importância socioeconômica, uma vez que a maioria das áreas de cultivo do morango está situada em propriedades com base na agricultura familiar, o que pode significar maior renda para as famílias, maior geração de empregos e um convite à fixação do homem no campo.

Contudo, no Brasil, os programas de melhoramento estagnaram por alguns anos, fazendo disso, um dos motivos para que muitas das cultivares utilizadas no Brasil fossem importadas dos Estados Unidos (FAGHERAZZI, 2013). Porém, no atual ano de 2023 já é possível observar no Brasil, notória retomada dos estudos voltados ao desenvolvimento de novas cultivares de morangueiro. Com isso, o produtor tem a possibilidade de usufruir de materiais adaptados às condições edafoclimáticas próprias do Brasil, podendo obter alto desempenho agrônomo, além de atender a principais exigências do mercado quanto à qualidade de frutos, sobretudo diminuindo os custos de produção.

A realização deste trabalho poderá contribuir para incrementar a rentabilidade do produtor de morango. Pois a seleção de novos genótipos do morangueiro que sejam produtivos e com características diferenciadas para qualidade de frutas, quanto à firmeza, sabor e cor, promoverá maior valor comercial a futuras cultivares.

Este estudo permitirá o início do processo de futuro registro de cultivares nacionais e suficientemente competitivas ao que já vem sendo utilizado. Os trabalhos darão continuidade ao que já vem sendo desenvolvido dentro do programa de melhoramento genético do morangueiro da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV/UDESC), fortalecendo ainda mais este importante projeto.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 ORIGEM E BOTÂNICA**

A evolução do morangueiro ganhou impulso na Europa a partir de 1600, por meio da introdução de duas espécies trazidas do continente americano em diferentes momentos. A primeira, *Fragaria virginiana*, foi introduzida nos jardins botânicos da Europa, oriunda da América do Norte e a forma como isso ocorreu não está totalmente esclarecida. Por sua vez, há registros da espécie em documentos de John Tradescant e John Parkinson, sendo a este último mais aceito o crédito por essa introdução. A segunda espécie foi *Fragaria chiloensis*, trazida pelo engenheiro militar Amédée François Frézier, o qual foi enviado por Luis XIV

entre os anos de 1712 a 1714, para vistoriar as terras conquistadas do Chile (VIEIRA, S.D., 2016).

Em 1764, o botânico Atoine Nicolas Duchesne, a pedido do Rei Luis XV, forma uma coleção de morangueiros enviados de toda a Europa. Com esta coleção, inicia importantes estudos contando com a colaboração de cientistas, agricultores e jardineiros na investigação das características e comportamento das diversas espécies de *Fragaria* em seus locais de origem. Este estudo lhe permitiu perceber que as plantas de *Fragaria chiloensis* da Europa só possuíam flores femininas e a produção de frutos só era possível se fossem cultivadas próximas de outras espécies. Duchesne observou que o cruzamento casual entre *Fragaria chiloensis* e *Fragaria virginiana* produzia frutos muito aromáticos lembrando o abacaxi, denominando-o então como *Fragaria x ananassa*. E rapidamente o novo morangueiro espalha-se por toda a Europa (DARROW, 1966).

Portanto, o morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) ou strawberry (Inglês), fresa (Espanhol), fragola (Italiano), trata-se de um híbrido proveniente do cruzamento natural entre as espécies *F. chiloensis* (L.) Mill e *F. virginiana*, provenientes do Chile e América do Norte, respectivamente. Historicamente, relatos apontam que, na França, em meado de 1750, as espécies *F. chiloensis* (L.) Mill e *F. virginiana* foram cultivadas lado a lado em jardim domiciliar, ocasionando a hibridação. A espécie *F. chiloensis* (L.) Mill seria responsável pelas características de maior tamanho de fruto e coloração vermelho escuro e a *F. virginiana* pelo sabor e aroma, chegando ao morango eu temos na atualidade (MUELLER, 2022).

O morangueiro é uma angiosperma, do grupo das dicotiledôneas, pertencente à família *Rosaceae*, subfamília *Rosoideae*, gênero *Fragaria*, o qual possui cerca de 20 espécies descritas. De modo geral, as plantas de morangueiro são herbáceas, podendo ter hábito de crescimento rasteiro ou ereto, medindo entre 10 a 30 cm. É perene, porém na maioria das vezes cultivada em ciclo anual. A planta forma pequenas touceiras, que podem ter vigor variável (Figura 1A).

As flores são andróginas (apresenta simultaneamente características do gênero masculino e feminino) e hemicíclicas (Os órgãos florais distribuem-se em arranjos mistos) com cálice formado por brácteas unidas na base (Figura 1B). As pétalas são livres, lobuladas podendo ser brancas ou avermelhadas. São autoférteis, mas com diferentes taxas de autofecundação nas diferentes cultivares. Considerada planta alógama, possuem em geral cinco sépalas e cinco pétalas podendo, conforme a cultivar, ser elíptica, redonda ou oval. Possui de 20 a 30 estames e um número característico de pistilos (60 a 600), com estames

dispostos ao redor dos ovários. As flores primárias formam frutos maiores e as flores secundárias e terciárias por possuírem um número menor de pistilos formam frutos menores (GALVÃO, 2014).

Os frutos verdadeiros do morango são aquênios. Esses aquênios são diminutos e superficiais, provenientes da fecundação dos óvulos. É possível observar os aquênios aderidos ao fruto comercial, endurecidos de coloração vermelha ou amarelada. A parte comestível, na verdade é o engrossamento do receptáculo por meio da fecundação, sendo um pseudofruto carnoso, de polpa doce – ácida e succulenta (Figura 1C).

Figura 1 - A planta de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). Arquitetura geral (A), Flor (B) E pseudofruto (C).



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A inflorescência é terminal, emergindo das estípulas da folha imediatamente abaixo dela durante a sua expansão. A inflorescência típica do morangueiro possui uma flor primária, que é a mais velha, duas flores secundárias, quatro flores terciárias e oito flores quaternárias. (MUELLER, 2022).

O morangueiro possui uma estrutura chamada de estolão. Estolões são ramos especializados que se desenvolvem a partir das gemas basais das folhas. Resultam em novas plantas sendo seu surgimento favorecido pelo aumento do fotoperíodo. Por meio da emissão de estolões, o morangueiro pode se reproduzir assexuadamente. Durante o período vegetativo, a planta de morangueiro multiplica-se por meio dos estolões. A produção dessas estruturas tem início, geralmente, quando os dias passam a ser longos, acima de 12 horas e altas temperaturas (22° a 24°) (CAMARGO; RUFATO, 2019).

O sistema radicular é superficial e fasciculado, com cerca de 90% das raízes concentradas nos primeiros 20 cm do solo (ZANIN, 2019). Surgem adventiciamente da base

das novas folhas ao redor da coroa, apresentando aspecto fibroso e dividindo-se em primárias e secundárias (ZANIN, 2019). O seu desenvolvimento é maior nos períodos de dias curtos (menos de 12 horas de luz) (VIGNOLO, 2016).

O caule é um rizoma estolonífero, curto, de formato cilíndrico e retorcido, do qual surgem folhas trifoliadas com diferentes fases de desenvolvimento dispostas em roseta formando um conjunto chamado coroa. A planta é formada por uma ou mais coroas das quais emergem folhas, inflorescências, estolões e raízes adventícias. Cada coroa funciona como uma unidade independente na planta com pequeno crescimento dando o aspecto de roseta (VIGNOLO, 2016).

As folhas constituídas por três folíolos (trifoliadas) de bordos serrilhados e com características de cor e formato diferindo entre cultivares. A emissão de folhas em plantas com bom desenvolvimento é de uma a cada 8 a 12 dias, influenciada pela soma térmica. Cada folha vive de um a três meses. Os pecíolos possuem estípulas de proteção em sua base na qual também se encontram as gemas. Estas podem evoluir em estolões ou novas coroas. As folhas podem ter de 300 a 400 estômatos por mm<sup>2</sup>, o que torna o morangueiro uma planta bastante sensível ao estresse hídrico, altas temperaturas e intensidade luminosa (TAZZO *et al.*, 2015).

## 2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E PANORAMA DA PRODUÇÃO

Seja na forma *in natura* ou processada, o fruto do morangueiro é altamente valorizado no mercado global. É matéria prima para elaboração de muitos produtos como doces, sucos, geleias, iogurtes, refrigerantes, etc. Devido seus atributos de aroma, sabor, aparência e conteúdo nutricional do fruto, o morango está presente na alimentação de milhares de pessoas (ANTUNES; REISSER JUNIOR; BONOW, 2021). Os frutos são ricos em vitamina A e C e as do completo B, com presença de antioxidantes como o ácido elágico, composto fenólico responsável por atividades biológicas tais como antioxidante e anticarcinogênica.

A produção mundial de morangos cresceu consideravelmente nos últimos seis anos: de 7.879 toneladas em 2013, para 12.106,585 em 2019, ou seja, um incremento de 46%. Quanto à área plantada teve crescimento em torno de 41%, uma vez que foi de 369.569 hectares em 2013, para 522.527 hectares em 2019 (ROJAS-MOLINA, *et. al.*, 2020).

Os dez maiores produtores de morango no mundo são: China, Estados Unidos, México, Turquia, Espanha, Egito, República da Coréia, Polônia, Federação da Rússia e

Alemanha (FAOSTAT, 2022). A Ásia responde por 48,9% da produção mundial, destacando-se a China, cuja produção em 2014 foi de 3.113.000 toneladas. Na sequência vem os Estados Unidos com 1.371.573 toneladas, o México com 458.972 toneladas, a Turquia com 376.070 toneladas, a Espanha com 291.87 toneladas e o Egito com 283.471 toneladas. Apesar da produção na China ser expressiva, a sua produtividade é de cerca de 27 t ha<sup>-1</sup>, enquanto nos Estados Unidos é de 56 t ha<sup>-1</sup>. A União Europeia não teve incremento expressivo de produtividade, mantendo-se em cerca de 11 t ha<sup>-1</sup> no período de 2000 a 2014 (FAO, 2022).

No Brasil, 14<sup>a</sup> colocado área cultivada e 9<sup>a</sup> em volume, a área plantada atinge cerca de 6.000 hectares com uma produção estimada em mais de 150 mil toneladas por ano e produtividade média de 38 ton ha<sup>-1</sup>, podendo alcançar 60 ton ha<sup>-1</sup> nos cultivos mais tecnificados (ROJAS-MOLINA, *et al.*, 2020). Ao compararmos dados sobre a produtividade no Brasil com os dados de produtividade no Mundo obtidos da FAO, podemos observar que o Brasil se equipara a China, supera a União Europeia, mas ainda fica distante da produtividade dos Estados Unidos.

Os principais estados brasileiros produtores de morango são Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo, Santa Catarina e Distrito Federal com produtividades médias de 25, 32, 34, 21, 33, 38 e 40 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (ROJAS-MOLINA, *et al.*, 2020).

Conforme dados obtidos na base da FAO (2022), somente o continente sul-americano produziu mais de 300 mil toneladas de morango em mais de 11mil hectares plantados. Peru, Chile, Colômbia e Argentina são os países com a maior área de produção. Estes países adotaram um conjunto de tecnologias e avanço no sistema de cultivo, elevando a qualidade e a quantidade da fruta produzida.

Portanto, o Brasil apresenta um grande crescimento em área plantada e produção, aproximando-se dos números do Japão, Itália e Coreia do sul, consolidando-o como o maior produtor de morangos na América do Sul (ANTUNES; REISSER JUNIOR; BONOW, 2021).

O sistema de cultivo adotado pode variar conforme a região. Conforme dados da EMATER ASCAR – RS, no Rio Grande do Sul, quase 90% do morangueiro produzido é cultivado em sistema protegido. No Espírito Santo, a maior parte (70%) é cultivado no solo, bem como em Minas Gerais (85%). O sistema de cultivo empregado no maior estado produtor (Minas gerais) é predominantemente sistema convencional (solo) caracterizado pelo uso de canteiros cobertos por plástico e túnel baixo. Já na região sul do Brasil, o principal cultivo

emprego é o suspenso. Com uso calhas, slabs em área cobertas por estufas guarda-chuva ou ainda calhas ou slabs duplos com túnel baixo (MENEZES; SILVA, 2023).

O produtor de morango, em sua maioria, o cultiva em áreas de 1 a 2 hectares. Contudo, há também as empresas maiores com áreas de mais de 10 ha contínuos. No geral, a produção de possibilita grande geração de empregos no campo, uma vez que é altamente exigente e que está em constante movimento.

### 2.3 ASPECTOS TÉCNICOS DE CULTIVO

Quando se pretende iniciar o cultivo do morangueiro, atenção deve ser dada à escolha correta das cultivares. Este fator exerce influência sobre todos os aspectos da cadeia produtiva, tais como: época de plantio, fertilização, adequação do espaçamento, controle fitossanitário, período de conservação pós-colheita e destinação do produto no mercado. A escolha incorreta da cultivar, pode inviabilizar a atividade, mesmo que todos os outros aspectos de manejo sejam realizados da melhor maneira possível (RICHTER, ADRIK *et al.*, 2017).

A cultura do morangueiro é altamente sensível aos fatores ambientais e a interação entre eles, sobretudo ao fotoperíodo e temperatura. Tais fatores irão influenciar o crescimento, desenvolvimento e a produção da cultura, dependendo da cultivar/genótipo. Assim, as características fenológicas da planta de morangueiro poderão ser fortemente alteradas pelo ambiente, trazendo variações no comportamento produtivo da espécie. A floração é um dos estádios mais afetados por esses fatores (ZEIST; RESENDE, 2019).

Atualmente, as cultivares de morangueiro são comumente classificadas conforme sua sensibilidade ao fotoperíodo: cultivar de dia curto, dia neutro e dia longo (BARTH, 2017).

Para as cultivares de dia curto, a indução floral irá ser favorecida por fotoperíodo de até 14 horas, podendo haver variações entre elas. Já as cultivares de dia neutro, irão florescer independente do comprimento do dia, continuamente. No entanto, o fator regulador da floração para as cultivares de dia neutro, neste caso, é a temperatura. A diferenciação ocorrerá quando a temperatura abaixo de 28°. As cultivares de dia longo normalmente respondem a fotoperíodo superior a 12 horas. Na prática, no Brasil são cultivadas as de dia curto e dia neutro, possibilitando diferentes comportamento produtivos e escalonamento da produção (ZAWADNEAK; SCHUBER; MÓGOR, 2013).

Fagherazzi (2017) em revisão sobre a sensibilidade do morangueiro ao fotoperíodo, relata que Darrow (1996), em seus primeiros estudos a respeito da resposta ao fotoperíodo, observou que nas condições de estudo a maioria dos genótipos induziu maior número de flores sob fotoperíodo entre 9,5 a 13,5 horas, com um ótimo de 12 horas. Mas há outros estudos onde se avaliou genótipos, nos quais a floração ótima foi obtida com períodos de entre 8 e 12 horas. De acordo com o mesmo autor acredita-se que os primeiros octaplóides cultivados floresciam sob dias curtos (DC), embora haja uma variação considerável no comportamento e limite de fotoperíodo necessário.

No entanto, com o avanço das hibridações, consideram-se alguns genótipos também como de dias curtos àqueles que florescem com períodos de luz inferiores a 14 horas, mesmo que menos exigentes em frio, sendo esta uma extensão do espectro existente de sensibilidade e não um hábito de floração distinto. Há três fatores de grande influência na resposta ao fotoperíodo: genótipo, temperatura e frigidificação das mudas (COSTA, *et al.*, 2019).

Em fotoperíodos curtos sejam necessários para uma melhor indução floral, sua continuidade pode atrasar o desenvolvimento floral. Alguns estudos mostraram que a continuação do fotoperíodo curto pode retardar o desenvolvimento de botões previamente iniciados em comparação com fotoperíodos mais longos. Logo, o fotoperíodo exerce grande influência na resposta produtiva da planta de morangueiro, pois irá atuar na indução floral (ZAHEDI; SARIKHANI, 2017).

A temperatura também tem uma relação direta com a fisiologia do morangueiro. A cultura possui uma necessidade em horas de frio para eu haja florescimento abundante e bom desempenho produtivo. Essas horas de frio variam em função da cultivar e pode ser suprida tanto na fase de muda quanto depois do plantio. O número de horas de frio vai de 300 a 700 horas acumuladas de temperaturas entre 2 a 7°C.

Para a entrada na fase vegetativa (propagativa) da cultura, a temperatura irá ser fator decisivo. Com a elevação da temperatura ocorrendo na primavera e verão, a planta inicia esse processo por meio da emissão dos estolões. A planta passa a diminuir a produção de flores, conseqüentemente reduzir produção. No geral, temperaturas amenas durante o dia e baixas durante o período noturno, é essencial ao desenvolvimento do morangueiro. A faixa ótima de temperatura durante o dia e a noite para que ocorra a indução de flor é de 18°C/13°C e 21°C /16 °C, respectivamente (BRANDT, *et al.*, 2022).

Com isso um aspecto importante para o cultivo é a escolha da cultivar, que varia em função da região de cultivo. Para regiões mais quentes recomenda-se cultivares de dia neutro

por serem mais tolerantes a temperaturas elevadas. Em regiões de temperaturas amenas geralmente busca-se emprego de cultivares de dia curto e dia neutro para escalonar a produção, devido aos diferentes picos de produção entre as cultivares. Outro fator para se ter atenção é em relação a época de plantio. A melhor época de plantio varia para cada região e, também, depende da cultivar. Na região sul o plantio ocorre entre março e maio, para cultivares de dia curto, com pico de produção setembro e outubro. Para as cultivares de dia neutro o plantio ocorre até junho, como produção a partir de setembro e pode se estender durante o ano todo.

Tais fatores, além de influenciarem diretamente o comportamento morfofisiológico da cultura do morangueiro, irão interferir nos parâmetros de qualidade de frutos, sobretudo sabor e coloração (SANTOS, 2019).

#### 2.4 A CITOGENÉTICA DO MORANGUEIRO

O número base de cromossomos nas espécies do gênero *Fragaria* é de  $x = 7$ . Essas espécies são classificadas conforme sua ploidia, podendo haver vários níveis: desde diploides ( $2n = 2x = 14$ ) até decaploides ( $2n = 10x = 70$ ). Já são identificadas 27 espécies, entre elas 12 diploides, 2 tetraploides, 2 pentaploides, 1 hexaploide, 4 octaploides e 3 decaploides. A maioria das cultivares com importância econômica é da espécie *Fragaria x ananassa*, todas octaploide ( $2n = 8x = 56$ ) (HANCOCK; HANCOCK, 1999).

Segundo Sukhjiwan Kaur *et al.*, (2012), os diferentes níveis de ploidia tornam complexa a tarefa de esclarecer a filogenia do gênero *Fragaria*. A primeira fórmula genômica foi AABBBBCC e a segunda AAA'A'BBB sendo novamente revisado para AAA'A'BBB'B'. Estudos mais recentes propõem a fórmula genômica YYY'Y'ZZZZ / YYYYZZZZ baseado em sequências de genes nucleares e de cloroplastos e características morfológicas, nos quais se evidencia a contribuição de duas a quatro espécies diploides na formação das espécies octaploides, o que dá suporte à origem aloploidia do hexaploide *F. mochatata* e dos octaploides *F. chiloensis*, *F. iturupensis* e *F. virginiana* (HANCOCK; HANCOCK, 1999). As fontes diploides específicas do genoma octaploide ainda não são bem esclarecidas, mas indica *F. vesca*, *F. mandshurica* e *F. iinumae* como possíveis contribuintes (VIEIRA, *et al.*, 2017),.

Mas, por que estudar a poliploidia do morangueiro? A poliploidia observada nas espécies está relacionada aos mecanismos evolucionários dos seres eucariotos dentro do reino vegetal. A existência de poliploidia permite variabilidade genética nas hibridações com a

referida espécie, como ampla diversidade de fenótipos na natureza, algo fortemente explorado pelos programas de melhoramento.

## 2.5 MELHORAMENTO GENÉTICO DO MORANGUEIRO NO BRASIL

Conforme Zeist e Resende (2019). São ativos cerca de 40 programas de melhoramento no mundo todo. Dentre estes, 35 fazem o lançamento de novas cultivares desde 1980, desenvolvidas em parceria com outras instituições de pesquisa. No Brasil, os programas de melhoramento voltados à cultura do morangueiro, são escassos.

O cruzamento sistemático de morangueiros com o objetivo do melhoramento teve início na Inglaterra com Thomas A. Knight usando um pequeno número de exemplares nativos e cultivados. Já o melhoramento norte americano do morangueiro teve início em meados do século XVIII com um número restrito de cultivares do grupo Europeu de *Fragaria x ananassa* Dusch, genótipos de *Fragaria chiloensis* da América do Sul e *F. virginiana* da América do Norte. Esse material genético predominou nos programas de melhoramento público e privado durante muito tempo constituindo, portanto, uma base genética estreita (BARTH, 2017). Isso foi evidenciado sobre análise do material genético do citoplasma, que tem origem materna, revelou que das 134 cultivares de parentesco conhecido, lançadas nos Estados Unidos entre 1960 e 1987, apenas 17 tiveram citoplasmas em comum identificados, o que é consideravelmente menor do que os 53 clones fundadores identificados por esses pesquisadores.

O resgate da variabilidade genética vem sendo realizado por meio de experimentos com cruzamentos de genótipos elite de *F. chiloensis* e *F. virginiana*, originados de materiais silvestres com características de interesse, como resistência a estresses abióticos e bióticos e melhoria das características físico-químicas dos frutos.

No Brasil, conforme Zeist e Resende (2019) são escassos os programas de melhoramento para o morangueiro, sendo os trabalhos de maior destaque os que foram conduzidos, principalmente, no Instituto Agrônomo de Campinas-SP, iniciando em 1941, e na Estação Experimental de Pelotas-RS, hoje Embrapa Clima Temperado, iniciando em 1950. Ainda de acordo com esse autor, vários dos materiais utilizados nesses programas foram obtidos de genótipos introduzidos a partir dos programas de melhoramento dos Estados Unidos por meio da importação de mudas e aquênios. Estes programas contribuíram

imensamente para o aumento da produtividade e da importância da cultura do morangueiro no Brasil.

A Embrapa Clima Temperado, após uma descontinuidade de quase dez anos, retomou o programa a partir de 2008, de modo cooperativo com instituições internacionais tradicionais para a formação de um banco de germoplasma usando a variabilidade local (BARNECHE; BONOW, 2012; ANTUNES; PERES, 2013). Também estão ativos programas de melhoramento na Universidade Federal de Lavras (MG), Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (PR), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Universidade do Estado de Santa Catarina (SC), entre outras.

A maior parte das cultivares utilizada no Brasil é introduzida de outros países como os Estados Unidos (Aromas, Camarosa, Ventana, Camino Real de dia curto e Dover, Oso Grande e Sweet Charlie de dia neutro, entre outras) e Espanha (Milsei Tudla dia curto) (ZEIST; RESENDE, 2019). A cultivar Dover foi a mais cultivada na década de 1990, mas logo foi substituída por cultivares de melhor qualidade, mais doces e saborosas levando a mudanças na cadeia produtiva. Dentre essas cultivares pode-se citar, em ordem de importância, Oso Grande, Camarosa, Albion e Aromas, que são cultivadas até hoje (ANTUNES; PERES, 2013). São recomendadas para cultivo fora do solo as cultivares Aromas, Albion, Monterey e San Andreas (GONÇALVES *et al.*, 2016). As cultivares mais plantadas no Brasil são Camarosa, Camino Real, Festival Flórida, San Andreas, Palomar, Albion, Aromas e Portola.

### **2.5.1 O Programa de Melhoramento da Universidade do Estado de Santa Catarina**

Buscando novas cultivares de morangueiro para o produtor e com vistas para que os programas de melhoramento genético brasileiro sejam mais atuantes, o Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC) elaborou uma ‘Convenção para a experimentação e difusão do material genético de morangueiro italiano no Brasil’. O acordo foi firmado em 2012 entre a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), por meio do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) com o *Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Unità di Ricerca per la Frutticoltura* - Forlì, CRA-FRF localizado em Forlì na Itália. Esta parceria aconteceu com o objetivo de iniciar estudos de adaptabilidade de genótipos de origem italiana e criação de novos materiais, na região sul do Brasil (FAGHERAZZI, 2021).

Desde então, a UDESC/CAV vem desenvolvendo um programa de melhoramento genético da cultura do morangueiro. O programa visa criar, avaliar e selecionar novas cultivares e seleções provenientes dos cruzamentos realizados pela UDESC/cav em parceria com o CREA-FRF frente às condições edafoclimáticas do sul do Brasil.

Em um primeiro momento, o programa avaliou a adaptabilidade e explorou comercialmente as cultivares e seleções constituídas pelo CREA-FRF na América do Sul.

No ano de 2011 e 2012 foram realizados na Itália, experimentos para avaliação de diferentes cultivares e seleções do CREA-FRF em confronto com as cultivares utilizadas no Brasil, a fim de pré-selecionar, dentre as novas cultivares e seleções do CREA-FRF, aquelas que pudessem expressar resultados satisfatórios para as condições edafoclimáticas Sul do Brasil. Em uma segunda etapa, o programa iniciou cruzamentos próprios, que desde 2015 já somam 150 cruzamentos por ano nas dependências CAV/UDESC.

Atualmente, o programa possui mais de 150 genótipos em fase de avaliação nas diversas regiões produtoras do Brasil. Áreas experimentais já são estudadas nas cidades de Rancho queimado –SC, Farroupilha –RS, Vacaria – RS e outras cidades de Santa Catarina, bem como em São Paulo, Paraná e Minas Gerais.

#### *2.5.1.1 Cultivares registradas*

O MAPA estabeleceu mecanismos para a organização, sistematização e controle da produção e comercialização de sementes e mudas, e instituiu por meio da Portaria nº 527, de 30 de dezembro de 1997, o Registro Nacional de Cultivares – RNC. O RNC é registro único que tem a finalidade de habilitar previamente cultivares para a produção, o beneficiamento e a comercialização de sementes e de mudas no Brasil. (MAPA, 2023). Ao todo existe cerca de 70 cultivares registradas no Brasil, provenientes de diferentes programas.

Com isso, o Programa de melhoramento genético da Universidade do Estado de Santa Catarina em parceria com CREA-FRF, já realizou registro de 5 cultivares. Os registros foram efetuados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Em 2017 foram registradas duas cultivares, sendo ambas de dia curto (Pircinque e Jonica). Em 2023 foram registradas outras 3 cultivares (Alpina 10, Bellalinda e Randoce), duas de dia neutro e uma de dia curto. São estas listadas em ordem cronológica de lançamento:

### **‘Pircinque’**

Cultivar de dia curto, desenvolvida no CREA-FRF, da Itália. Foi registrada para comercialização de mudas no Brasil em 2017, por meio de acordo entre o CRE -FRF e a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Caracteriza-se por apresentar plantas vigorosas, com início precoce em produção, e baixa exigência em frio hibernal para o florescimento e a frutificação. Os frutos ficam expostos no dossel da planta, e frequentemente se dispõem individualmente, fato este que facilita a colheita e contribui para manter o tamanho elevado dos frutos ao longo da safra (FAGHERAZZI *et al.*, 2021).

Esta cultivar enquadra-se no grupo caracterizado como “super doce”. Seus frutos são grandes, cônicos e firmes. Os níveis de produtividade situam-se em torno de 1 kg de frutos por planta, patamar considerado adequado para proporcionar uma boa rentabilidade ao produtor, em safra de 5 meses. Com exceção da suscetibilidade à podridão dos frutos causada por *Botrytis* spp. esta cultivar é rústica, apresentando tolerância à maioria das doenças que comumente acometem a cultura do morangueiro, fato que a torna adaptada ao cultivo orgânico (FAEDI; BARUZZI, 2013). Esta rusticidade foi observada nas condições de Lages-SC, na qual a cultivar Pircinque apresentou maior porcentagem da produção classificada como comercial (peso) e de sobrevivência de plantas ao final do ciclo em relação à cultivar San Andreas, em solo de replantio (ZANIN *et al.*, 2020).

### **‘Jonica’**

Cultivar de dia curto, desenvolvida no CREA - FRF (Itália). Foi registrada para comercialização de mudas no Brasil em 2017, por intermédio do convênio entre o CREA-FRF e a UDESC. Suas plantas apresentam vigor intermediário. É considerada precoce para entrar em produção e possui baixa exigência em horas de frio. Seus frutos são de tamanho médio, cônicos, bastante doces, com boa firmeza de polpa e aspecto externo atrativo. Uma característica marcante desta cultivar é a permanência das pétalas nos frutos mesmo após a maturação (FAEDI *et al.*, 2013).

No Planalto Sul Catarinense, Fagherazzi (2017) obteve uma produtividade total de 38,4 t ha<sup>-1</sup>, valor parecido com a média brasileira de produtividade de morangos (FAGHERAZZI *et al.*, 2016).

### **‘Alpina 10’**

A cultivar Alpina 10 foi registrada pela UDESC em parceria com CREA-FRF no ano de 2023. Cultivar de dia neutro, de elevada produtividade (atingindo uma média de 1,7 kg por planta) plantas compactas e muito rústicas quanto a podridão das frutas. Para esta cultivar o manejo nutricional na fase inicial com cálcio e boro pode ser um aliado devido a elevada produtividade da planta. Produz frutos de tamanho grande, brilho intenso e firmeza média. Os frutos da Alpina 10 possuem sabor equilibrado entre doçura e acidez.

### **‘Bellalinda’**

Cultivar de dia neutro, registrada em 2023. A planta possui vigor médio e estrutura aberta. Essa cultivar é bastante produtiva, possui longos pedúnculos facilitando a colheita. Tolerantes a micosferela e oídio. A produção de frutos se mantém estável durante o ciclo e se estende até final do verão. Os frutos são brilhantes, de tamanho médio, formato cônico, firmeza elevada, e com alto teor de sólidos solúveis. Os frutos mantem o padrão de qualidade durante toda a safra.

### **‘Randoce’**

Cultivar de dia curto, registrada em 2022. É precoce e produtiva, de vigor baixo a médio. É tolerante a micosferela *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) e oídio (*Oidium* sp). Baixa exigência em adubação nitrogenada. Mais da metade dos frutos produzidos por esta cultivar, se enquadram na categoria *Premium* (grandes). Os frutos além de serem grandes, possuem elevada firmeza de polpa, formato cônico e uniforme. Os frutos também possuem alto teor de sólidos solúveis e aroma acentuado.

## **2.6 PRINCIPAIS OBJETIVOS DOS PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO DO MORANGUEIRO**

Segundo Fagherazzi (2017), o maior desafio do melhorista genético vegetal é traçar tais objetivos, com base em uma demanda geral ou específica de mercado. Sabe-se que o perfil do consumidor está em constante mudança. Contudo, o consumidor de morango escolhe o fruto

pelo aspecto visual. Tamanho, formato e cor, bem como todas as principais características de qualidade, como firmeza de polpa, equilíbrio entre doçura e acidez e aroma, influenciam fortemente a aceitação do consumidor.

Priorizar plantas com vigor equilibrado e tolerantes as principais pragas e doenças estão entre os alvos dos programas. A neutralidade ao fotoperíodo, para as condições do Brasil, também tem sido um dos objetivos atuais dentro dos programas, devido maior estabilidade nos meses de produção que as de dia curto, visando atender uma demanda das regiões produtoras em relação aos fatores ambientes (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2011). Ainda, os programas visam obtenção de flores perfeitas, alta produtividade e estabilidade, equilíbrio entre desenvolvimento vegetativo e produtivo, baixa suscetibilidade aos fatores abióticos e bióticos.

Portanto, as novas cultivares desenvolvidas devem ser, além de produtivas, serem de alta qualidade, rústicas e precoces. Esses genótipos poderão satisfazer as exigências do mercado, sendo ofertadas em quantidade e alta qualidade para consumo e conservação pós colheita. Reunir todos os atributos importantes é um desafio (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Em relação às características de qualidade dos frutos, fatores relacionados ao sabor, forma, cor, firmeza, brilho e teores de componentes bioativos (vitaminas, compostos fenólicos, açúcares, etc) tem adquirido relevância. Isso se deve às demandas crescentes dos consumidores por produtos ricos em compostos que favoreçam a saúde, uma vez que estudos médicos demonstram o efeito benéfico de seus compostos (ROSA, 2010).

### **2.6.1 Produtividade**

Para cultivares de morangueiro considera-se produção satisfatória valores acima de 600 gramas de frutos por planta (GUIUMARÃES *et al.*, 2015). Cocco *et al.*, (2020). Ressalta que o potencial produtivo de um genótipo do morango depende tamanho e número de frutos. A cultivar ideal deve produzir frutos grandes, em formatos que atenda aos desejos dos consumidores. Frutos grandes são de caráter recessivo (genes quantitativos) na maioria das cultivares atualmente utilizadas no Brasil. O número de coroas por área também tem sido associado com o rendimento.

A produção de morango no Brasil aumentou após o lançamento da cultivar Campinas, do IAC, em 1955 (MACHADO, 2016). A cultivar Campinas resultou cruzando as cultivares norte-americanas Donner e Tahoe e foi o morango líder nas principais regiões produtoras

brasileiras há mais de 30 anos. A Cultivar Princesa Isabel é outra que se destaca. Lançada na década de 80 a partir do cruzamento entre cultivares Alemanha e Jundiaí, Princesa Isabel tem boas características produtivas, como alto rendimento, precocidade e frutas grandes. (PASSOS, TRANI, CARVALHO, 2015).

O produtor de morango está interessando em cultivar cultivares cada vez mais produtivas, aumentando a rentabilidade e viabilidade econômica frente aos investimentos realizados constantemente, principalmente com mudas.

## 2.6.2 Tolerância a pragas e doenças

No Brasil, as principais doenças que afetam morango são fungos: antracnose *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., *C. fragariae* Brooks e *C. acutatum* J.H. Simmonds, mancha foliar *Mycosphaerella fragariae* (Tul.), queimadura de folhas *Diplocarpon earliana*, ferrugem das folhas *Dendrophoma obscurans* (Ellis & Everth.), podridão da coroa *Pestalotiopsis* sp., mofo *Sphaerotheca macularis* (Wallr.), Murcha de *Verticillium* *Verticillium dahliae* (Kleb), podridão radicular (*Rhizoctonia* spp., *Fusarium* sp., *Sclerotium rolfsii*, *Phytophthora* spp.), mofo-cinzento *Botrytis cinérea* (De Bary), e Podridão de *Rhizopus* (*Rhizopus* spp.) (LIMA, FAGHERAZZI; BOGO, 2020).

Algumas doenças bacterianas, como mancha foliar *Xanthomonas fragariae* (Kennedy & King) e vírus, como Strawberry Mottle Vírus, Strawberry CrinkleVvirus e Vírus da borda amarela suave do morango também são relevantes (ANTUNES; REISSER JÚNIOR, ERNANI, 2016).

Por isso, patógenos representam desafios para produção mundial de morango, resultando em aumento de custos devido a perdas de rendimento e à necessidade de pulverização de produtos. Cultivares de morangueiro com nível de resistência a patógenos pode contribuir significativamente para mitigar as dificuldades. Portanto, a criação de resistência a doenças tem alta prioridade em muitos programas de melhoramento em todo o mundo (WURZ *et al.*, 2022).

### 2.6.3 Qualidade de fruto

Firmeza e resistência da polpa a danos, cor da fruta, sabor, forma, e aroma são as principais características relacionados com a qualidade do fruto em morango. No entanto, o valor nutricional e a propriedades antioxidantes estão se tornando cada vez mais relevante, uma vez que as preocupações com a saúde estão ganhando espaço (RESENDE, *et al.*, 2010).

O sabor do morango é influenciado pelo equilíbrio entre o teor de açúcares e ácidos presentes nos frutos maduros. Os ácidos orgânicos, após os açúcares, são o segundo principal constituinte dos sólidos e são formados principalmente por ácido cítrico (92% e ácido málico (9%). Frutos com acidez mais pronunciada são desejáveis para o processo de industrialização e apresentam efeito importante sobre a estabilidade das antocianinas e, portanto, na coloração dos frutos além disso, tem efeito sobre o processo de geleificação das pectinas (ZANIN, *et al.*, 2020).

O teor de sólidos solúveis é expresso em °Brix e indica a quantidade de sólidos, especialmente açúcares, dissolvidos na água contida no fruto. Esses teores tendem a aumentar na medida em que os frutos amadurecem e variam conforme a cultivar e clima. Elevados teores de sólidos solúveis são desejáveis, tanto para o consumo *in natura*, quanto para o processamento. (LONDE, *et al.*, 2022).

Firmeza e resistência da polpa a danos mecânicos são aspectos chave para o melhoramento do morango. Busca-se o mínimo possível de danos durante o manuseio e transporte da fruta, preservando suas qualidades organolépticas por período mais longo. (LONDE, *et al.*, 2022).

## 2.7 MÉTODOS UTILIZADOS NO MELHORAMENTO DE MORANGUEIRO

### 2.7.1 Hibridação

O método de melhoramento do morangueiro que predomina no Brasil é o de hibridação de cultivares de alto desempenho e obtenção de genótipos que são avaliados e selecionados com base em características fenotípicas superiores. Os híbridos selecionados podem ser clonados e submetidos a novos e sucessivos cruzamentos para promover melhor frequência de alelos favoráveis. Ao serem obtidos, são testados a campo para as condições

ambientais às quais se destinam, avaliando-se estabilidade e adaptabilidade. Após essa última etapa, os materiais selecionados podem ser lançados. (WHITAKER *et al.*, 2011).

A estrutura floral do morangueiro não oferece dificuldade a hibridação, por isso o cruzamento pode ser facilmente realizado a campo ou estufa. Uma das primeiras etapas, e de maior importância, é a escolha correta dos genitores. O melhoramento de apenas uma característica de forma isolada constitui uma tarefa difícil, tendo em vista que muitas características importantes para a cultura são inversamente correlacionadas. Além disso, grande parte destas características são controladas por muitos genes, e sua herança ainda não está totalmente elucidada (GALVÃO, 2014). Por isso, cruzamentos envolvendo parentais homocigotos e divergentes para objetivos específicos, embora possíveis de serem realizados, são pouco utilizados no morangueiro (GALVÃO *et al.*, 2017).

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

Uma vez escolhidos os parentais, devem ser realizados os cruzamentos. A coleta de flores nos parentais masculinos é realizada quando estas se encontram no estágio de “balão”, ou seja, com as sépalas abertas e as pétalas expostas. Após a coleta das flores, procede-se à retirada das anteras. Em seguida, as anteras são postas para secar por 48 horas em estufa ou temperatura ambiente sob iluminação constante, para promover a liberação do pólen. Este é então acondicionado em pequenos frascos de vidro ou de plástico, identificados com o nome do genitor masculino. O procedimento prático do cruzamento consiste na emasculação, ou seja, retirada das sépalas, pétalas e estames das flores da cultivar escolhida como parental feminino, e posterior deposição do pólen do parental masculino sobre os estigmas da flor emasculada, com auxílio de um pincel fino. O horário das polinização em estufas varia em função a regiões, priorizando horas sem extremos de temperaturas (principalmente excesso devido a viabilidade do pólen ser comprometida por temperaturas elevadas). Quando o clima está nublado e frio, condições que dificultam a germinação dos grãos de pólen e a fecundação, é recomendável repetir a polinização manual no dia seguinte (KOSKELA, 2016).

Os frutos dos cruzamentos devem ser colhidos completamente maduros. Quando se têm aproximadamente dez frutos por cruzamento, procede-se à extração dos aquênios, a qual

é efetuada com auxílio de um liquidificador ou processador de alimentos. Em seguida, os aquênios são postos para secar em temperatura ambiente, por cerca de três dias, sendo posteriormente guardados em tubos ‘Falcon’ identificados. A quebra de dormência é realizada por estratificação, na qual os aquênios são mantidos em câmara fria sob temperatura entre 4 a 5°C por cerca de 45 dias (ZANIN, 2019). Quando conservadas dentro de envelopes fechados e conservadas sob temperatura de 1 a 4°C e baixa umidade, as sementes do morangueiro podem se manter viáveis por até 20 anos, dependendo do genótipo.

### **2.7.2 Seleção e Clonagem**

Os genótipos que passam pelas etapas de seleção descritas acima, além de serem avaliados quanto ao potencial para registro como novas cultivares comerciais, podem também ser utilizados em novos cruzamentos. Assim, tais acessos podem passar por procedimentos cíclicos de escolha de parentais, hibridações, avaliações, seleção de genótipos mais promissores e novos cruzamentos. O objetivo é, a cada ciclo, aumentar a frequência de alelos favoráveis para as características quantitativas. Além disso, se objetiva minimizar a endogamia, mantendo elevada a variabilidade genética.

No caso do morangueiro, os genótipos são selecionados em campo, visualmente, com base em vários critérios de importância agrônômica. A este método de melhoramento se dá o nome de “seleção recorrente fenotípica”, pois a seleção tem como critério apenas o fenótipo das plantas (WHITAKER *et al.*, 2011).

Os métodos utilizados em seleção recorrente se dividem em interpopulacionais e intrapopulacionais. Os primeiros são muito úteis quando se pretende melhorar duas populações simultaneamente, com o objetivo de se obter duas linhas superiores para serem inter cruzadas, explorando-se o efeito da heterose. Estes métodos são mais trabalhosos e caros. Entretanto, quando o objetivo é obter novas variedades com desempenho agrônômico superior ou adaptar material exótico, os métodos intrapopulacionais são os mais indicados (SOUZA *et al.*, 2019)

Em trabalhos com seleção recorrente, os parentais escolhidos dentro da população base devem apresentar desempenho agrônômico superior e variabilidade genética suficiente para proporcionar o acúmulo de alelos favoráveis e manutenção de elevada variabilidade genética por meio de sucessivas gerações. Entretanto, é difícil atender a estas duas exigências

simultaneamente, tendo em vista que genitores com características agronômicas promissoras não raro são aparentados (CERUTTI *et al.*, 2019).

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

## CAPITULO I

### **3 AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO SUBMETIDOS AOS PRIMEIROS CICLOS DE SELEÇÃO, NAS CONDIÇÕES DE LAGES-SC**

#### 3.1 RESUMO

A cadeia produtiva do morangueiro no Brasil demanda maior diversidade de cultivares nacionais. Contudo, para torna-se uma nova cultivar, um genótipo é submetido a vários ciclos de seleção, levando anos para então lançar uma nova cultivar. Esses ciclos caracterizam-se por avaliação de vários parâmetros da planta, desde o campo até análises laboratoriais mais específicas. Mediante essas avaliações, é tomada a decisão de seleção em função dos objetivos principais de cada programa de melhoramento genético. Com isso, este trabalho teve por objetivo avaliar genótipos de morangueiro nas condições de Lages-SC, obtidos por cruzamentos realizados nos anos de 2019 e 2020, indicando os mais promissores para os próximos anos de seleção visando obtenção de futuras cultivares. Os experimentos foram realizados na área experimental da Fruticultura, no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC), no município de Lages-SC. No primeiro experimento, após a obtenção de 578 genótipos de cruzamentos realizados no ano de 2019, estes foram avaliados, em primeiro ano, correspondente à safra 2021/2022. As plantas foram avaliadas por meio de observação a campo, a cada 15 dias, do início ao final do ciclo de cultivo quanto aos aspectos de sanidade de plantas, produção e atributos de fruto. O segundo experimento foi constituído dos 10 genótipos selecionados na etapa anterior, multiplicados e plantados em parcela com repetição única (uma parcela por genótipo), correspondente à safra 2022/2023. Foram coletados dados quantitativos de todas as plantas de cada parcela, para obtenção de valores médios de parâmetros de produção e de qualidade de frutos. No segundo ano de avaliação, na análise de componentes principais foi possível destacar os genótipos CAV ITA 19.SI2.0, que apesar de uma produtividade mais baixa, obteve frutos maiores e mais doces; o genótipo CAV 19.065.0 devido à maior produtividade, frutos médios e doces; e o genótipo CAV ITA 19.063.01 que apesar de menor produtividade e frutos menores, destacou-se para frutos mais doces. Com base nas avaliações gerais e objetivos de seleção, foram selecionados quatro genótipos (CAV ITA 19.S.II.01, CAV ITA 19.065.0, CAV ITA 19.056.01 e CAV ITA 19.077.01) pelo potencial produtivo e qualidade de fruto, principalmente sólidos solúveis e coloração. Os quatro genótipos foram

considerados aptos para o próximo ciclo de avaliação dentro do Programa de Melhoramento Genético do Morangueiro da Universidade do Estado de Santa Catarina. Com isso, as avaliações permitiram obter seleções promissoras para compor os próximos anos de seleção, a serem testadas em outras regiões e futuramente tornarem-se novas cultivares disponíveis ao produtor.

**Palavras-chave:** Ciclos de seleção; *Fragraria x ananassa* Duch; Melhoramento genético; Qualidade de fruto;

## **EVALUATION OF STRAWBERRY GENOTYPES SUBMITTED TO THE FIRST SELECTION CYCLES UNDER LAGES-SC CONDITIONS**

### 3.2 ABSTRACT

The strawberry production chain in Brazil demands greater diversity of national cultivars. However, to become a new cultivar, a genotype is subjected to several selection cycles, taking years to launch a new cultivar. These cycles are characterized by the evaluation of various parameters of the plant, from the field to more specific laboratory analyses. Based on these assessments, the selection decision is made based on the main objectives of each genetic improvement program. With this, this work aimed to evaluate strawberry genotypes in the conditions of Lages-SC, obtained by crossings carried out in the years 2019 and 2020, indicating the most promising ones for the next years of selection aiming at obtaining future cultivars. The experiments were carried out in the experimental area of Fruit Growing, at the Center for Agroveterinary Sciences at the State University of Santa Catarina (CAV-UDESC), in the municipality of Lages-SC. In the first experiment, after obtaining 578 genotypes from crosses carried out in 2019, these were evaluated, in the first year, corresponding to the 2021/2022 season. The plants were evaluated through observation in the field, every 15 days, from the beginning to the end of the cultivation cycle in terms of plant health, production and fruit attributes. The second experiment consisted of the 10 genotypes selected in the previous step, multiplied and planted in plots with a single repetition (one plot per genotype), corresponding to the 2022/2023 harvest. Quantitative data were collected from all plants in each plot, in order to obtain average values of production parameters and fruit quality. despite a lower productivity, it obtained larger and sweeter fruits; the CAV 19.065.0 genotype due to higher productivity, medium and sweet fruits; and the CAV ITA 19.063.01 genotype, which

despite lower productivity and smaller fruits, stood out for sweeter fruits. Based on general evaluations and selection objectives, four genotypes (CAV ITA 19.S.II.01, CAV ITA 19.065.0, CAV ITA 19.056.01 and CAV ITA 19.077.01) were selected for their productive potential and fruit quality. , mainly soluble solids and coloring. The four genotypes were considered suitable for the next evaluation cycle within the Strawberry Genetic Improvement Program at the State University of Santa Catarina. With this, the evaluations allowed obtaining promising selections to compose the next years of selection, to be tested in other regions and in the future to become new cultivars available to the producer.

**Key words:** Selection cycles; *Fragraria x ananassa* Duch; Genetical enhancement; Fruit quality;

### 3.3 INTRODUÇÃO

Para que se possam obter genótipos com as características almeçadas, normalmente são realizadas centenas de hibridações biparentais, seguidas de trabalho de seleção dos melhores acessos dentro das progênies obtidas. Esta seleção, por sua vez, constitui um trabalho longo, pois apenas uma pequena parcela dos genótipos obtidos nos cruzamentos possui a combinação de todos os atributos necessários para uma cultivar comercial, tais como elevada produtividade, massa média e firmeza de frutos, teor de sólidos solúveis acima de 7,0° Brix e tolerância aos principais problemas fitossanitários. Ao todo são cerca de 6 anos para o registro de uma nova cultivar de morangueiro (OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Um genótipo desenvolvido e testado em um determinado local pode se comportar de modo adverso em uma outra região, ou mesmo apresentar comportamentos distintos em um mesmo local, durante diferentes ciclos (VIEIRA, *et al.*, 2017) fazendo-se necessários vários anos de avaliação para validação de uma cultivar de morangueiro.

Desta forma, fica evidente a necessidade de se manter e/ou reestabelecer os programas nacionais de melhoramento do morangueiro (*Fragraria x ananassa* Duch.), e assim, obter cultivares adaptadas às condições de cultivo, com aprimoramento de uma série de características de mercado, tais como aparência, sabor, aroma, textura, valor nutricional e potencial produtivo, bem como resistência a pragas e doenças.

O processo de seleção é, frequentemente, realizado pelo desempenho dos genótipos em diferentes ambientes (ano, local, época de semeadura). Assim, a realização de um programa de melhoramento genético direcionado às regiões produtoras pode constituir uma das maneiras mais eficazes de se obter cultivares plenamente adaptadas, com o máximo potencial produtivo e qualitativo, reduzindo assim, a dependência das cultivares importadas (GALVÃO *et al.*, 2017).

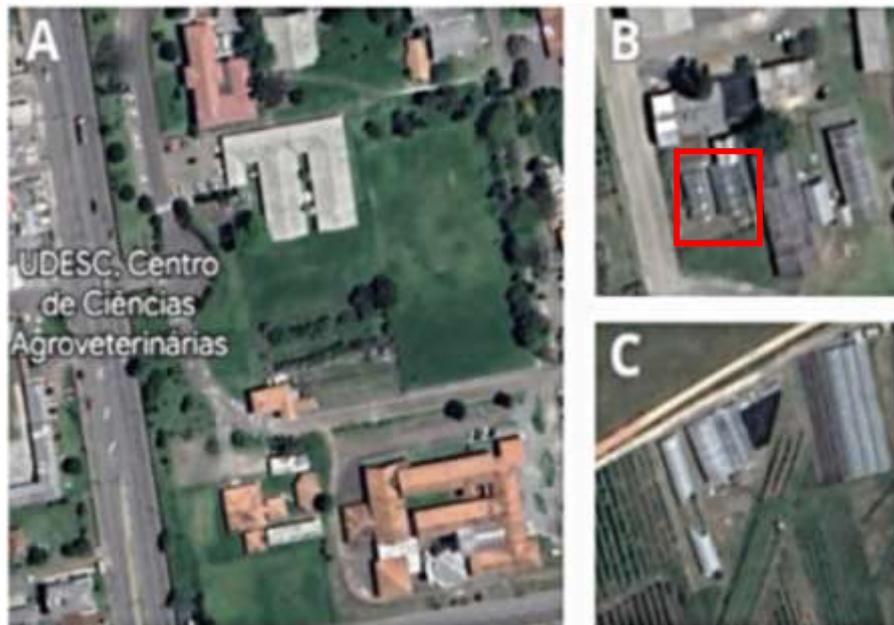
Até tornar-se uma nova cultivar, um genótipo é submetido a vários ciclos de avaliação, levando anos para então ser lançada uma nova cultivar. Esses ciclos caracterizam-se por avaliação de vários parâmetros da planta, desde o campo até análises laboratoriais mais específicas. Mediante essas avaliações, é tomada a decisão de seleção em função dos objetivos principais de cada programa. Ao todo são 70 cultivares de morangueiro já registradas até o ano de 2023, contudo almeja-se incrementar em novos genótipos maior qualidade de frutos, e neutralidade ao fotoperíodo pelas razões já elencadas anteriormente.

Com isso, este trabalho teve por objetivo avaliar genótipos de morangueiro nas condições de Lages-SC, obtidos por cruzamentos realizados nos anos de 2019 e 2020, indicando os mais promissores para os próximos anos de seleção visando obtenção de futuras cultivares.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na área experimental da Fruticultura, no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UEDESC), no município de Lages-SC (Figura 2). A localização está sob as coordenadas 27°47'05'' de latitude Sul e 50°18'08'' de longitude Oeste, a uma altitude de 906 metros.

Figura 2 - Localização da área de estudo. A: Centro de Ciências Agroveterinárias. B: Estufas de cruzamentos. C: Área experimental da Fruticultura do CAV/UEDESC. Lages – SC, 2023.

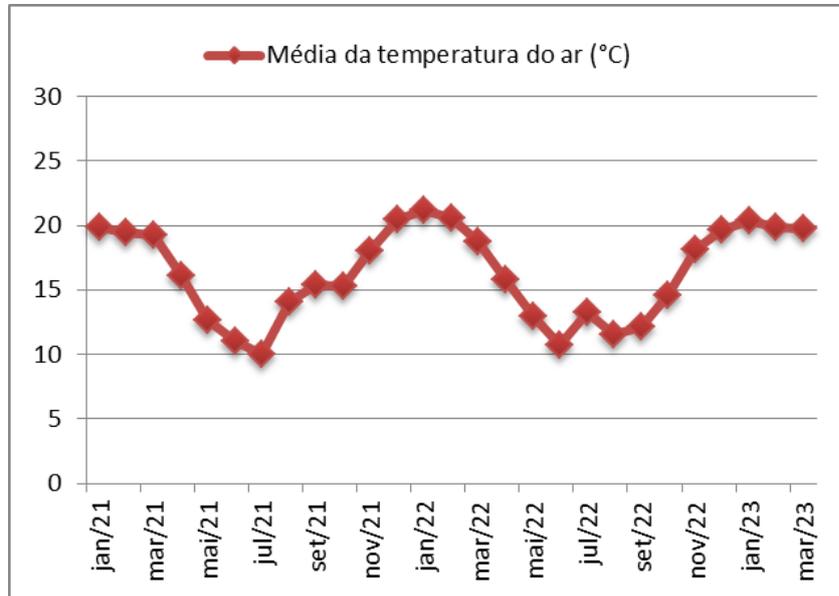


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico argiloso, de textura argilosa. O clima local é classificado como subtropical úmido mesotérmico Cfb, pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de 16°C e precipitação média anual em torno de 1.400 mm (EMBRAPA, 1999).

Os valores da temperatura média do ar (°C) no período de estudo, correspondente ao primeiro semestre de 2021 e ao primeiro semestre de 2023, estão apresentados na Figura 3.

Figura 3 - Dados da temperatura média do ar (°C) no município de Lages – SC no período da pesquisa. Lages, SC– Brasil, 2023.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Os genótipos avaliados nesta pesquisa foram obtidos pelo método de hibridação de plantas. A hibridação foi realizada entre acessos de morangueiro pertencentes à espécie *Fragaria x ananassa* Duch. A seleção dos genitores foi realizada com base nos objetivos adotados pelo programa de Melhoramento do CAV/UEDESC-CREA-FRF (neutralidade ao fotoperíodo, produtividade e qualidade de frutos), utilizando como genitores os genótipos do programa em parceria com CREA-FRF na Itália.

Para hibridação de plantas, foi realizada coleta de flores dos genitores para retirada de pólen. A coleta de flores foi realizada com frequência semanal, do início ao fim de cada ano de cruzamento, acompanhando o período de floração das plantas. As plantas doadoras de pólen foram cultivadas em estufa, em sistema semi-hidropônico, devidamente identificadas (Figura 4).

Figura 4 - Exemplo do cultivo de plantas parentais de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em sistema semi-hidropônico.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O passo a passo para obtenção de pólen para os cruzamentos, procedeu-se conforme descrito abaixo:

1) De cada parental foram coletadas todas as flores, em estágio anterior a antese. As flores coletadas foram acondicionadas em sacos de papel identificados (Figura 5);

Figura 5 - Coleta de pólen de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em sacos de papel.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

2) Após a coleta, as flores foram levadas até laboratório de Fruticultura do CAV/UEDESC, para remoção das anteras flor por flor. As anteras foram retiradas com auxílio de pinças de alumínio (Figura 6).

Figura 6 - Extração de anteras para uso de pólen de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.).



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

3) Em laboratório, as anteras foram acondicionadas em placas de Petri sobre papel e deixadas sob iluminação constante e temperatura ambiente (média 15°). As placas foram organizadas em bandeja umedecida, por período de 48 horas para a deiscência do pólen (Figura 7).

Figura 7- Acondicionamento de pólen de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em placas de petri.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

4) Após as 48 horas, o material foi acondicionado em tubos falcon de 5 ml, devidamente identificados. Em seguida armazenados em caixas de polipropileno e mantidas a 4°C até o momento da utilização (Figura 8).

Figura 8 - Armazenamento de pólen de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em B.O.D.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Os cruzamentos foram realizados em plantas de morangueiro conduzidas em casa de vegetação unicamente para esta finalidade. A frequência de cruzamento foi de, no mínimo, 2 vezes por semana ao longo de todo ano conforme floração dos genótipos. As plantas receptoras de pólen foram cultivadas em vasos de polipropileno, com capacidade de 3,6 litros, preenchidos com substrato comercial, na proporção de 40% (casca de arroz), 40% (casca de pinus) e 20% (húmus), e irrigadas diariamente em sistema automático por irrigação localizada. Os cruzamentos foram plantados em triplicatas, ou seja, cada parental foi constituído por 3 plantas como exemplificado na Figura 9.

Figura 9 - Demonstração do cultivo de parentais de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em ambiente protegido.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A polinização de plantas consistiu nas seguintes etapas:

1) Emasculação de flores: realizada antes da antese da flor, retirando pétalas e sépalas juntamente com as anteras, deixando exposto somente os estigmas com o receptáculo. O procedimento foi realizado com auxílio de pinça de alumínio;

2) Polinização manual: deposição do pólen sobre os estigmas da flor emasculada. Para isso, realizou-se abertura do tubo contendo o pólen e deposição com auxílio de pincel de cerdas naturais. Para cada pólen, utilizou-se um pincel, evitando mistura de pólen de outros genótipos. Após a polinização das flores, foi feito o acompanhamento da fecundação do fruto e seu desenvolvimento (Figura 10), para posteriormente proceder com as colheitas.

Figura 10 - Fecundação de fruto de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). A: Flores emasculadas e polinizadas manualmente. B: Fruto desenvolvido em ponto de maturação ideal para colheita.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

3) Colheita de frutos: após o fruto fecundado e maduro (ponto de maturação acima de 80% de recobrimento da epiderme), estes foram colhidos em bandejas de plástico identificadas e levados ao laboratório (Figura 11). Em laboratório procedeu-se a extração dos aquênios onde estão encontradas as sementes do morangueiro.

Figura 11 - Colheita de frutos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) para extração de aquênios.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

4) Obtenção de sementes e armazenamento: para extração das sementes, foram recortadas com auxílio de lamina de alumínio, apenas a região onde os aquênios encontram-se aderidos. A fina camada removida do fruto, foi colocada sobre papel toalha, identificados e mantidos em local seco e arejado. Com a desidratação da polpa do fruto após 48 horas, promoveu-se a soltura dos aquênios. Os aquênios contendo as sementes foram acondicionados em tubos falcon de 15ml e armazenados em câmara fria a 2° C até o momento da semeadura.

Os procedimentos supracitados estão resumidos na Figura 12.

Figura 12 - Processo de hibridação de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em ambiente protegido. A: emasculação da flor. B: polinização. C: Frutificação efetiva e frutos em diferentes pontos de maturação. D: Colheita de frutos maduros. E: Extração de sementes. F: Armazenamento de sementes.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Os aquênios extraídos dos frutos fecundados a partir das hibridações, foram semeados no ano seguinte após período de frio em câmara fria (segunda quinzena do mês de outubro). A semeadura foi a lanço em bandejas sem divisão de células, funcionando como sementeiras. As bandejas foram preenchidas com substrato composto por casca de arroz e turfa na proporção de 50/50. O acondicionamento das bandejas foi em túnel com nebulização diária (frequência de 10 segundos a cada 20 minutos), assegurando melhores condições na fase inicial da muda.

Após a emergência de plântulas, foi realizada a repicagem para bandejas de polietileno contendo 72 células, utilizando o mesmo tipo de substrato. Nessa etapa, as bandejas foram

mantidas sob ambiente controlado em casa de vegetação, irrigadas diariamente via aspersão (Figura 13).

Figura 13 - Semeadura de seedlings de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em bandejas.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Quando as mudas estavam com 2 a 3 pares de folhas definitivas e bom enraizamento, estas foram transplantadas ao local definitivo. Os *seedlings* foram transplantados para o campo experimental no solo em maio de 2021. O plantio foi realizado em canteiros cobertos com “*mulching*”, com dimensões de 1,0 m de largura x 0,20 m de altura e 30,0 m de comprimento cada. O espaçamento adotado foi em fila dupla com 0,45 m entre filas e 0,25 m entre plantas.

Foi realizada a cada 15 dias a limpeza de plantas, trato cultural comum na cultura do morangueiro. Esta prática consistiu na retirada de folhas velhas da planta, para evitar possíveis fontes de inóculo. Também se realizou poda de folhas chamadas “baixeiras” para manutenção da aeração da planta e controle de vigor, permitindo maior equilíbrio vegetativo-produtivo.

A adubação de plantas foi realizada via fertirrigação, em sistema automático com frequência diária. A fertirrigação foi realizada conforme recomendação técnica para a cultura

do morangueiro. Os adubos foram fornecidos de acordo com cada fase de desenvolvimento da cultura: formação, floração e frutificação. Como fontes de nutrientes foram utilizados sulfato de potássio, nitrato de cálcio, nitrato de potássio, monofosfato potássico e micronutrientes (Tabela 1).

Tabela 1 - Produtos comerciais utilizados para fertirrigação no cultivo do morangueiro. Lages – SC, 2023.

| <b>Produto</b>                      | <b>Quantidade</b> |
|-------------------------------------|-------------------|
| <b>Fase desenvolvimento inicial</b> |                   |
| Calcinit                            | 594g/1000L        |
| Kristalon 13-40-13                  | 267g/1000L        |
| Kristalon 06-12-36                  | 594g/1000L        |
| Ferrilene                           | 21g/1000L         |
| Brexil                              | 21g/1000L         |
| <b>Fase de pré-florada</b>          |                   |
| Calcinit                            | 342g/1000L        |
| Kristalon 13-40-13                  | 642g/1000L        |
| Kristalon 06-12-36                  | 513g/1000L        |
| Krista mag                          | 275g/1000L        |
| Ferrilene                           | 15g/1000L         |
| Brexil                              | 15g/1000L         |
| <b>Fase frutificação</b>            |                   |
| Calcinit                            | 490g/1000L        |
| Kristalon 13-40-13                  | 84g/1000L         |
| Kristalon 06-12-36                  | 841g/1000L        |
| Krista mag                          | 37,5g/1000L       |
| Ferrilene                           | 24g/1000L         |
| Brexil                              | 24g/1000L         |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Também foram realizadas aplicações foliares adicionais com cálcio (CALBIT C<sup>®</sup>) e boro (BOROPLUS<sup>®</sup>) para potencializar a floração de parentais em ambiente protegido.

Para o monitoramento da solução, quanto aos valores de pH e condutividade, foi utilizado equipamento específico (Figura 14). Na solução de fertirrigação foi controlada condutividade elétrica entre 1,2 a 1,5 dS m<sup>-1</sup> e pH entre 5,5 a 6,5 durante o cultivo.

Figura 14 - Manejo de fertirrigação com uso de medidores de pH (esquerda) e de condutividade elétrica (direita), marca Akso ©, utilizados para o monitoramento da fertirrigação nos experimentos com morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.).



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Foi realizado manejo fitossanitário das plantas durante todo o ciclo da cultura. Foram realizadas aplicações com rotação de produtos de ação fungicida, inseticida e acaricida. A dosagem, intervalado de aplicação e número de aplicações seguiu conforme recomendado na bula do fabricante.

Periodicamente foram realizadas limpezas para retirada de plantas invasoras. A limpeza de daninhas foi feita por arranquio manual.

No cultivo convencional (solo) foi realizada correção do solo com uso de calcário, seguindo as recomendações do produto e com base no resultado da análise de solo. O resultado das análises físico-químicas do solo estão descritas no Apêndice A.

### 3.4.1 Primeira etapa de seleção - Safra 2021/2022

No ano de 2019, foram realizados 93 cruzamentos biparentais nas dependências da Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages-SC, pelo Programa de melhoramento genético do Morangueiro UDESC/CAV, entre genitores do banco de germoplasma da

Instituição. Dessa forma, foram obtidos 578 indivíduos, pertencentes a 46 populações (cruzamentos) caracterizando, portanto, um campo de seleção composto por total de 578 genótipos. As plantas provenientes das hibridações de 2019 foram avaliadas em primeiro ano, na safra 2021/2022.

As plantas nesta etapa foram cultivadas em sistema convencional (solo) em canteiros cobertos por plástico tipo *mulching* de cor branca. Os canteiros mediram 1,0 m de largura x 40,0 m de comprimento. Foi adotado plantio em fila dupla e espaçamento de 0,20 m entre plantas x 0,25 m entrelinhas (Figura 15).

Figura 15 - Campo de genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) avaliados em primeiro ano, safra 2021/2022. Lages – SC, 2023.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na primeira etapa de seleção, cada planta correspondeu a um genótipo individual, devido à variabilidade genética oriunda da hibridação. Nesta etapa, as características avaliadas foram mais amplas, pois esta etapa priorizou avaliar, sobretudo, a adaptação de plantas. As plantas foram avaliadas por meio de observação a campo, por registro visual, a cada 15 dias,

do início ao final do ciclo de cultivo. Em cada avaliação, foi realizada anotação dos dados em planilha de campo de forma descritiva.

Os aspectos observados foram:

- Desenvolvimento vegetativo: marcados indivíduos com desenvolvimento de folhas bem formadas, sem vigor excessivo e com ausência de variação;
- Floração: marcados indivíduos com emissão abundante de flores, flores grandes e bem desenvolvidas, sem deformações e com estigmas bem formados;
- Fitossanidade: marcados indivíduos sem sintomas aparentes de doenças como micosferela, oídio e antracnose;
- Características da fruta: marcados indivíduos com produção de frutas maiores, sem deformações, de coloração vermelho intenso e brilho na epiderme, sem aquênios pronunciados e saborosos ao degustá-los;

As plantas as quais atenderam aos critérios acima, receberam uma marcação, como identificação para posterior multiplicação do genótipo, até não terem mais indivíduos para serem marcados. Os indivíduos não selecionados foram descartados.

### **3.4.2 Segunda etapa de seleção – Safra 2022/2023**

As plantas selecionadas na etapa anterior foram clonadas e multiplicadas por meio de mudas de torrão (ver apêndice B), conforme técnica descrita por Pritts *et al.*, (1988) e Durner *et al.*, (2002). Para formação de mudas foi realizada coleta de estolão ou quando necessário, divisão de coroa, seguida de enraizamento em bandejas preenchidas por substrato, mantidas em estufa até o momento do plantio. As mudas receberam irrigação diária por aspersão e foram transplantadas para local definitivo quando houve formação de raízes no torrão.

As plantas foram submetidas ao segundo ano de avaliação, constituindo a segunda etapa de seleção (safra 2022/2023). O sistema de cultivo empregado nesta etapa, diferente da etapa anterior, foi em cultivo semi-hidroponico. Este sistema caracterizou-se pelo uso de estufa do tipo “guarda-chuva”, com utilização de calhas suspensas preenchidas com substrato comercial. As calhas foram construídas com filme tubular de polietileno branco, com 33 cm de diâmetro e 100 micras de espessura e coberto com plástico preto e prata do tipo “*mulching*”, de 1,20 m de largura e 20 micras de espessura (Figura 16).

Figura 16 - Sistema de cultivo utilizado no segundo ano de avaliação de genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) na safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O plantio na estufa foi realizado em junho de 2022. As mudas foram dispostas em fila única e as parcelas identificadas com códigos. Utilizou-se o espaçamento de 0,12 cm entre plantas (Figura 17). Os genótipos foram plantados em parcela com repetição única, devido à baixa produção de estolões nas plantas selecionadas no ciclo anterior.

As parcelas foram compostas de 10 plantas ou conforme a quantidade de muda obtida para cada genótipo.

Figura 17 - Demonstração de parcela experimental, com plantio em fila única, de genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) na safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Nesta etapa, as avaliações foram mais criteriosas em relação a anterior. A frequência de avaliação foi semanal. Foram coletados dados quantitativos de todas as plantas de cada parcela, para obtenção de valores médios de parâmetros de produção e de qualidade de frutos. Para as análises considerou-se os valores de seis meses como a safra, correspondente ao mês de setembro até fevereiro de 2022.

Parâmetros de produção (realizada de 2 a 3 vezes na semana, durante os seis meses avaliados):

- Número de frutas comerciais: Frutos sem a presença de deformações e podridões, que apresentaram massa fresca maior ou igual a 10 g;
- Número de frutas pequenas: Frutos sem a presença de deformação e podridões, e que apresentaram massa fresca menor que 10 g;
- Número de frutas deformadas: Frutos que apresentaram massa fresca maior ou igual a 10 g e apresentarem superfície deformada, perdendo seu valor comercial;

- Número de frutas podres: Frutos com sintomas de podridões provocadas por *Botrytis* spp. e *C. fragariae* e *Oidium* spp.

- Massa fresca de frutas comerciais (g fruto<sup>-1</sup>): peso das frutas, colhidas e classificadas anteriormente como comerciais (maior ou igual a 10 gramas), com auxílio de uma balança analítica.

- Produção total (g planta<sup>-1</sup>): estimada pela massa fresca de frutas totais;

- Produção comercial (g planta<sup>-1</sup>): estimada pela massa fresca de frutas comerciais;

- Produtividade total (t ha<sup>-1</sup>): estimada pela produção total por planta para densidade de 96.000 plantas por hectare;

- Produtividade comercial (t ha<sup>-1</sup>): estimada pela produção comercial por planta para densidade de 96.000 plantas por hectare;

Parâmetros de qualidade de fruto (realizada uma vez por mês durante os seis meses avaliados):

- Coloração: determinada com o auxílio de colorímetro digital de bancada, realizando leitura em duas faces opostas de cada fruta, obtendo os valores de luminosidade (L), croma (C) e ângulo Hue (°Hue);

- Firmeza de polpa: determinada em newton (N), com o auxílio de um penetrômetro digital, com ponteira de 2 mm e penetração em dois lados opostos de cada fruta;

- Sólidos solúveis: determinada pela porcentagem do teor de açúcares e ácidos orgânicos presentes das frutas, com o auxílio de refratômetro, mediante leitura de amostra de 1 ml. A amostra utilizada foi suco extraído as 5 frutas com o auxílio de um espremedor manual. O resultado foi expresso em ° Brix;

- Acidez titulável: determinada com auxílio de um titulador automático, em amostra amostra de 5ml de suco, diluída em 45 ml de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 N até pH 8,1;

- Relação sólidos solúveis/Acidez titulável (RATIO): obtido através da razão entre sólidos solúveis e acidez titulável da amostra.

Para as análises foram colhidos frutos com maturação acima de 80% de recobrimento da epiderme, padrão considerado ideal para não haver influencia na leitura com colorímetro.

### 3.4.3 Análises estatísticas

Empregou-se avaliação descritiva em caderno de campo para definição dos principais aspectos observados nos genótipos selecionados na primeira etapa de seleção. Para a segunda etapa de seleção, adotou-se análise de médias das parcelas de cada genótipo (tratamento) e análise multivariada por meio de análise de componentes principais (PCA), com auxílio dos softwares R (R CORE TEAM, 2013) e Minitab.

## 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.5.1 Primeira etapa de seleção - Safra 2021/2022

Nessa etapa avaliou-se um total de 578 genótipos, distribuídos em 46 populações (cruzamentos), com números de plantas distintos em cada uma (de acordo com os *seedligns* obtidos em cada cruzamento). Os cruzamentos que obtiveram os 10 genótipos mantidos para o segundo ano do processo de seleção, foram: CAV 19.009, CAV 19.056, CAV 19.017, CAV 19.065, CAV ITA 19.004, CAV ITA 19.037, CAV ITA 19.077, CAV ITA 19.SN1, CAV ITA 19.SN2 e CAV ITA 19.063, todos com uma planta selecionada. Os critérios de seleção foram principalmente emissão abundante de flores, vigor equilibrado com produção, ausência de sintomas de doenças e frutos saborosos (Tabela 2).

Tabela 2 - Genótipos selecionados por cruzamento, no ciclo de seleção 2021/2022. Lages – SC, 2023.

| Cruzamento | Identificação | Quantidade plantada | Quantidade selecionada |
|------------|---------------|---------------------|------------------------|
| 1          | CAV 19.020    | 8                   | 0                      |
| 2          | CAV 19.009    | 32                  | 1                      |
| 3          | CAV 19.043    | 12                  | 0                      |
| 4          | CAV 19.056    | 4                   | 1                      |
| 5          | CAV 19.017    | 4                   | 1                      |
| 6          | CAV 19.050    | 18                  | 0                      |
| 7          | CAV 19.062    | 15                  | 0                      |
| 8          | CAV 19.041    | 5                   | 0                      |
| 9          | CAV 19.065    | 67                  | 1                      |
| 10         | CAV 19.046    | 4                   | 0                      |
| 11         | CAV 19.044    | 5                   | 0                      |
| 12         | CAV 19.048    | 10                  | 0                      |

|              |             |            |           |
|--------------|-------------|------------|-----------|
| 13           | CAV 19.049  | 1          | 0         |
| 14           | CAV 19.071  | 2          | 0         |
| 15           | CAV 19.008  | 1          | 0         |
| 16           | CAV 19.045  | 23         | 0         |
| 17           | CAV 19.052  | 15         | 0         |
| 18           | CAV 19.080  | 3          | 0         |
| 19           | CAV 19.055  | 4          | 0         |
| 20           | CAV 19.011  | 1          | 0         |
| 21           | CAV 19.030  | 12         | 0         |
| 22           | CAV 19.051  | 4          | 0         |
| 23           | CAV 19.069  | 5          | 0         |
| 24           | CAV 19.004  | 6          | 1         |
| 25           | CAV 19.037  | 31         | 1         |
| 26           | CAV 19.032  | 16         | 0         |
| 27           | CAV 19.075  | 6          | 0         |
| 28           | CAV 19.040  | 12         | 0         |
| 29           | CAV 19.005  | 21         | 0         |
| 30           | CAV 19.031  | 6          | 0         |
| 31           | CAV 19.039  | 10         | 0         |
| 32           | CAV 19.013  | 4          | 0         |
| 33           | CAV 19.047  | 6          | 0         |
| 34           | CAV 19.067  | 9          | 0         |
| 35           | CAV19.022   | 12         | 0         |
| 36           | CAV 19.077  | 7          | 1         |
| 37           | CAV 19.076  | 16         | 0         |
| 38           | CAV 19.029  | 6          | 0         |
| 39           | CAV 19.078  | 6          | 0         |
| 40           | CAV 19.007  | 4          | 0         |
| 41           | CAV 19.SI4  | 6          | 0         |
| 42           | CAV 19.SI3  | 15         | 0         |
| 43           | CAV 19.SI.1 | 17         | 1         |
| 44           | CAV 19.SI.2 | 1          | 1         |
| 45           | CAV 19.068  | 41         | 0         |
| 46           | CAV 19.063  | 65         | 1         |
| <b>Total</b> |             | <b>578</b> | <b>10</b> |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Foi realizada uma organização dos principais aspectos observados a campo nas plantas escolhidas para próxima etapa de seleção. A Tabela 3 apresenta a identificação individual dos 10 genótipos selecionados e seus genitores, bem como as principais características observadas a campo, justificando a escolha dos mesmos.

Tabela 3 - Principais características observadas em genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) selecionados no primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023.

| Genótipo       | Genitores     |                     | Principais aspectos observados planta   |
|----------------|---------------|---------------------|---|
| CAV 19.009.01  | Acesso E05    | x CAV ITA 10.107.07 | Sanidade, frutos saborosos, planta com vigor equilibrado vegetativo/produtivo |
| CAV 19.056.01  | Alpina 10     | x Acesso E02        | Sanidade, flores grandes  |
| CAV 19.017.01  | Alpina 10     | x FC 09.057.06      | Flores abundantes e bem formadas, frutos saborosos e atrativos                |
| CAV 19.065.01  | Acesso E01    | x Pircinque         | Sanidade, flores abundantes e bem desenvolvidas, frutos saborosos             |
| CAV 19.004.01  | Jonica        | x Acesso E01        | Planta com vigor equilibrado vegetativo/produtivo, precocidade                |
| CAV 19.037.01  | Bellalinda    | x Randoce           | Flores abundantes, frutos firmes e bem formados                               |
| CAV 19.077.01  | Acesso E03    | x Acesso E04        | Frutos saborosos e suculentos   |
| CAV 19.S.I1.01 | Desconhecido* |                     | Planta compacta, frutos suculentos  |
| CAV 19.S.I2.01 | Desconhecido* |                     | Planta com vigor equilibrado vegetativo/produtivo, sanidade,                  |
| CAV 19.063.01  | Alpina 10     | x Pircinque         | Precocidade, frutos firmes  |

\*Identificação do tubete foi perdida. Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A identificação dos genótipos foi definida com uso do prefixo do programa “CAV”, seguida do ano de cruzamento, neste caso 2019 ou “19”, depois pelo código do cruzamento e por fim, a ordem de plantas selecionadas dentro de cada cruzamento (nesse caso para todas como final 01).

Quanto ao desenvolvimento vegetativo, priorizaram-se plantas menos vigorosas, OU seja, visualmente equilibradas entre parte vegetativa e produtiva. Diante disso, constatou-se que os genótipos CAV ITA 19.009.01, CAV ITA 19.004.01, CAV ITA 19.S.I1.01, CAV ITA 19.S.I2.01 foram os que melhor atenderam a este critério de avaliação.

Quanto a floração, os genótipos CAV ITA 19.056.01, CAV ITA 19.017.01, CAV ITA 19.065.01, CAV ITA 19.037.01, destacaram-se, inferindo-se genótipos com maior potencial de produção. Como observado na tabela acima, dois deles (CAV ITA 19.056.01, CAV ITA 19.017.01) tem como genitor feminino a cultivar Alpina 10. Essa descendência provavelmente contribuiu para herança de características produtivas. A cultivar Alpina 10 é uma das primeiras registradas pelo Programa de melhoramento da UDESC e trata-se de uma cultivar muito produtiva, já tendo atingindo média de produção de até 1,8 kg por planta em uma safra.

Para aspectos quanto a sanidade de planta, a constatação da ausência de sintomas aparentes de doenças foliares, contribuiu para escolha dos genótipos: CAV ITA 19.009.01, CAV ITA 19.056.01, CAV ITA 19.065.01 e CAV ITA 19.S.I2.01.

Para características da fruta, avaliadas no período produtivo, a percepção de frutos bem formados e com sabor agradável mediante avaliação gustativa, foi presente nos genótipos CAV ITA 19.009.01, CAV ITA 19.017.01, CAV ITA 19.065.01, CAV ITA 19.056.01, CAV ITA 19.077.01. Os genótipos CAV ITA 19.077.01 e CAV ITA 19.S.II.01 destacaram-se com observação de frutos suculentos. Foi constatada percepção de frutos firmes no CAV ITA 19.063.01 na percepção ao degustá-los.

### **3.5.2 Segunda etapa de seleção - Safra 2022/2023**

A segunda etapa de seleção foi constituída pelos 10 genótipos selecionados na etapa anterior, os quais foram multiplicados e submetidos ao segundo ano de avaliação, correspondendo à safra 2022/2023.

Considerando-se os valores médios das parcelas, as maiores produtividades de frutos comerciais foram obtidas com os genótipos CAV ITA 19.S.II.01 (67,60) , CAV ITA 19.065.01 (67,93), CAV ITA 19.077.01 (65,12) e CAV ITA 19.056.01 (75,30).

A média geral para produtividade comercial foi de 49,23 t ha<sup>-1</sup> e de 482,35 g planta<sup>-1</sup>. para produção comercial Os genótipos CAV ITA 19.063.01, CAV ITA 19.037.01, CAV ITA 19.009.01 obtiveram médias consideradas baixas em relação a média geral e consequentemente uma produtividade comercial abaixo da média nacional, com 20,38; 19,74 e 19,57 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. Entretanto, o genótipo CAV ITA 19.063.01 apesar de menor produtividade, foram observados parâmetros importantes de qualidade de fruto, os quais serão abordados no decorrer da discussão. As baixas produtividades podem ser decorrentes da menor adaptação das mudas após o transplântio no substrato, uma vez que foi observado mudas com fraco vigor para esses genótipos. As mudas podem ter sofrido problemas de aclimatação no período ainda de estufa, possivelmente por asfixia radicular provocada pelo excesso de irrigação. Outra possível explicação pode ser em função de dano devido geadas ocorrida no mês de junho em Lages-SC, podendo ter afetado a floração dos mesmos de maneira mais intensa. Já todos os demais genótipos apresentaram produtividade comercial média acima da média nacional. A produtividade média de morango no Brasil é de cerca de 38,5 ton ha<sup>-1</sup>, com diferenças acentuadas entre regiões, dependendo do local e sistema de cultivo adotado. Mesmo com os avanços alcançados nos últimos anos, a produtividade média nacional ainda se encontra abaixo das registradas em outros países (ANTUNES; REISSER JUNIOR; BONOW, 2021).

Os genótipos CAV ITA 19.S.I1.01, CAV ITA 19.065.01, CAV ITA 19.077.01, especificamente, destacaram-se com maiores produções, com 706,68, 707,60 e 695,85 g planta<sup>-1</sup> respectivamente.

Tabela 4 - Desempenho produtivo de genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) nas condições do município de Lages SC, na safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.

| Código             | Genótipo       | Produção total (g planta <sup>-1</sup> ) | Produção comercial (g planta <sup>-1</sup> ) | Produtividade total (t ha <sup>-1</sup> ) | Produtividade comercial (t ha <sup>-1</sup> ) |
|--------------------|----------------|--|--|---|---|
| 24                 | CAV 19.017.01  | 574,64                                   | 471,07                                       | 55,17                                     | 45,22   |
| 29                 | CAV 19.S.I1.01 | 871,23                                   | 706,68                                       | 83,64                                     | 67,60   |
| 31                 | CAV 19.S.I2.01 | 561,40                                   | 469,83                                       | 53,89                                     | 54,01   |
| 38                 | CAV 19.065.01  | 812,53                                   | 707,60                                       | 78,00                                     | 67,93   |
| 40                 | CAV 19.063.01  | 143,05                                   | 126,25                                       | 13,73                                     | 20,38   |
| 41                 | CAV 19.056.01  | 926,82                                   | 638,28                                       | 88,97                                     | 75,30   |
| 42                 | CAV 19.037.01  | 207,40                                   | 205,65                                       | 19,91                                     | 19,74   |
| 43                 | CAV 19.077.01  | 780,75                                   | 695,85                                       | 74,95                                     | 65,12   |
| 44                 | CAV 19.009.01  | 212,41                                   | 203,86                                       | 20,39                                     | 19,57   |
| 45                 | CAV 19.004.01  | 683,50                                   | 598,40                                       | 65,62                                     | 57,45   |
| <b>Média geral</b> |                | <b>577,37</b>                            | <b>482,35</b>                                | <b>55,43</b>                              | <b>49,23</b>                                  |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A comparação do número de frutos totais x comerciais nos possibilita saber a classificação de frutos e o potencial do genótipo em manter qualidade ao longo da safra (Tabela 5). Um genótipo com maior depreciação do valor da fruta (deformações do fruto, pragas, doenças etc.), apresentará menor proporção de frutas comerciais em relação ao total. A maior proporção de frutas classificadas como comerciais é prioridade no melhoramento do morangueiro, demonstrando maior rusticidade do genótipo frente à exposição a pragas e podridões pós-colheita.

Tabela 5 - Número de frutos por planta e massa média de frutos comerciais de genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), na safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.

| Código             | Genótipo       | Nº de frutos (frutos planta <sup>-1</sup> ) |              | Massa média comercial (g fruto <sup>-1</sup> ) |
|--------------------|----------------|---|--------------|--|
|                    |                | Totais                                      | Comerciais   |  |
| 24                 | CAV 19.017.01  | 50,90                                       | 28,00        | 16,82  |
| 29                 | CAV 19.S.II.01 | 91,75                                       | 58,75        | 11,99  |
| 31                 | CAV 19.S.I2.01 | 64,67                                       | 30,33        | 18,55  |
| 38                 | CAV 19.065.01  | 50,38                                       | 36,50        | 19,39  |
| 40                 | CAV 19.063.01  | 16,00                                       | 13,00        | 16,33  |
| 41                 | CAV 19.056.01  | 69,67                                       | 41,00        | 19,13  |
| 42                 | CAV 19.037.01  | 14,00                                       | 13,00        | 15,82  |
| 43                 | CAV 19.077.01  | 50,00                                       | 36,00        | 18,84  |
| 44                 | CAV 19.009.01  | 14,50                                       | 12,50        | 16,31  |
| 45                 | CAV 19.004.01  | 56,00                                       | 40,00        | 14,96  |
| <b>Média geral</b> |                | <b>47,79</b>                                | <b>30,91</b> | <b>16,81</b>                                   |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A média geral do número de frutos comerciais foi de 30,91 e de 16,81g fruto<sup>-1</sup> de Massa média comercial. Os genótipos que obtiveram maiores números de frutos totais foram CAV ITA 19.S.II.01 (91,75) , CAV ITA 19.S.I2.01 (64,67), CAV ITA 19.056.01 (69,67), porém com perdas em classificação de frutos diminuindo seu valor comercial e os enquadrando em outras categorias, principalmente o genótipo CAV ITA 19.S.I2.01 (ver Tabela 5 e 6). Os genótipos com maior massa média comercial (g fruto<sup>-1</sup>) foram CAV ITA 19.S.I2.01 (18,55), CAV ITA 19.065.01 919,39), CAV ITA 19.056.01 (19,13) e CAV ITA 19.077.01 (18,84) (Tabela 5).

A capacidade de produzir uma elevada parcela de frutos considerados comercializáveis *in natura* é uma das características mais importantes a serem buscadas em uma cultivar de morangueiro. Este atributo contribui positivamente para a rentabilidade do investimento, uma vez que exerce influência sobre as etapas de colheita, classificação e embalagem dos frutos, a qual demanda grande quantidade de mão-de-obra.

Para os CAV ITA 19.063.01, CAV ITA 19.037.01, CAV ITA 19.009.01 foi observada média bem abaixo da média geral para o número de frutos comerciais com 13,00, 13,01 e 12,50 respectivamente (Tabela 5).

Os genótipos com maior porcentagem dos frutos classificados como comerciais foram: CAV ITA 19.065.01, CAV ITA 19.063.01, CAV ITA 19.037.01, CAV ITA 19.077.01, CAV ITA 19.009.01, CAV ITA 19.004.01, todos acima de 70%, logo, acima da média da categoria que foi de 70,10% no total (Tabela 5).

O genótipo CAV ITA 19.017.01 e CAV ITA 19.S.I2.01 obtiveram a maior porcentagem de frutos pequenos (Tabela 6). Os frutos considerados pequenos (menores do que 10 gramas) podem ser produzidos em diversas situações, inclusive número excessivo de flores na inflorescência, pela repartição de fotoassimilados nos drenos. Por exemplo, quando a temperatura, principalmente a noturna, é muito elevada (acima de 18°), ocorre aumento na taxa de fotorrespiração, diminuindo a fotossíntese líquida e o acúmulo de carboidratos, resultando na formação de frutos de menor tamanho. Entretanto, a produção de frutos pequenos ocorre tipicamente em plantas que estão encerrando o seu período produtivo, sendo portanto, um indicativo de final de ciclo (VIGNOLO, 2015).

No genótipo CAV ITA 19.056.01 se observou a maior parcela de frutos de descarte (podres, deformados ou com doenças). Os frutos classificados como descarte são, em geral, resultado de falhas na polinização, sendo que pistilos malformados ou posicionados acima das anteras, no receptáculo floral, também podem contribuir para a formação de frutos nesta categoria (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2007). Ou ainda, resultado da infecção por fitopatógenos, sendo que o mais importante na região de estudo é *Botrytis cinerea*, agente causal do mofo-cinza, responsável por prejuízos no campo e em pós-colheita. Além de *Botrytis* sp., outros patógenos com potencial para ocasionar perdas e danos por podridões nos frutos de morangueiro são *Colletotrichum acutatum*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora cactorum* e *Rhizopus nigricans* (TANAKA; BETTI; KIMATI, 2005).

Tabela 6 - Porcentagens de frutos em diferentes categorias, em genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), na safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.

| Código             | Genótipo       | Porcentagem de frutos em diferentes categorias (%) |              |             |
|--------------------|----------------|--|--------------|-------------|
|                    |                | Comercial  | Pequenos     | Descarte    |
| 24                 | CAV 19.017.01  | 55,01  | 40,41        | 4,58        |
| 29                 | CAV 19.S.I1.01 | 64,03  | 32,70        | 3,27        |
| 31                 | CAV 19.S.I2.01 | 46,91  | 49,48        | 3,61        |
| 38                 | CAV 19.065.01  | 72,46  | 23,82        | 3,72        |
| 40                 | CAV 19.063.01  | 81,25  | 18,75        | 0,00        |
| 41                 | CAV 19.056.01  | 58,85  | 20,57        | 20,57       |
| 42                 | CAV 19.037.01  | 92,86  | 7,14         | 0,00        |
| 43                 | CAV 19.077.01  | 72,00  | 27,50        | 0,50        |
| 44                 | CAV 19.009.01  | 86,21  | 13,79        | 0,00        |
| 45                 | CAV 19.004.01  | 71,43  | 28,57        | 0,00        |
| <b>Média geral</b> |                | <b>70,10</b>                                       | <b>26,27</b> | <b>3,63</b> |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na tabela 7, para os parâmetros de qualidade de frutos, foi possível observar para firmeza de polpa os genótipos CAV ITA 19.S.I2.01, CAV ITA 19.077.01, CAV ITA 19.009.01 e CAV ITA 19.004.01 apresentaram médias acima da média geral para esta variável (2,14 N). A firmeza de polpa, por sua vez, é um atributo relacionado com a manutenção da integridade das paredes celulares das células dos frutos. Ao longo do processo de amadurecimento, e durante o armazenamento, o etileno estimula a ação de algumas enzimas, como a poligalacturonase, as quais degradam os pectatos de cálcio, que constituem o ‘cimento’ da parede celular, reduzindo a integridade da mesma (VILLARREAL; MARTÍNEZ; CIVELLO, 2009). No morangueiro, esta característica é altamente variável entre cultivares, e sua herança é quantitativa (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

Para o teor de sólidos solúveis houve destaque para os genótipos CAV ITA 19.S.I1.01, CAV ITA 19.065.01, CAV ITA 19.063.01, com °Brix acima de 7,0 principalmente o genótipo CAV ITA 19.063.01 com 11,20 ° Brix. Segundo a Instrução Normativa n. 19, de 19 de junho de 2013, que estabelece os valores mínimos de SST para frutas, o morango deve conter mínimo de 7,5° Brix (BRASIL, 2013b). Os resultados analisados demonstraram estar no padrão da normativa estabelecida pela legislação brasileira.

No geral os valores de firmeza obtidos nesta pesquisa, foram considerados baixo em comparação as médias de cultivares de Morangueiro, sobretudo os de origem Italiana provenientes da UDESC em parceria com o CREA-FRF. Esses valores podem ser devido ao ponto de maturação dos frutos, podendo ter sido “sobremaduros” para análise de firmeza de polpa. A partir disso, acredita-se que o ponto de maturação de frutas abaixo de 70% seja mais recomendado para frutos serem submetidos à análise de firmeza, evitando essas problemáticas.

Tabela 7 - Principais características qualitativas de frutos em genótipos de morangueiro, nas condições do Planalto Sul Catarinense, na safra 2022/2023. Lages - SC, 2023.

| Código             | Genótipo       | Firmeza (N) | Sólidos solúveis (°Brix) | Acidez titulável (g 100 g <sup>-1</sup> de ácido cítrico) | RATIO*       | Coloração    |              |              |
|--------------------|----------------|-------------|--------------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                    |                |             |                          |   |              | Luminosidade | Croma        | ° Hue        |
| 24                 | CAV 19.017.01  | 1,86        | 6,80                     | 0,23  | 29,56        | 35,86        | 44,08        | 33,60        |
| 29                 | CAV 19.S.II.01 | 1,58        | 7,75                     | 0,33  | 23,58        | 41,18        | 48,08        | 35,43        |
| 31                 | CAV 19.S.I2.01 | 2,49        | 5,63                     | 0,12  | 45,71        | 37,56        | 41,00        | 32,78        |
| 38                 | CAV 19.065.01  | 1,83        | 7,80                     | 0,20  | 38,06        | 34,48        | 38,44        | 30,62        |
| 40                 | CAV 19.063.01  | 1,78        | 11,20                    | 0,17  | 67,63        | 41,68        | 49,63        | 34,20        |
| 41                 | CAV 19.056.01  | 1,11        | 6,93                     | 0,30  | 22,97        | 38,76        | 41,40        | 32,95        |
| 42                 | CAV 19.037.01  | 1,80        | 4,10                     | 0,30  | 13,59        | 38,76        | 42,60        | 30,95        |
| 43                 | CAV 19.077.01  | 3,34        | 6,37                     | 0,35  | 18,32        | 36,54        | 48,07        | 32,15        |
| 44                 | CAV 19.009.01  | 2,91        | 5,00                     | 0,20  | 25,42        | 31,54        | 45,07        | 30,55        |
| 45                 | CAV 19.004.01  | 2,74        | -                        | -   | -            | 36,78        | 38,92        | 31,03        |
| <b>Média geral</b> |                | <b>2,14</b> | <b>6,84</b>              | <b>0,24</b>   | <b>31,68</b> | <b>37,81</b> | <b>43,55</b> | <b>32,79</b> |

\* Valor dado pela relação sólidos solúveis / acidez titulável

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Para acidez titulável, as menores médias foram obtidas nos genótipos CAV ITA 19.S.I2.01 (0,12 g 100 g<sup>-1</sup> de ácido cítrico) e CAV ITA 19.063.01 (0,17 g 100 g<sup>-1</sup> de ácido cítrico). E as maiores para CAV ITA 19.S.II.01 (0,33 g 100 g<sup>-1</sup> de ácido cítrico) e CAV ITA 19.077.01 (0,35 g 100 g<sup>-1</sup> de ácido cítrico). A acidez titulável no morangueiro é caracterizada pelo conteúdo de ácidos orgânicos, notadamente os ácidos cítrico e málico. Conforme avança o processo de maturação, o conteúdo destes compostos tende a reduzir, enquanto a concentração de sólidos solúveis se eleva. Os principais açúcares solúveis presentes na polpa do morango são glicose, frutose e sacarose. No morangueiro, a acidez titulável e o teor de sólidos solúveis são características quantitativas e controladas por vários genes (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

Para as médias das variáveis da coloração da epiderme do fruto, mereceram destaque os genótipos CAV ITA 19.S.II.01 e CAV ITA 19.063.01, os quais, no ciclo presente, foram definidos como possuindo epiderme mais clara (valores mais elevados de luminosidade) e com coloração vermelha mais pura (maiores valores de croma) em comparação com os demais genótipos.

Para o ° Hue os genótipos CAV ITA 19.017.01, CAV ITA 19.S.II.01, CAV ITA 19.063.01 e CAV ITA 19.056.01 foram os que mais se distanciaram da coloração vermelha (considerada mais atrativa para comercial), expressa pelas maiores médias deste índice. O

ângulo de tonalidade ou cor verdadeira ( $^{\circ}$ Hue) varia entre  $0^{\circ}$  e  $360^{\circ}$ , sendo que o ângulo  $0^{\circ}$  corresponde à cor vermelha, ou seja, quanto mais próximo de zero, mais vermelha é a cor do fruto. Ao passo em quanto maior o ângulo, mais distante da cor vermelha e mais próximo de tonalidade amarelo alaranjadas. Para morangos, considera-se a coloração vermelho intenso a mais atrativa na compra pelo consumidor.

Os atributos ligados à coloração encontram-se entre os principais fatores que influenciam a aceitação do produto pelos consumidores, pois muitas vezes a decisão da compra é tomada com base no aspecto visual (CARPENEDO; ANTUNES; TREPTOW, 2016).

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

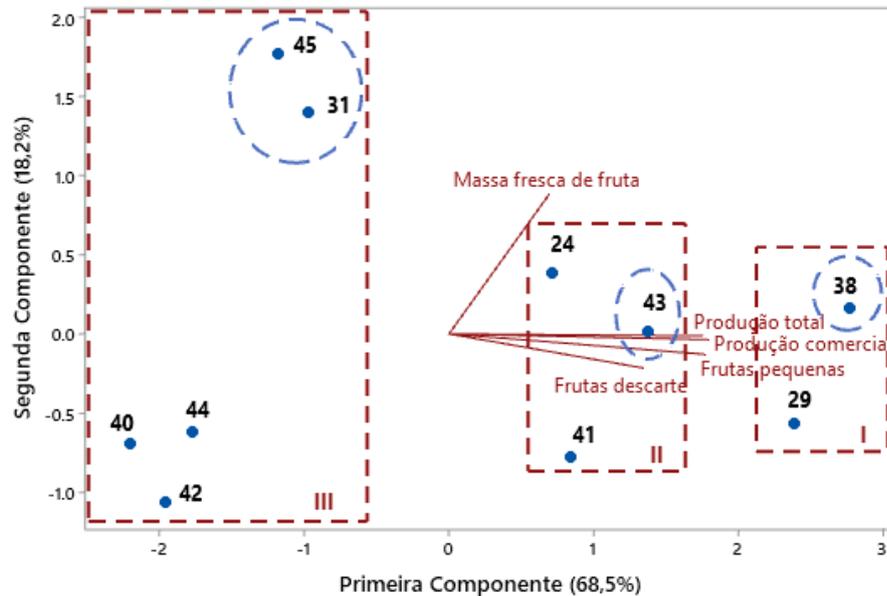
### 3.5.2.1 *Análise de componentes principais*

Na análise de componentes principais (Figura 17), foram formados três grupos distintos. A primeira componente principal é responsável por explicar 68,5% da variação dos dados e divide os protocolos de acordo com as variáveis de produção. Numa ordem decrescente de produção estão os genótipos rotulados como grupos I, II e III. O grupo I, incluso no componente principal 1, foi composto pelos genótipos 3CAV ITA 19.065.01 e CAV ITA 19.S.II.01 o grupo II pelos genótipos CAV ITA 19.017.01), CAV ITA 19.077.01 e CAV ITA 19.056.01, o grupo III pelos genótipos CAV ITA 19.009.010, CAV ITA 19.S.I2.01, CAV ITA 19.063.01, CAV ITA 19.009.01 e CAV ITA 19.037.01 e CAV ITA 19.009.01.

A segunda componente principal separou os genótipos quanto à massa fresca das frutas. Assim, os genótipos rotulados em azul, caracterizaram-se por melhores resultados de seus grupos, considerando produção e massa fresca. Os genótipos CAV ITA 19.S.I2.01 e CAV ITA 19.004.01, apesar de menores produções foram os que apresentaram os maiores frutos (Figura 18). O tamanho dos frutos representados pela massa fresca foi maior para estes

genótipos, em consequência de menor produção (menor número de flores), refletindo no processo de repartição de fotoassimilados com menor competição entre os frutos.

Figura 18 - Análise de componentes principais para variáveis de produção em 10 genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) na safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.

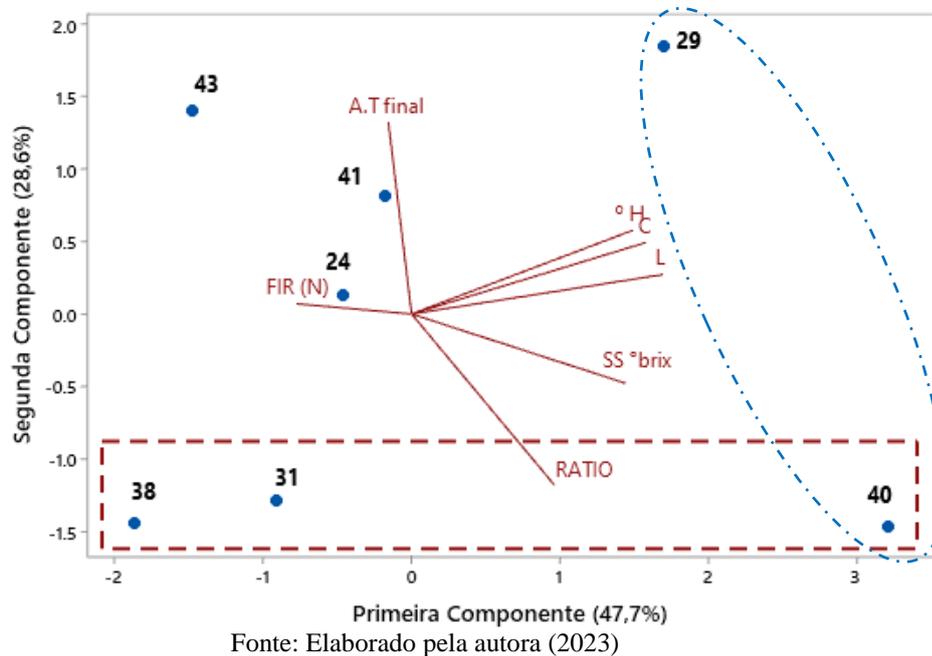


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Em relação a variáveis de qualidade de frutos, observa-se que a primeira componente principal é responsável por explicar 47,7% (Figura 19) da variação dos dados e separam os genótipos principalmente pelas variáveis de cor, sendo os genótipos CAV ITA 19.S.I1.01 e CAV ITA 19.063.01 (circulados em azul) aqueles que tiveram maiores valores para as componentes de cor, incluindo o ângulo Hue.

Em relação à cor, os genótipos CAV ITA 19.S.I2.01 e CAV ITA 19.065.01, horizontalmente opostos ao CAV ITA 19.063.01, tiveram menores valores de ângulo Hue que o genótipo 40 indicando a coloração da epiderme do fruto, na tonalidade de vermelho mais intenso.

Figura 19 - Análise de componentes principais para variáveis de qualidade em 10 genótipos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) na safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



A segunda componente principal (28,6%) separou os genótipos pelas variáveis acidez e Ratio (SS/AT). Assim, os genótipos destacados CAV ITA 19.063.01, CAV ITA 19.S.I2.01 e CAV ITA 19.065.01 são aqueles que apresentaram maiores valores para o ratio e menores valores de acidez. O genótipo CAV ITA 19.063.01, posicionado no canto inferior direito do gráfico, indica também maiores valores de Brix em relação aos CAV ITA 19.S.I2.01 e CAV ITA 19.065.01)

Em relação à cor, os genótipos CAV ITA 19.S.I2.01 e CAV ITA 19.065.01, horizontalmente opostos ao CAV ITA 19.063.01, tiveram menores valores de ângulo Hue que o genótipo CAV ITA 19.063.01, indicando a coloração da epiderme do fruto, na tonalidade de vermelho mais intenso.

A seleção de genótipos que agreguem elevada produtividade e qualidade de frutos, e o máximo possível de características agrônomicas importantes para a cultura, tornam-se uma tarefa difícil nos processos de seleção. Tendo em vista que variáveis de produtividade e qualidade de frutos são, muitas vezes, inversamente correlacionadas (LERCETEAU-KÖHLER *et al.*, 2012). No presente trabalho, constatou-se que alguns genótipos combinaram elevada capacidade produtiva e boa qualidade de frutos, como é o caso do CAV ITA 19.065.0 e CAV ITA 19.S.I1.01 (ZANIN, 2019).

A partir da análise de componentes principais, no segundo ano de avaliação, pode definir os genótipos CAV ITA 19.SI2.01 com produtividade mais baixa, frutos maiores e mais doces; O genótipo CAV 19.065.01 com maior produtividade, frutos médios e doces; e o genótipo CAV ITA 19.063.01 que apesar da menor produtividade e frutos menores, destacou-se para frutos mais doces.

### 3.6 CONCLUSÕES

Dos 578 híbridos de Morangueiro obtidos nos cruzamentos em 2019, foram selecionados quatro (CAV ITA 19.S.II.01, CAV ITA 19.065.0, CAV ITA 19.056.01 e CAV ITA 19.077.01) pelo potencial produtivo e qualidade de fruto, principalmente sólidos solúveis e coloração.

Os referidos genótipos foram considerados aptos para seguirem nas etapas seguintes avaliação, dentro do Programa de Melhoramento Genético da Universidade do Estado de Santa Catarina.

## CAPÍTULO II

### **4 AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO NAS CONDIÇÕES DE LAGES-SC POR MEIO DE VARIÁVEIS CATEGÓRICAS**

#### 4.1 RESUMO

Dentro dos ciclos de avaliação de um processo de seleção, vários métodos de seleção podem ser aplicados para avaliação de plantas, a fim de amparar a tomada de decisão para seleção. No primeiro ano de avaliação, os genótipos são levados a campo e a seleção acontece de forma mais ampla, com base nos principais objetivos de cada Programa. O emprego de avaliação de variáveis categóricas pode ser viável na avaliação de primeiro ano. Com isso, o objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos nas condições de Lages-SC, por meio de variáveis categóricas, bem como realizar caracterização das populações provenientes de cada cruzamento. O experimento foi realizado na área experimental da Fruticultura, no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), no município de Lages-SC. Foram utilizados dados da avaliação de 336 genótipos, pertencentes a 21 populações (21 cruzamentos). Para cada genótipo foram avaliadas 17 características (10 para desenvolvimento vegetativo e 7 para atributos do fruto), determinadas com base em escalas pré-definidas. Os genótipos foram avaliados no primeiro ciclo de seleção, correspondente a safra 2022/2023. Neste experimento, o plantio em campo caracterizou-se delineamento em bloco aumentados (DBA), com os tratamentos constituídos por cada genótipo e uma repetição cada. Para caracterização das populações de plantas, foi realizado cálculo da frequência relativa de variáveis. A frequência (%) foi calculada a partir do número de indivíduos com determinada característica, em relação ao total de indivíduos na população. Foi realizado teste de qui-quadrado para as médias das variáveis. Foi empregada também, análise multivariada, com procedimentos de análise de correspondência múltipla (MCA), com uso dos softwares R e Minitab. As populações avaliadas apresentaram diversidade de caracteres, permitindo a seleção de genótipos superiores, bem como identificação de cruzamentos promissores para novas hibridações. As populações que obtiveram genótipos selecionados foram provenientes dos cruzamentos: Bellalinda x CAV 10 107 07, FC 12 212 02 X SOFC 07 152 72, CAV ITA 10 107 07 x Bellalinda, ACESSOE02 x ACESSOE08, Bellalinda x ACESSOE02, Bellalinda x ACESSOE08, CAV ITA 107 107 07 x ACESSOE09, PIR 09 075 08 x CAV ITA 10 107 12, ACESSOE02 x CAV ITA 10 107 07 e ACESSO E01 x Pircinque. Emissão de flor muito alta, vigor da planta médio e sabor do fruto muito doce,

foram as principais características associadas à seleção dos referidos genótipos. Dos 336 genótipos de Morangueiro avaliados, foram selecionados 17 (CAV 20.068.01; CAV 20.022.01; CAV 20.092.01; CAV 20.014.01; CAV 20.014.02; CAV 20.014.03; CAV 20.014.04; CAV 20.050.01; CAV 20.086.01; CAV 20.086.02; CAV 20.056.01; CAV 20.SN1.01; CAV 20.081.01; CAV 20.081.02; CAV 20.025.01; CAV 20.012.01; CAV 20.PA.01) e indicados para a etapa seguinte de seleção. Os resultados obtidos nesta pesquisa permitiram indicar genótipos com características desejáveis ao melhoramento, para futura seleção de cultivares. O estudo as populações possibilitou identificar cruzamentos a serem mais explorados nas próximas hibridações pelo Programa de Melhoramento da UDESC/CAV.

**Palavras-chave:** Métodos de seleção; Escalas; Cruzamentos; Análise de correspondência múltipla.

## **EVALUATION AND SELECTION OF STRAWBERRY GENOTYPES UNDER LAGES-SC CONDITIONS THROUGH CATEGORICAL VARIABLES**

### **4.2 ABSTRACT**

Within the evaluation cycles of a selection process, several selection methods can be applied to plant evaluation in order to support selection decision-making. In the first year of evaluation, the genotypes are taken to the field and the selection takes place more broadly, based on the main objectives of each Program. The use of evaluation of categorical variables may be feasible in the first year evaluation. With that, the objective of this work was to select genotypes in the conditions of Lages-SC, through categorical variables, as well as to characterize the populations from each crossing. The experiment was carried out in the experimental area of Fruit Growing, at the Center for Agroveterinary Sciences at the State University of Santa Catarina (CAV/UDESC), in the municipality of Lages-SC. Data from the evaluation of 336 genotypes belonging to 21 populations (21 crosses) were used. For each genotype, 17 traits were evaluated (10 for plant development and 7 for fruit attributes), determined based on predefined scales. The genotypes were evaluated in the first selection cycle, corresponding to the 2022/2023 season. In this experiment, planting in the field was characterized by an augmented block design (DBA), with treatments consisting of each genotype and one repetition each. To characterize the plant populations, the relative frequency of variables was calculated. The frequency (%) was calculated from the number of individuals

with a given characteristic, in relation to the total number of individuals in the population. A chi-square test was performed for the means of the variables. Multivariate analysis was also employed, with multiple correspondence analysis (MCA) procedures, using R and Minitab software. The evaluated populations showed a diversity of characters, allowing the selection of superior genotypes, as well as the identification of promising crosses for new hybridizations. The populations that obtained selected genotypes came from the crosses: Bellalinda x CAV 10 107 07, FC 12 212 02 X SOFC 07 152 72, CAV ITA 10 107 07 X Bellalinda, ACESSOE02 X ACESSOE08, Bellalinda x ACESSOE02, Bellalinda x ACESSOE08, CAV ITA 107 107 07 X ACESSOE09, PIR 09 075 08 x CAV ITA 10 107 12, ACESSOE02 x CAV ITA 10 107 07 and ACESSO E01 x Pircinque. Very high flower emission, average plant vigor and very sweet fruit flavor were the main characteristics associated with the selection of the referred genotypes. Of the 336 strawberry genotypes evaluated, 17 were selected (CAV 20.068.01; CAV 20.022.01; CAV 20 092.01; CAV 20.014.01; CAV 20.014.02; CAV 20.014.03; CAV 20.014.04; CAV 20.050. 01; CAV 20.086.01; CAV 20.086.02; CAV 20.056.01; CAV 20.SN1.01; CAV 20.081.01; CAV 20.081.02; CAV 20.025.01; CAV 20.012.01; CAV 20.PA.01) and indicated for the next selection stage. The results obtained in this research allowed the indication of genotypes with desirable traits for breeding, for future selection of cultivars. The study of the populations made it possible to identify crossings to be further explored in the next hybridizations by the UDESC/CAV Improvement Program.

**Key words:** Selection methods; Scales; Crossings; Multiple correspondence analysis.

### 4.3 INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil já se encontram registradas cerca de 70 cultivares de morangueiro (*Fragraria x ananassa* Duch.). Contudo, melhoristas buscam a cada ano, a obtenção de características as quais possam diminuir os problemas enfrentados pelo produtor. Os principais objetivos são relacionados a resposta ao fotoperíodo, maior firmeza de frutos e tolerância a pragas e doenças (GEMELI, 2016).

Contudo, o sucesso de um programa de melhoramento está intimamente ligado à avaliação de um grande número de genótipos. Nos estágios iniciais de um Programa de melhoramento, a escolha de genótipos promissores frequentemente torna-se um desafio para o melhorista, pois o primeiro estágio de seleção de genótipos é caracterizado por um número amplo de *seedlings*. As características observadas a campo nos ensaios de primeiro ano objetivam, sobretudo, a identificação das plantas mais adaptadas. São priorizadas plantas rústicas, sem sintomas aparentes de doenças, as quais produzam frutos grandes e saborosos (GEMELI, 2016). Contudo, devido a variabilidade genética ser grande dentro das populações, há um amplo número de parâmetros a serem avaliados na progênie de um mesmo cruzamento.

Neste contexto, a caracterização fenotípica de genótipos constitui-se um importante subsídio na discriminação de genótipos contrastantes. A avaliação da população em função do cruzamento auxilia a escolha de genitores nos programas de melhoramento, dando suporte para a elaboração dos próximos ciclos de cruzamentos (ZANIN, 2019).

Os dados de campo podem ser coletados por diversas metodologias de avaliação dos genótipos. Em virtude disso, vários modelos foram propostos em busca de metodologias que permitissem essa seleção a partir de uma ou mais características simultaneamente, de maneira prática e aplicável (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Além da avaliação individual de cada genótipo, a avaliação das populações, permite maior entendimento do processo de seleção, dando suporte aos próximos ciclos de seleção.

Essa avaliação pode ser, dentre outras formas, com uso de variáveis qualitativas. Características qualitativas são as características que não possuem valores numéricos mensurados, mas, ao contrário, são definidas por várias categorias, ou seja, representam uma classificação dos indivíduos. Podem ser nominais ou ordinais, definidas através de categorias, classificando os indivíduos em diferentes escalas. Seu emprego pode ser em áreas diversas, incluindo aplicação com dados na área de melhoramento genético, incluindo o melhoramento genético de plantas (CYRINO, 2011).

Com isso, o objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos por meio de variáveis categóricas, nas condições do Planalto Sul Catarinense, bem como realizar caracterização das populações provenientes de cada cruzamento.

#### 4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Fruticultura, no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), no município de Lages-SC, semelhante ao capítulo I deste trabalho.

Os genótipos de morango avaliados foram oriundos de cruzamentos realizados em de 2020, pelo mesmo Programa. Foram realizados cruzamentos biparentais, a partir de 93 combinações, das quais foram obtidas 57 populações e 581 *seedlings*, ou seja, campo de seleção composto por 581 genótipos. Neste experimento, o plantio em campo caracterizou-se como modelo de delineamento em bloco aumentados (DBA), com 581 tratamentos sem repetições. O Delineamento aumentado é um tipo de delineamento experimental formado a partir de qualquer delineamento, pelo acréscimo de parcelas nos blocos. O uso de delineamentos aumentados é atrativo, pois, no caso de falta de material propagativo, os tratamentos podem ser testados com apenas uma repetição (PETERNELLI *et al.*, 2009).

Os cruzamentos foram realizados seguindo a mesma metodologia descrita no capítulo I desse trabalho. Neste experimento, os genótipos foram avaliados no primeiro ano de avaliação, correspondente a safra 2022/23.

A semeadura dos *seedlings* foi realizada no ano de 2021 e transplantados no campo em junho de 2022, adotando-se sistema cultivo característico do primeiro ano de avaliação, o cultivo convencional no solo. As mudas foram em fila dupla, com 0,20 m entre plantas e 0,20 m entre linhas, em canteiros de 1,0 m de largura x 45,0 m de comprimento e 0,30 m de altura, cobertos por plástico *mulching* preto (Figura 20 A).

Foi realizada fertirrigação duas vezes por semana, onde utilizou-se um extrator de solução de solo para manejo da fertirrigação (Figura 20 B). Foi realizada fertirrigação para manter condutividade elétrica entre 1,2 a 1,5 dS m<sup>-1</sup> e pH entre 5,5 e 6,5, recomendados para cultura do Morangueiro.

Figura 20 - Campo de genótipos de morangueiro avaliados em primeiro ano, safra 2022/2022.

A: Cultivo convencional no solo. B: Extrator de solução do solo para monitoramento da fertirrigação.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Neste experimento, foram avaliadas 17 características (10 para hábito da planta e 7 para atributos do fruto) para a caracterização das plantas. As características foram determinadas com base em escalas de notas específicas para cada variável para todos os genótipos individualmente (tratamentos).

As características e suas escalas equivalentes foram estabelecidas adaptando-se a metodologia de Carpenedo, Antunes e Treptow (2016) e também da planilha de avaliação estabelecida pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade, pertencente ao Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2023) (Tabela 8).

Tabela 8 - Variáveis avaliadas, época de avaliação e definição de escalas para avaliação de genótipos de Moranguero.

| Característica                                   | Definição  | Escala   | Época de avaliação               |
|--|--|--|----------------------------------|
| 1. Cor da Folhagem                               | Observação da coloração da face adaxial das folhas   | 1 Verde clara<br>2 Verde médio<br>3 Verde intenso<br>4 Verde muito intenso     | Início do ciclo                  |
| 2. Brilho da folhagem                            | Aparência brilhante da face adaxial das folhas   | 1 Ausente ou fraco<br>2 Médio<br>3 Forte<br>4 Muito forte                      | Início do ciclo                  |
| 3. Sintomas aparentes de doenças foliares        | Ocorrência de sintomas característicos de uma ou mais doenças em folhas, flores ou frutos (Oídio, Micosferelea, Botrytis e Antracnose)                 | 1 Ausente ou leve<br>2 Médio<br>3 Alto<br>4 Muito alto                         | Ciclo inteiro                    |
| 4. Sintomas aparentes de deficiência nutricional | Observação de sintomas foliares característicos de deficiência de macro e/ou micronutrientes   | 1 Ausente ou leve<br>2 Médio<br>3 Intenso<br>4 Muito intenso                   | Ciclo inteiro                    |
| 5. Sintomas aparentes de salinidade              | Observação de sintomas característicos causados por salinização de planta  | 1 Ausente ou leve<br>2 Médio<br>3 Intenso<br>4 Muito intenso                   | Ciclo inteiro                    |
| 6. Emissão de flor (produção)                    | Observação da emissão de flores pela planta  | 1 Ausente ou baixo<br>2 Média<br>3 Alta<br>4 Muito alta                        | Meio a final do ciclo (Florada)  |
| 7. Flores acima da folhagem                      | Presença ou ausência de flores acima do nível da folhagem  | 1 Não<br>2 Sim   | Meio a final do ciclo (Florada)  |
| 8. Vigor da planta                               | Observação da densidade de folhagem e porte da planta, comparando a cv. referência   | 1 Muito fraco ou fraco<br>2 Médio<br>3 Forte<br>4 Muito forte                  | Ciclo inteiro                    |
| 9. Fotoperíodo                                   | Observação do comportamento fisiológico da planta, quanto ao hábito de frutificação, início e final de produção e início de desenvolvimento vegetativo | 1 Dia neutro<br>2 Dia curto  | Meio e final de ciclo            |
| 10. Emissão de estolão                           | Observação da emissão de estolões pela planta  | 1 Ausente ou baixo<br>2 Média<br>3 Alta<br>4 Muito alta                        | Meio e Final de ciclo            |
| 11. Tamanho do fruto                             | Observação do padrão visual do fruto em relação ao seu tamanho   | 1 Pequeno<br>2 Médio<br>3 Grande<br>4 Muito grande                             | Meio e Final de ciclo (Produção) |
| 12. Cor do fruto                                 | Observação da coloração na superfície externa do fruto   | 1 Alaranjado<br>2 Vermelho médio<br>3 Vermelho escuro<br>4 Vermelho enegrecido | Meio e Final de ciclo (Produção) |
| 13. Firmeza do fruto                             | Percepção de resistência do fruto para deformar ao tato e/ou entre os molares  | 1 Fraca ou ausente<br>2 Média<br>3 Alta<br>4 Muito alta                        | Meio e Final de ciclo (Produção) |
| 14. Sabor do fruto                               | Sensação percebida associada a presença de sacarose, ácidos ou ausência de sabor mediante avaliação  | 1 Sem sabor<br>2 Doce  | Meio e Final de ciclo (Produção) |

|                         |   |                    |   |                                  |
|-------------------------|---|--------------------|---|----------------------------------|
|                         |   | gustativa do fruto | 3 Superdoce<br>4 Ácido  |                                  |
| 15. Brilho do fruto     | Observação de aparência brilhante da superfície externa do fruto                              |                    | 1 fraco ou ausente<br>2 Médio<br>3 Intenso<br>4 Muito intenso | Meio e Final de ciclo (Produção) |
| 16. Aroma do fruto      | Percepção de aromas associados a substâncias voláteis mediante avaliação olfativa do fruto    |                    | 1 Ausente<br>2 Presente                                       | Meio e Final de ciclo (Produção) |
| 17. Suculência do fruto | Percepção de quantidade de líquido liberado pelo fruto ao ser degustado e sensação de frescor |                    | 1 Ausência ou fraca<br>2 Média<br>3 Alta<br>4 Muito alta      | Meio e Final de ciclo (Produção) |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

As avaliações foram realizadas, preferencialmente, em horários de luminosidade moderada e temperatura amena (máxima de 20°C), para evitar interferência sobre as características avaliadas. Para as variáveis relacionadas com a folhagem foram avaliados os folíolos totalmente expandidos. Para as variáveis de frutos foram avaliados aqueles que já haviam completado a maturação com mais de 70% de recobrimento da epiderme, sendo avaliado *in loco* (no campo).

A partir das avaliações, plantas com potencial para serem selecionadas receberam uma marcação (Figura 21).

Figura 21- Demonstração de marcação de uma planta selecionada a campo.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

#### 4.4.1 Análises estatísticas

Para caracterização das populações de plantas, foi realizado cálculo da frequência relativa de variáveis. A frequência (%) foi calculada a partir do número de indivíduos com determinada característica, em relação ao total de indivíduos na população.

Por se tratar de variáveis categóricas, aplicou-se o teste de qui-quadrado para as médias. Para estudo das características e sua relação com a seleção de genótipos, foi empregada análise multivariada, com procedimentos de análise de correspondência múltipla (MCA), com uso dos softwares R (R CORE TEAM, 2013) e Minitab.

#### 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram utilizados dados da avaliação de 336 genótipos, pertencentes a 21 diferentes cruzamentos (populações). Em cada cruzamento foi avaliada quantidade variável de indivíduos de acordo com o número de sementes obtidas nos mesmos. Foi denominada “população” o conjunto de plantas obtidas de um mesmo cruzamento (Tabela 9).

Tabela 9 - Descrição das populações avaliadas no primeiro ciclo de seleção de genótipos de Morangueiro, correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.

| População | Genitores          |                   | Total Indivíduos |
|-----------|--------------------|-------------------|------------------|
|           | ♂                  | ♀                 |                  |
| 1         | FC 12 028 02       | FC 14 214 02      | 13               |
| 2         | ALPINA 10          | ACESSO E03        | 9                |
| 3         | ALPINA 10          | CAV ITA 10 107 12 | 16               |
| 4         | PA 09 109 02       | CAV ITA 10 107 12 | 16               |
| 5         | desconhecido*      | desconhecido*     | 10               |
| 6         | CAV ITA 10 107 07  | ACESSO E01        | 10               |
| 7         | desconhecido nº 2* | desconhecido - 2* | 21               |
| 8         | BELLA LINDA        | CAV ITA 10 107 07 | 12               |
| 9         | P.A**              |                   | 19               |
| 10        | BELLA LINDA        | PA 09 109 02      | 17               |
| 11        | ACESSO E02         | ACESSO E08        | 30               |
| 12        | CAV ITA 10 107 12  | ACESSO E09        | 14               |
| 13        | BELLA LINDA        | ACESSO E13        | 7                |
| 14        | PIR 09 075 08      | CAV ITA 10 107 12 | 17               |
| 15        | CAV ITA 10 107 07  | BELLA LINDA       | 17               |
| 16        | ALPINA10           | PA 09 109 02      | 19               |
| 17        | BELLA LINDA        | ACESSO E04        | 17               |

|                       |              |                |            |
|-----------------------|--------------|----------------|------------|
| 18                    | BELLA LINDA  | RANDOCE        | 26         |
| 19                    | ALPINA 10    | ACESSO E07     | 11         |
| 20                    | BELLA LINDA  | ACESSO E02     | 19         |
| 21                    | FC 12 214 02 | SOFC 07 152 72 | 16         |
| <b>Total avaliado</b> |              |                | <b>336</b> |

♀- Genitor feminino; ♂- Genitor masculino; \*Identificação foi perdida; \*\*Polinização aberta;  
 Fonte: Elaborado pela autora (2023)

#### 4.5.1 Caracterização das populações

Avaliando-se as populações e seus genitores, as Figuras 22 a 42, apresentam a frequência das características dentro de cada população. A frequência representa a proporção do número de plantas com dada característica, em relação ao total de indivíduos avaliados em cada população. Logo, o eixo “x” é composto pelas variáveis e o eixo “y” pela frequência.

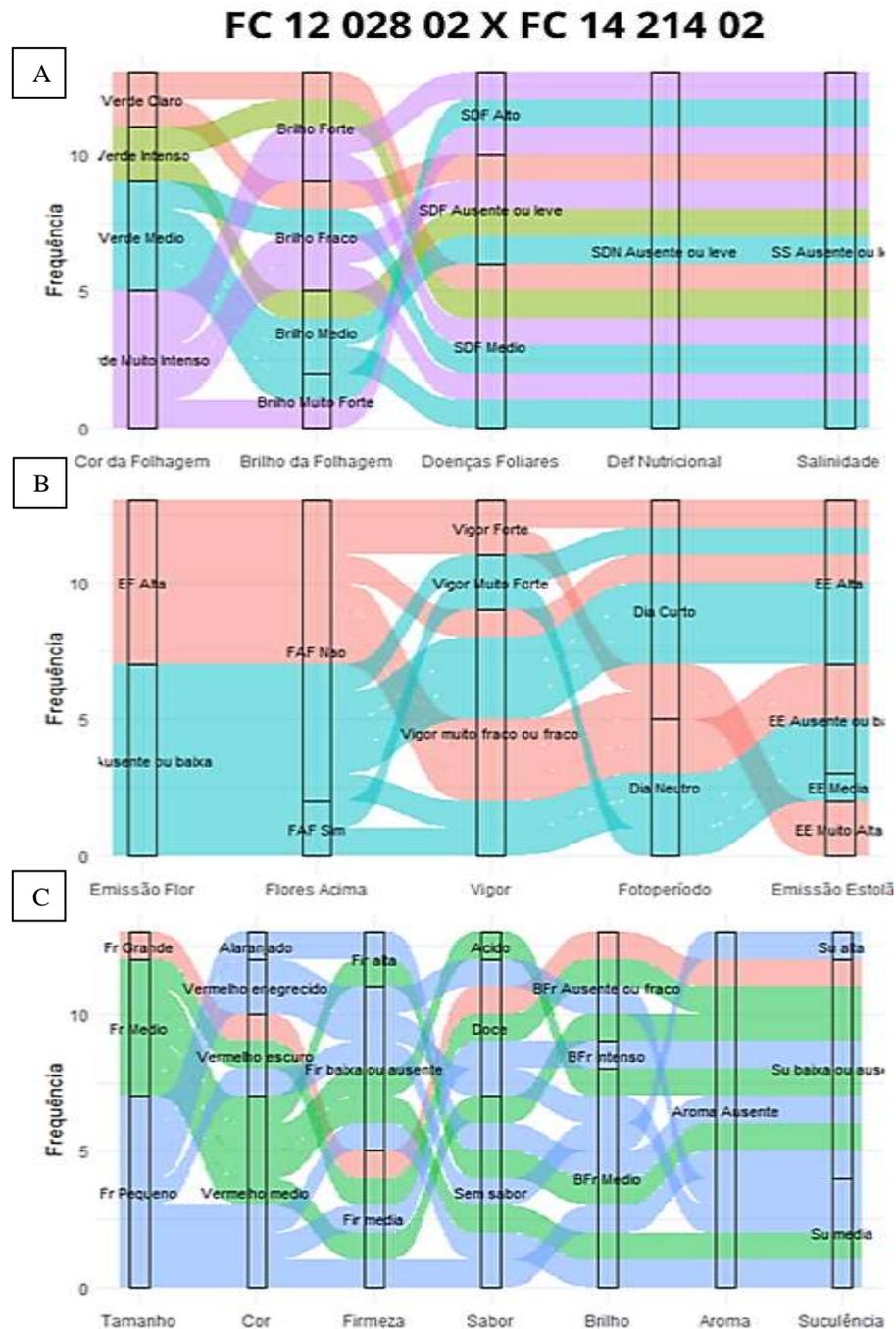
Na população do cruzamento entre os genótipos FC 12 028 x FC 14 214 02 (Figura 22), foi possível observar para aspectos da folhagem, (Figura 22 A), quanto à cor da folhagem, a maior frequência foi de indivíduos com folhagem verde muito intenso (38,46%), seguida de verde médio (30,80%) e menor de verde intenso e verde claro (15,38% cada). Para brilho da folhagem, as frequências foram em ordem decrescente brilho fraco, e forte (30,77% cada), médio (23,08%) e muito forte (15,38%). Para doenças foliares a maior frequência foi SDF (sintomas de doenças foliar) médio (46,15%), seguido de SDF ausente (30,77%) e por último SDF alto (23,08%). Para este cruzamento não houve ocorrência de plantas com sintomas de deficiência nutricional ou salinidade.

Para o desempenho vegetativo (Figura 22 B), quanto à característica de emissão de flor, foram observadas plantas com EF (emissão de flor) alta e EF ausente ou baixa em frequências parecidas (53,84 e 46,15%). Dentre elas, a maioria foi de flores abaixo do nível da folhagem (84,62%). Houve maior frequência de indivíduos com vigor muito fraco ou fraco (69,23%) e pouca ocorrência de plantas com vigor forte (15,38%) e muito forte (15,40%). A maioria dos indivíduos apresentou fotoperíodo de dia curto (61,54%), em relação ao dia neutro (38,46%). Quanto à emissão de estolão, a maioria foi de emissão alta (46,15%), seguido de emissão ausente ou baixa (30,77%), muito alta (15,38%) e por último, emissão de estolão média (7,69%).

Para variáveis de fruto (Figura 22 C), a maior frequência foi de tamanho pequeno (53,85%), seguido de tamanho médio (38,46%) e menor frequência de frutos grandes (7,69%). Quanto à cor, a maioria foi de cor vermelho médio (53,85%), seguido de vermelho

escuro (23,08%), vermelho enegrecido (15,38%) e menor frequência de frutos alaranjados (7,69%). Para firmeza, a maior frequência encontrada foi de frutos de firmeza ausente (46,15%), seguido de firmeza média (38,46%) e alta (15,38%). Para sabor, a maioria dos frutos tinham sabor ausente (53,85%), seguido de sabor doce (38,46%) e menor frequência de frutos com sabor predominantemente ácido (7,69%). Para brilho do fruto, a maioria apresentou brilho médio (61,54%), seguido de brilho ausente ou fraco (30,77%) e menor para brilho forte (7,69%). Todos os frutos para este cruzamento foram de aroma ausente (100%). A maioria foi de suculência baixa (61,54%), seguido de suculência média (30,77%) e menor frequência suculência alta (7,69). Contudo, observou-se mesmo em menor ocorrência, todos os frutos grandes eram de firmeza média e sabor doce, atributos importantes para aceitação no mercado.

Figura 22 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos FC 12 028 x FC 14 214 02, no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

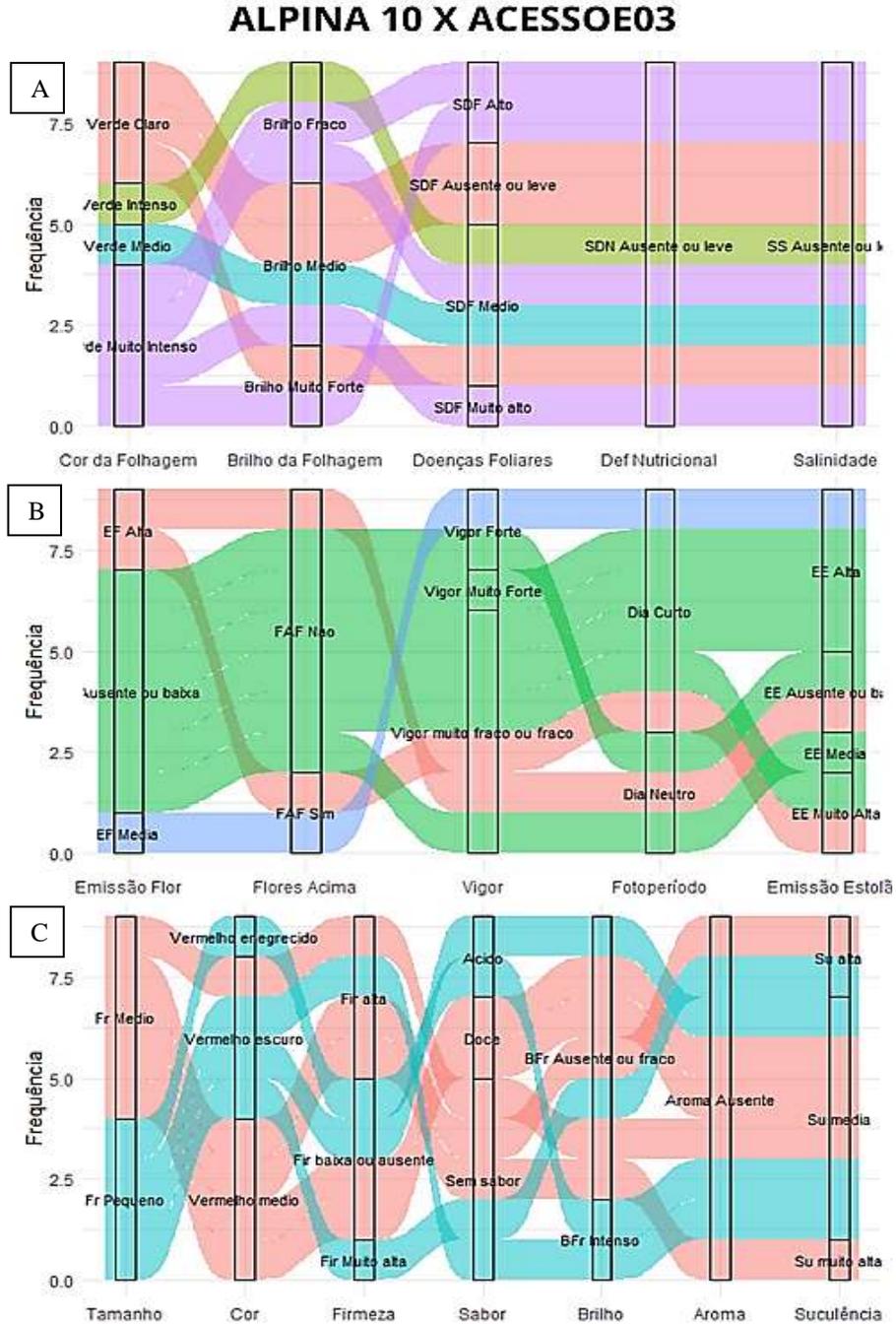
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na população do cruzamento entre os genótipos ALPINA 10 X ACESSO E03 (Figura 23) foi possível observar para aspectos da folhagem (Figura 23 A), quanto à cor da folhagem maior frequência foi de indivíduos com folhagem verde muito intenso (44,44%), seguida de verde claro (33,33%) e menor de verde intenso e verde médio (11,11% cada). Para brilho da folhagem, as frequências foram em ordem crescente: brilho muito forte (22,22%), brilho fraco ou ausente (33,33%) e brilho médio (44,44%). Para doenças foliares a maior frequência foi de sintomas de doenças foliares (SDF) médio (44,44%), seguido de alto (33,33%) e menor ocorrência de plantas com sintomas de doenças foliares ausente (22,22%). Para este cruzamento houve ocorrência de plantas com sintomas de deficiência, mesmo em menor ocorrência. Não houve ocorrência de plantas com sintomas de salinidade.

Para o desempenho vegetativo (Figura 23 B), quanto à característica de emissão de flor, foi observada maior frequência de plantas com EF ausente ou baixa (66,66%), seguido de e EF alta (22,22%) e média (11,11%). Houve maior frequência de flores abaixo do nível da folhagem (77,78%), em relação a flores acima da folhagem (22,22%). A maioria dos indivíduos apresentou vigor muito fraco ou fraco (66,66%), seguido de vigor forte (22,22%) e muito forte (11,10%). As frequências entre plantas de dia curto e dia neutro foram de 66,67% e 33,33%, respectivamente. Quanto à emissão de estolões, as frequências foram similares, de emissão alta e emissão ausente ou baixa, ambas com 22,22%

Para variáveis de fruto (Figura 23 C), a maior frequência foi de tamanho médio (55,56%, pouca diferença para frequência de frutos pequenos (44,44%). Não foi observada frequência de frutos considerados grandes. Para a cor do fruto, as maiores frequências foram de frutos vermelho médio e vermelho escuro (44,44% cada) e por último vermelho enegrecido, (11,11%) não houve ocorrência de frutos alaranjados. Para firmeza, as maiores frequências foram de firmeza baixa ou ausente e alta (44,44% cada), com menor frequência muito alta (11,11%). Para sabor, a maioria dos frutos era sem sabor (55,56%), seguida de sabor doce e muito doce (22,22% cada). O brilho do fruto, a maioria foi de brilho ausente ou fraco (77,78%), seguido de brilho alto (22,22%). Em relação a presença ou ausência de aroma nos frutos todas as plantas produziram frutos com ausência de aroma. A suculência de frutos foi a maioria média (66,67%), seguida de frutos com suculência alta (22,22%) e menor de suculência muito alta (11,11%).

Figura 23 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos ALPINA 10 X ACESSO E03 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliaves; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; BFr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

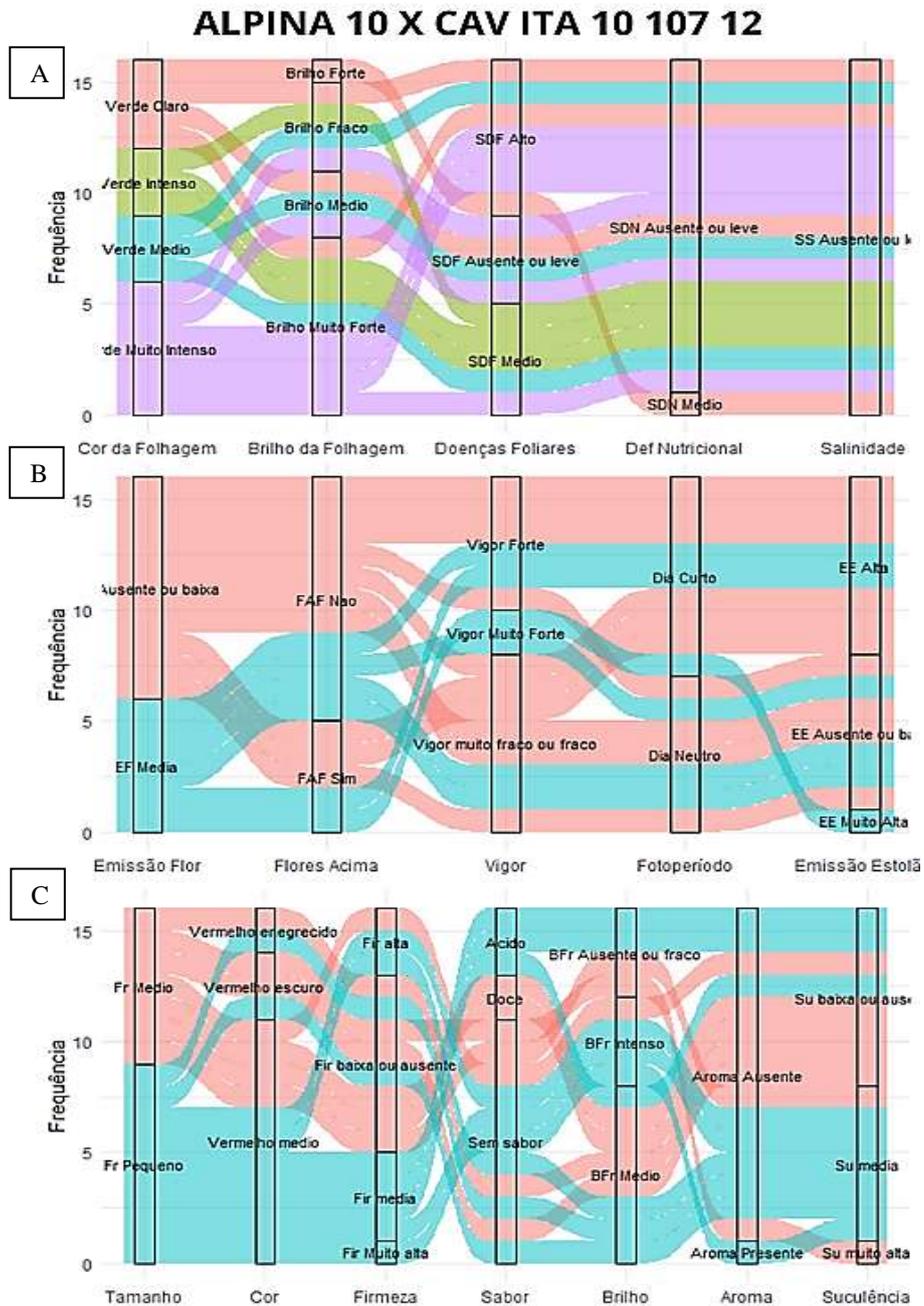
Na população do cruzamento entre os genótipos ALPINA 10 X CAV ITA 10 107 12 (Figura 24), foi possível observar para aspectos da folhagem, (figura 24 A), quanto à cor da folhagem, a maior frequência foi de indivíduos com folhagem verde muito intenso (37,50%), seguida de verde claro (25,00%) e menor de verde intenso e verde médio (18,80 % cada). Para brilho da folhagem, as frequências foram em ordem decrescente brilho muito forte (50,00%), brilho fraco (25,00%), brilho médio (18,75%) e brilho forte (6,25%). Para doenças foliares a maior frequência foi com SDF alto (43,75%), seguido de médio (31,25%) e menor ocorrência de plantas com sintomas de doenças foliares ausente (25,00%). Para este cruzamento houve ocorrência de plantas com sintomas de deficiência nutricional, mesmo em menor ocorrência em relação ao total na população (12,50%). Não houve ocorrência de plantas com sintomas de salinidade.

Para o desempenho vegetativo (figura 24 B), quanto à característica de emissão de flor, foi observada maior frequência de plantas com EF ausente ou baixa (62,50%), seguido de e EF média (37,50%). Houve maior frequência de flores abaixo do nível da folhagem (68,75%), em relação a flores acima da folhagem (31,35%). A metade dos indivíduos apresentaram vigor muito fraco ou fraco (50,00%), seguido de vigor forte (34,50%) e muito forte (12,50%). As frequências entre plantas de dia curto e dia neutro foram bem distribuídas entre os indivíduos, com pouca diferença (56,25% curto e 43,75% neutro). Quanto a emissão de estolão, as frequências foram também bem similar, de emissão alta e emissão ausente ou baixa, com 50,00 e 43,75% respectivamente.

Para variáveis de fruto (figura 24 C), a maior frequência foi de tamanho pequeno (56,25%), mas com pouca diferença para frequência de frutos médios (43,75%). Não foi observada frequência de frutos considerados grandes e nem muito grandes. Para a cor do fruto, as maiores frequência foram de frutos vermelho média (68,75%), e menor frequência de vermelho escuro (18,75%) e por último vermelho enegrecido (12,50%), não houve ocorrência de frutos alaranjados. Para firmeza, a metade dos indivíduos apresentaram frutos de firmeza baixa ou ausente (50,00%), e frequência de frutos com firmeza alta (18,75%), média (25,00%) e muito alta (6,25%). Para sabor, a maioria dos frutos eram sem sabor (68,75%), seguida de sabor ácido (18,75%) e doce (12,50%). Para brilho do fruto, a metade foi de brilho médio (50,00%), seguido de brilho intenso e fraco (25,00% cada). Em relação à presença ou ausência de aroma nos frutos, a maioria consideravelmente foi de frutos com aroma ausente (93,75%), porém houve ocorrência de frutos aromáticos, mesmo eu em baixa frequência (6,25% em relação ao total). Para suculência de frutos metade das plantas eram baixa

(50,00%), seguida de frutos com suculência média (43,75). Uma menor frequência foi observada para frutos de suculência muito alta (6,25%).

Figura 24 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos ALPINA 10 X CAV ITA 10 107 12 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

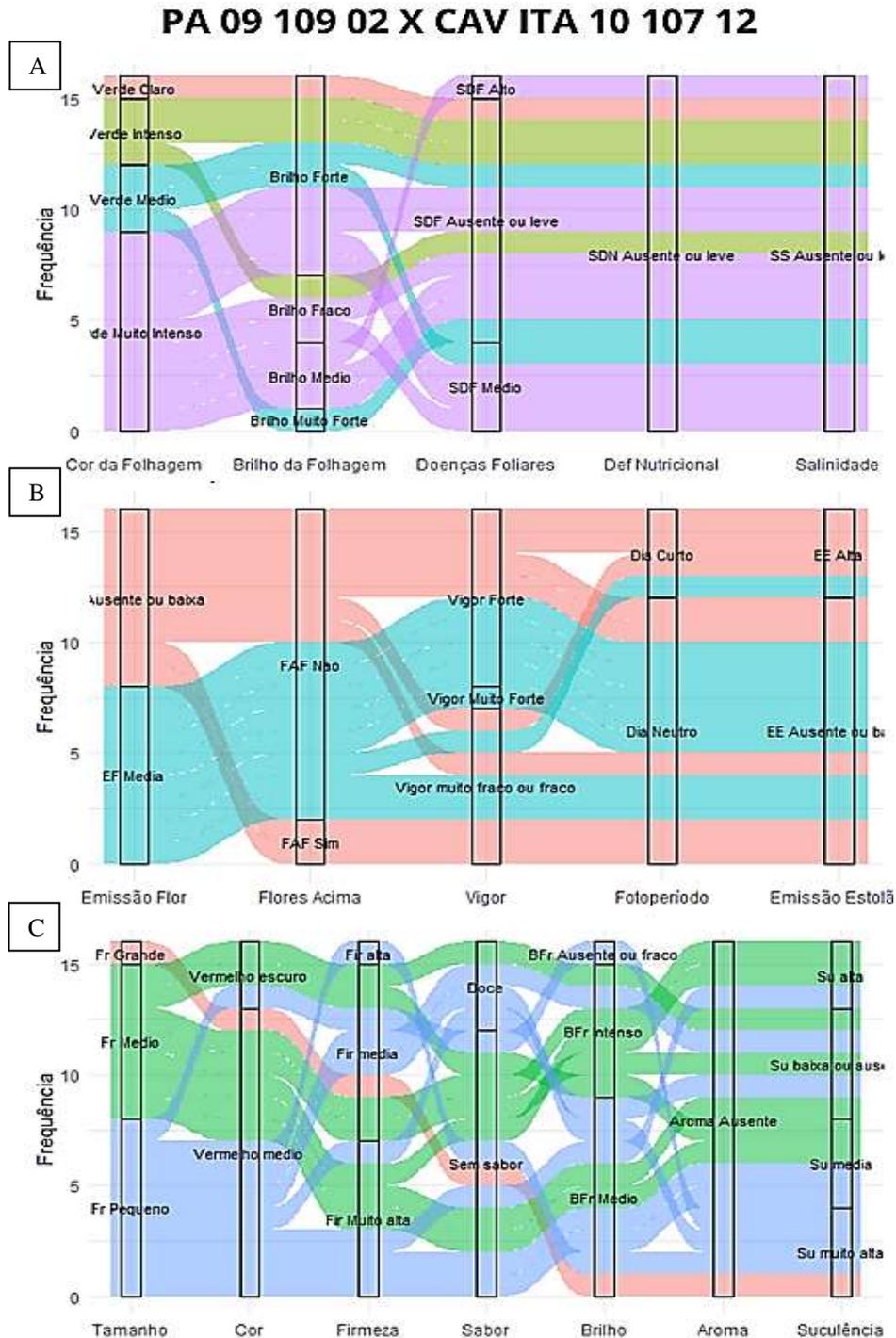
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na população do cruzamento entre os genótipos PA 09 109 02 X CAV ITA 10 107 12 (Figura 25), foi possível observar para aspectos da folhagem, (Figura 25 A), quanto à cor da folhagem, a maior frequência foi de indivíduos com folhagem verde muito intenso (56,25%), seguida de verde médio (18,8%), verde intenso (18,75%) e menor para verde claro (6,25%). Para brilho da folhagem, as frequências foram em ordem decrescente, brilho forte (56,25%), brilho médio e brilho fraco (18,75% cada) e brilho muito forte (6,25%). Para doenças foliares a maior frequência foi de plantas com SDF ausente ou leve (68,75%), seguido de médio (25%) e menor ocorrência de plantas com sintomas de doenças foliares alto (6,25%). Para este cruzamento não houve plantas com deficiência nutricional e nem salinidade, tendo sido 100% ausência para essas variáveis.

Para o desempenho vegetativo (Figura 25 B), quanto a característica de emissão de flor, foi observada distribuição equilibrada na ocorrência de plantas com EF ausente ou baixa (50,00%), seguido de e EF média (50,00%). A maioria não tinha floração acima da folhagem (87,50%). A maioria dos indivíduos apresentou vigor alto (50,00%), mas com pouca diferença para ocorrência de plantas com vigor fraco (43,75%). Foi bem maior a frequência de plantas de dia neutro (75,00%) Quanto à emissão de estolão, foi observado que a maioria da emissão de estolão foi ausente ou baixa (75,00%).

Para variáveis de fruto (Figura 25 C), a maior frequência foi de tamanho pequeno (50,00%) e médio (43,75%) e menor frequência de frutos grandes (6,25%). A maioria considerável foi de frutos de cor vermelho médio (81,25%), e pouca frequência de frutos de cor vermelha escuro (18,75%). Houve frequência de 50% de plantas com frutos de firmeza média, sem grandes diferenças em relação à frequência de frutos de firmeza alta (43,75%), que também foi considerável. Uma menor ocorrência foi de plantas com frutos com firmeza alta (6,25%). Para sabor, a maioria dos frutos eram sem sabor (75,00%), e uma frequência inferior de frutos doces (25,00%). Para brilho do fruto, a maioria foi de brilho médio (56,25%), seguido de brilho intenso (37,50%) e por último ausente fraco (6,25%). Não houve indivíduos com produção de frutos com aroma presente. Foi observado 31,25% de plantas com frutos de suculência ausências ou baixa, 25,00% com suculência média, 25% com suculência muito alta e 18,75% com suculência alta.

Figura 25 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos PA 09 109 02 X CAV ITA 10 107 12 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

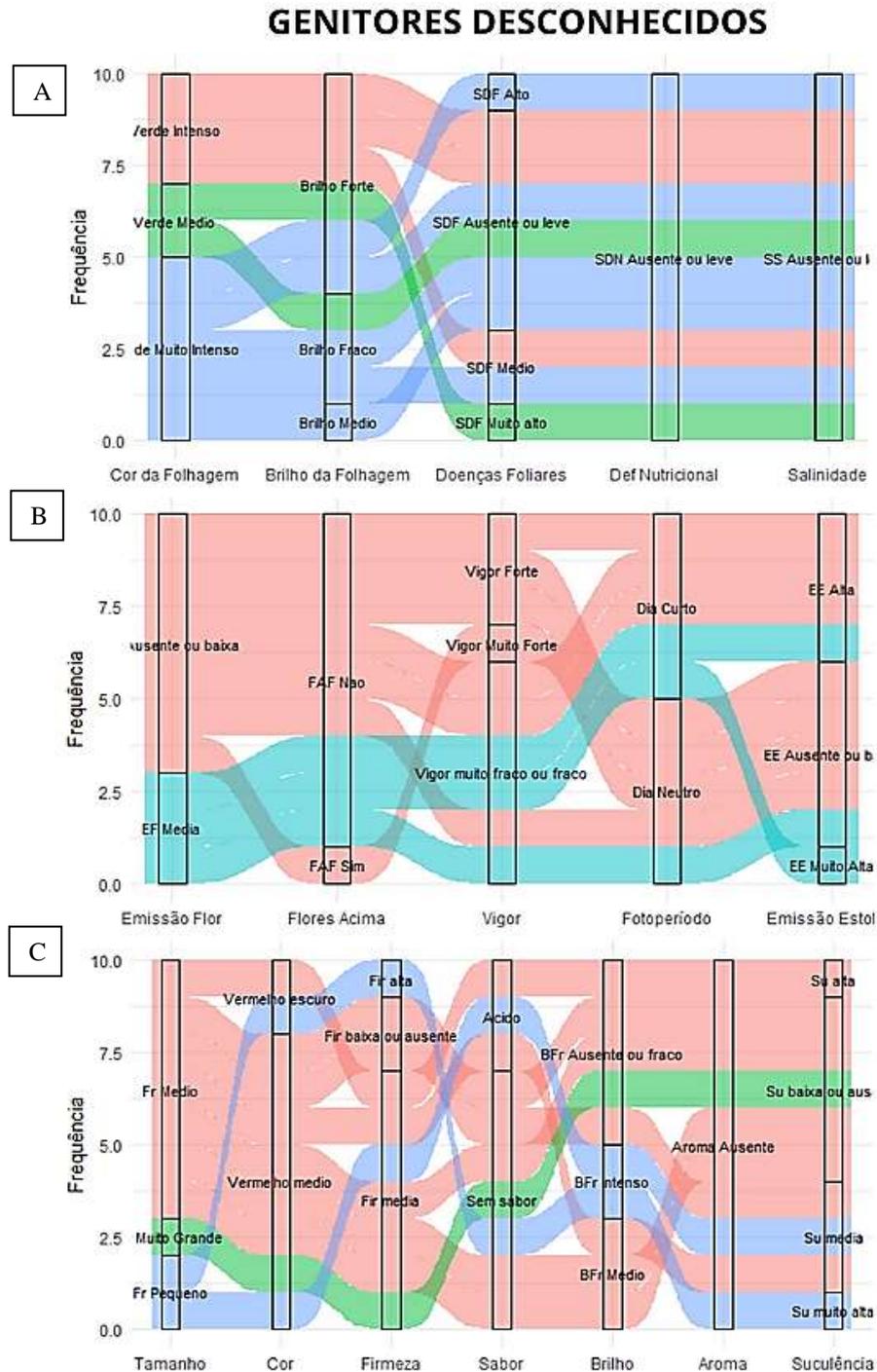
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na população do cruzamento entre genitores desconhecidos (Figura 26), foi possível observar para aspectos da folhagem, (Figura 26 A), quanto a cor da folhagem, a frequência de indivíduos com folhagem verde muito intenso foi de 50,00%, seguida de verde intenso (30,00%) e verde médio (20,00%). Para brilho da folhagem, as frequências foram em ordem decrescente, brilho forte (60,00%), brilho fraco (30,00%) e brilho médio (10,00%). Para doenças foliares a maior frequência foi de plantas com SDF ausente ou leve (60,00%), seguido de médio (20,00%) e menor ocorrência de plantas com sintomas de doenças foliares alto e muito alto (10,00% para cada). Para este cruzamento não houve plantas com deficiência nutricional e nem salinidade, tendo sido 100% ausência para essas variáveis.

Para o desempenho vegetativo (Figura 26 B), quanto à característica de emissão de flor, foi observada frequência de 70,00% para emissão baixa e 30,00% para emissão média. A maioria não tinha floração acima da folhagem (90,00%). A maioria dos indivíduos apresentou vigor muito fraco ou fraco (60,00%) seguido de vigor forte (30,00%) e menor frequência de plantas com vigor considerado muito forte (10,00%). 50,00% eram plantas com características de dia neutro e 50,00% de dia curto. Quanto à emissão de estolão 50% de plantas com emissão ausência ou baixa, 40,00% emissão alta e 10,00% emissão muito alta.

Para variáveis de fruto (Figura 26 C), a maior frequência foi de tamanho médio (70,00%), pequeno (20,00%) e menor frequência de frutos grandes (10,00%). A maioria considerável foi de frutos de cor vermelho médio (80,00%), e menor frequência de frutos de cor vermelho escuro (20,00%). Houve maior frequência de frutos de firmeza média (70,00%), seguido de plantas com frutos de firmeza ausente ou baixa (20,00%). Uma menor ocorrência foi de plantas com frutos com firmeza alta (10,00%). Para sabor a maioria dos frutos eram sem sabor (70,00%), e uma frequência inferior de frutos ácidos (30,00%). Para brilho do fruto 50,00% de plantas com frutos de brilho ausente ou fraco, 30,00% brilho médio e 20,00% de brilho forte. Não houve indivíduos com produção de frutos com aroma. 50,00% das plantas apresentaram frutos de suculência baixa ou ausente, 30,00% plantas com frutos de média suculência, 10,00% suculência alta e 10,00% suculência muito alta.

Figura 26 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre genitores desconhecidos no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: succulência do fruto.

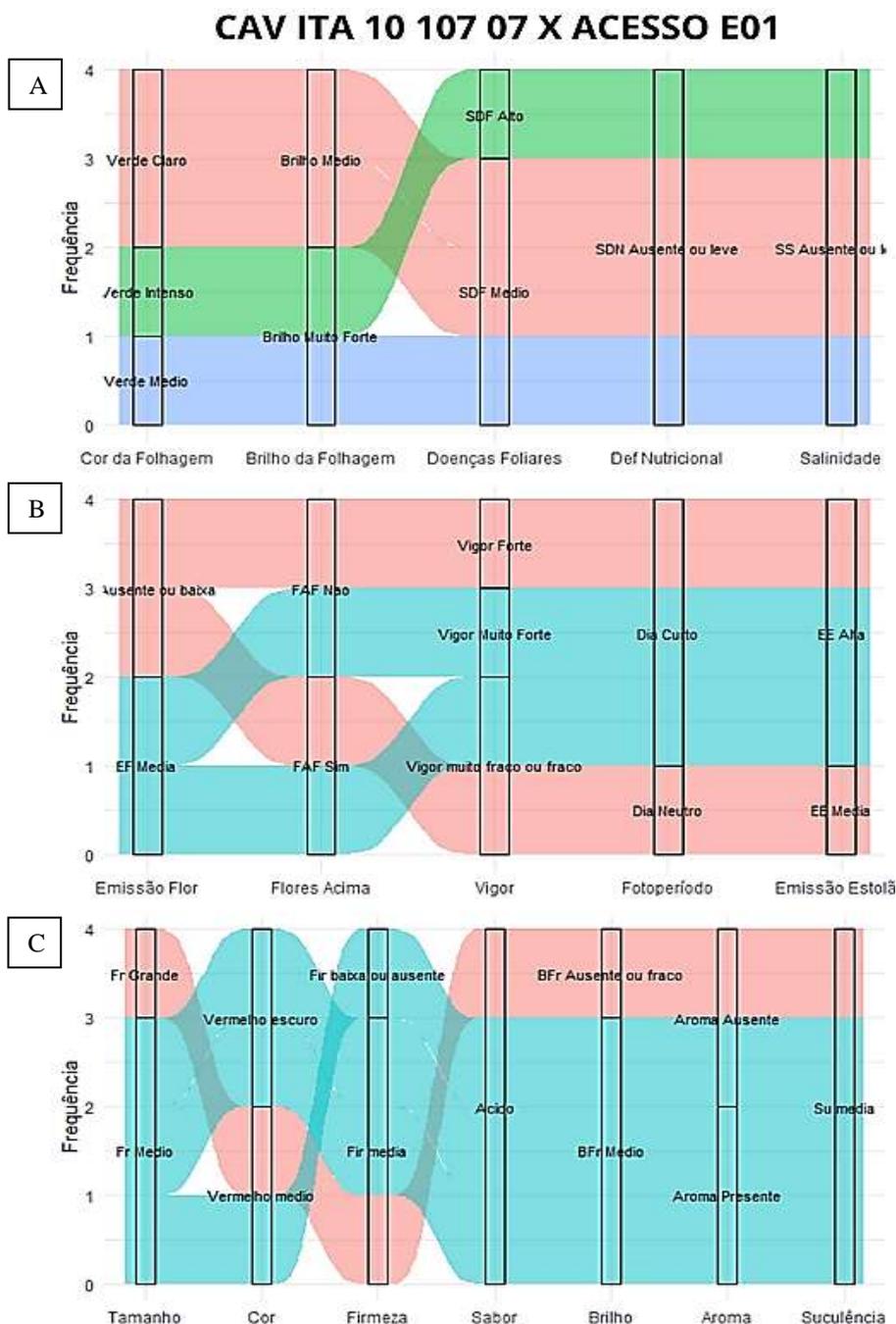
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na população do cruzamento entre os genótipos CAV ITA 10 107 07 x ACESSOE01 (Figura 27), foi possível observar para aspectos da folhagem (Figura 27 A), quanto à cor da folhagem 50,00% foi de indivíduos com folhagem verde claro, seguida de verde intenso e verde médio (25,00% para cada). Para brilho da folhagem foram observadas somente ocorrência plantas com folhagem de brilho muito forte (50,00%) e brilho médio (50,00%). Para doenças foliares, foi observada apenas ocorrência de plantas com sintomas médio (75,00%) e alto (25,00%). Para este cruzamento não houve plantas com deficiência nutricional e nem salinidade.

Para o desempenho vegetativo (Figura 27 B), quanto à característica de emissão de flor, foi observada distribuição equilibrada na ocorrência de plantas EF ausente ou baixa e média (50,00% para cada). Foi bem dividida a ocorrência de flores acima da folhagem em relação a flores abaixo da folhagem, com 50,00% cada.. Para vigor, a metade foi de muito fraco ou fraco (50,00%) e menor frequência para vigor forte (25,00%) e muito forte (25,00%). A maioria das plantas era de dia curto (75,00%) e conseqüentemente emissão de estolão mais alta.

Para variáveis de fruto (Figura 27 C), a maior frequência foi de tamanho médio (75,00%). Foi observada frequência de plantas com frutos grandes (25,00%). Os frutos eram vermelho escuro (50,00%) ou médio (50,00%). A maioria dos indivíduos apresentou frutos de firmeza média (75,00%) e menor de firmeza ausente ou baixa 25,00%. Todas as plantas avaliadas neste cruzamento apresentaram frutos considerados de sabor ácido (100,00%). Houve maior frequência de frutos de brilho médio (75,00%) e menor frequência de brilho ausente ou fraco (25,00%). Para o aroma, foi bem dividido, metade para frutos aromáticos (50,00% e outra para frutos sem aroma (50,00%) Todas as plantas apresentaram frutos de suculência média.

Figura 27 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos CAV ITA 10 107 07 X ACESSO E01 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; BFr: brilho do fruto; Su: succulência do fruto.

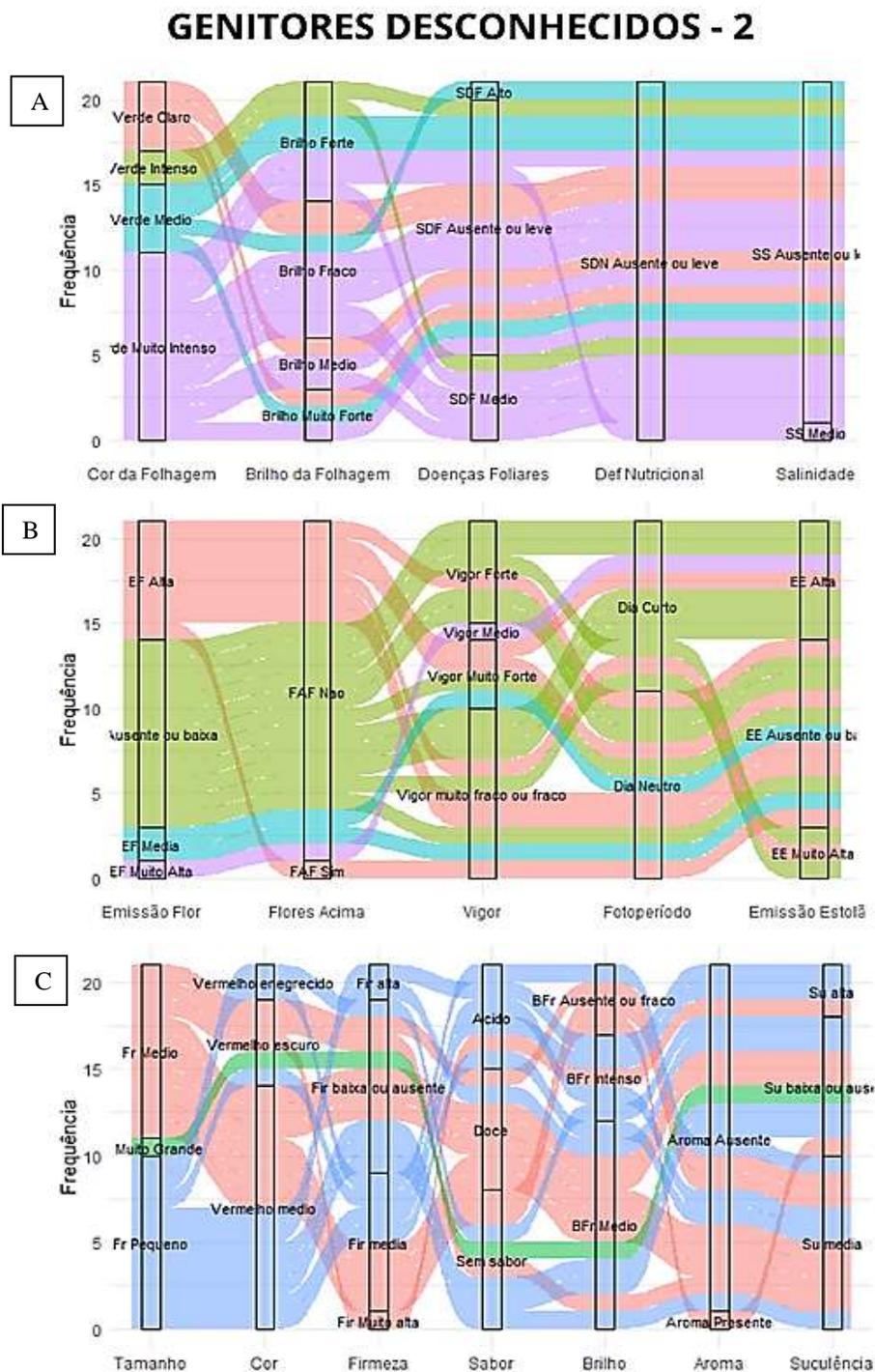
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na população do cruzamento entre os genitores desconhecidos n° 2 (Figura 28), foi possível observar para aspectos da folhagem (Figura 28 A), quanto a cor a maior frequência foi de indivíduos com folhagem verde muito intenso (52,38%), seguida de verde claro (19,05%) verde médio (19,00%) e verde intenso (9,52%). Para brilho da folhagem foram observadas ocorrência plantas com folhagem de brilho fraco (38,10%), brilho alto (33,33%), médio e muito alto (14,29% para cada). Para doenças foliares foi observada 71,43% de plantas com ausência ou baixo (71,43%), 23,81% de plantas com sintomas médio e 4,76 de plantas com sintomas alto. Para este cruzamento não houve plantas com deficiência nutricional e nem salinidade.

Para o desempenho vegetativo (Figura 28 B), quanto à característica de emissão de flor, foi observado 52,38% de plantas com emissão ausente ou baixa, 33,33% de plantas com emissão alta, 9,52% emissão média e 4,75% de plantas com emissão de flor muito alta. 95,24% das plantas não apresentaram flores acima da folhagem. Para vigor da planta a maioria foi de vigor muito fraco ou fraco (47,62%), menor frequência para vigor forte (28,57%), muito forte (19,00%) e médio (4,76%). 52,38% das plantas apresentaram características de dia neutro e 47,62% de dia curto.

Para variáveis de fruto (Figura 28 C), a maior frequência foi de tamanho médio. Foi observada frequência de plantas com frutos grandes, mesmo que mais baixa em relação aos médios. Os frutos eram escuros ou médios, como frequência semelhante para cada característica. 47,62% das plantas apresentaram frutos de tamanho pequeno, a mesma frequência para frutos de tamanho médio e 4,76% de plantas com frutos grandes. Houve maior frequência de frutos de brilho médio (57,14%), 23,81% de brilho intenso e 19,05% brilho ausente ou fraco. Para o aroma, 90,00% dos frutos eram sem aroma. 47,62% das plantas apresentaram frutos de suculência média, 38,10% suculência ausente ou baixa, 14,29% suculência alta.

Figura 28 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento de genitores conhecidos n° 2 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliaves; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

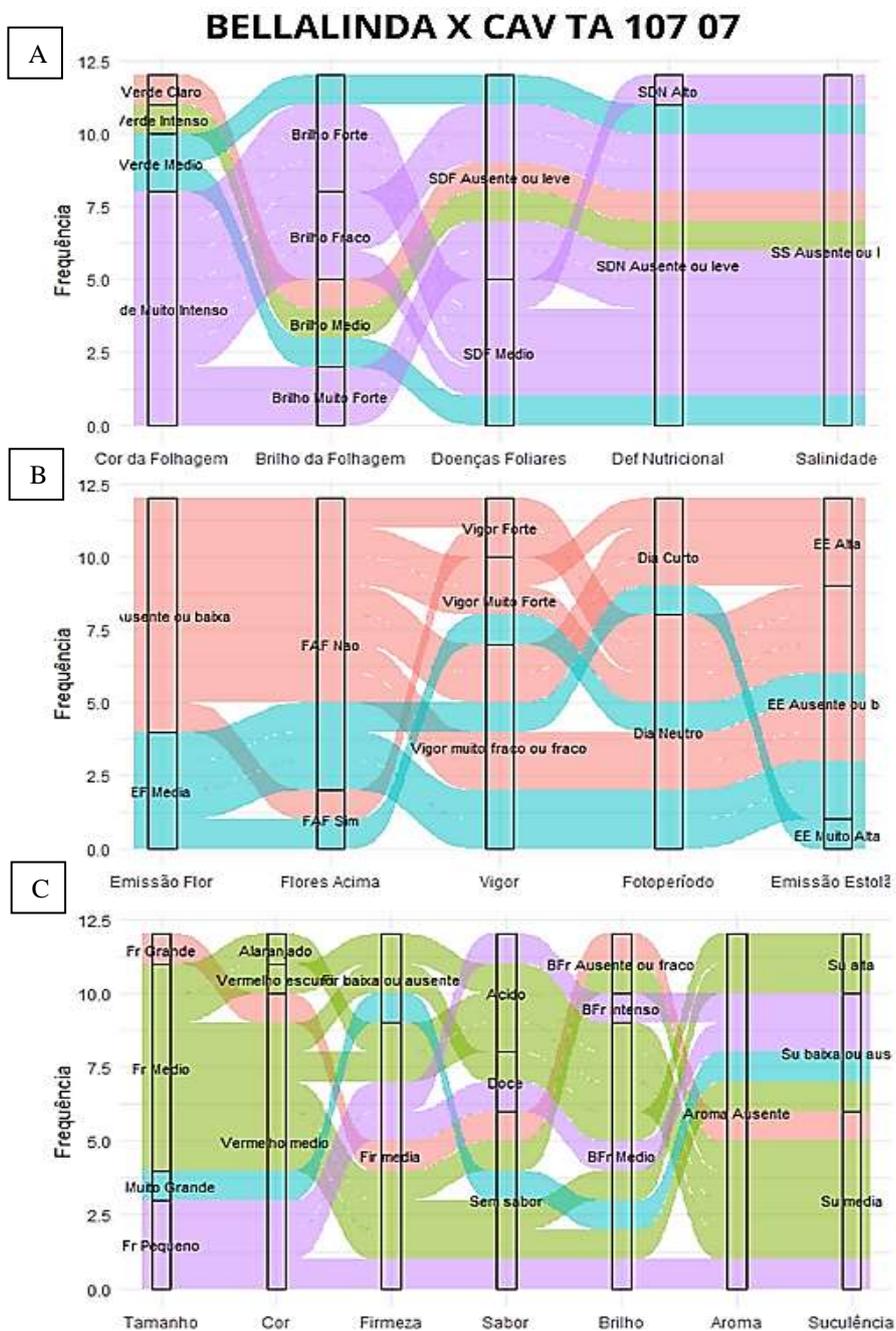
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na população do cruzamento entre os genitores Bellalinda x CAV ITA 10 107 07 (Figura 29), foi possível observar para aspectos da folhagem (Figura 29 A) quanto à cor da folhagem, a maior frequência foi de indivíduos com folhagem verde muito intenso (66,67%) e menores frequências das demais escalas de verde. Predominou plantas com brilho da folhagem fraco e médio (25,00% para cada). Para doenças foliares, houve maior número de plantas sem sintomas (58,33%) e 41,67% de plantas com sintoma médio.

Predominou plantas com emissão de flor baixa (52,62%) e frequência de emissão média (42,11%). A maioria apresentou flores abaixo da folhagem (83,33%). O vigor predominou muito fraco ou fraco (50,00%), seguido de vigor muito forte e forte (25,00%) para cada.. Foi observada maior ocorrência de plantas de dia neutro (75,00%) (Figura 29 B).

Para este cruzamento houve maior frequência de plantas com frutos médios (58,33%) seguidos de frutos pequenos (25,00%) e menor para frutos grandes (16,67%). Predominou plantas com frutos vermelho médio (83,33%). 50% das produziram frutos sem sabor. O brilho dos frutos foi em maior parcela, brilho médio (75,00%). Todas as plantas tinham frutos com aroma ausente. A suculência dos frutos foi, em 50%, média (Figura 29 C).

Figura 29 - Frequência de características avaliadas população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X CAV ITA 10 107 07 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliaves; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: succulência do fruto.

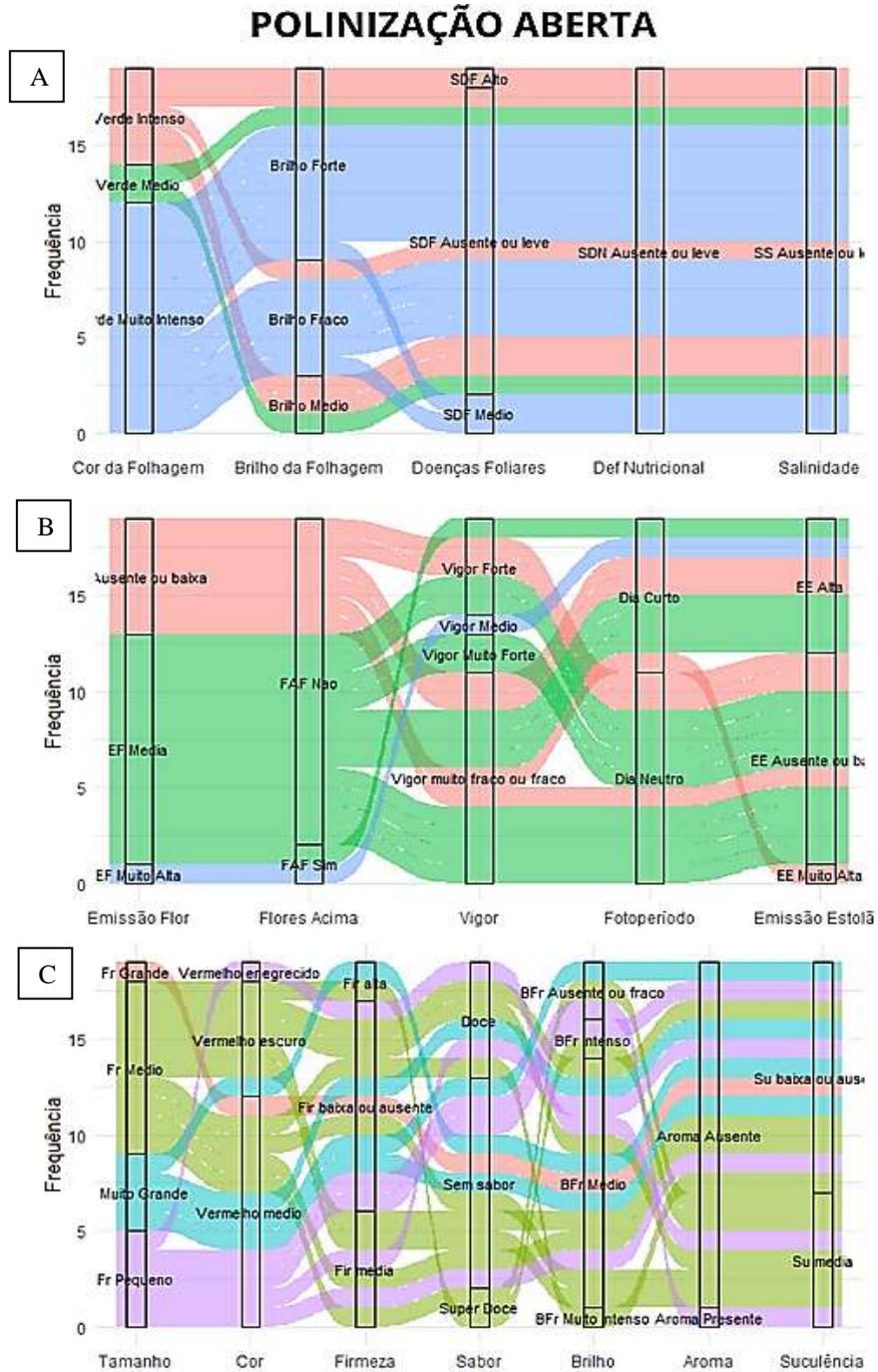
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Nas plantas oriundas de polinização aberta (Figura 30), foi observado maior número de plantas com folhagem verde muito intenso (63,16%), brilho forte (26,32%), a maioria sem doenças foliares (84,21%) e ausência de deficiência nutricional e sem salinidade (Figura 30 A). A maioria das plantas apresentaram emissão de flor média (63,16%), abaixo do nível da folhagem, vigor muito fraco ou fraco (57,89%). Foi observada frequência mais alta de plantas de dia neutro (57,89%), porém com número expressivo de plantas de dia curto (42,11%). A emissão de estolão foi principalmente ausente ou baixa (57,9%) (Figura 30 B).

Predominou frutos de tamanho médio (47,37%), porém com considerável ocorrência de plantas com fruto pequeno (26,32%). Para esta população houve frequência para frutos muito grandes (5,26%), sendo a maioria de cor vermelho médio (63,16%). A firmeza dos frutos predominou para baixa ou ausência (57,89%), porém com média frequência para frutos de firmeza média (42,11%). Houve predomínio de frutos sem sabor (57,89%), porém com ocorrência média de frutos doces (31,58%) e ocorrência, mesmo em menor número, de frutos considerados super doces (10,53%). A maioria das plantas apresentaram frutos de brilho médio (68,42%). E houve ocorrência de frutos com brilho ausente o fraco (15,79%), forte (10,53%) e muito forte (5,26%). A maioria dos frutos não apresentaram aroma, porém houve ocorrência de plantas com frutos aromáticos, mesmo em menor escala (5,26%). Foi observada frequência considerável para frutos de suculência média (36,84%), mesmo tendo predominado baixa suculência de frutos (63,16%) (Figura 30 C).

Figura 30 - Frequência de características de planta e de fruto na população de “seedlings” oriundos de Polinização aberta no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023.

Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; BFr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

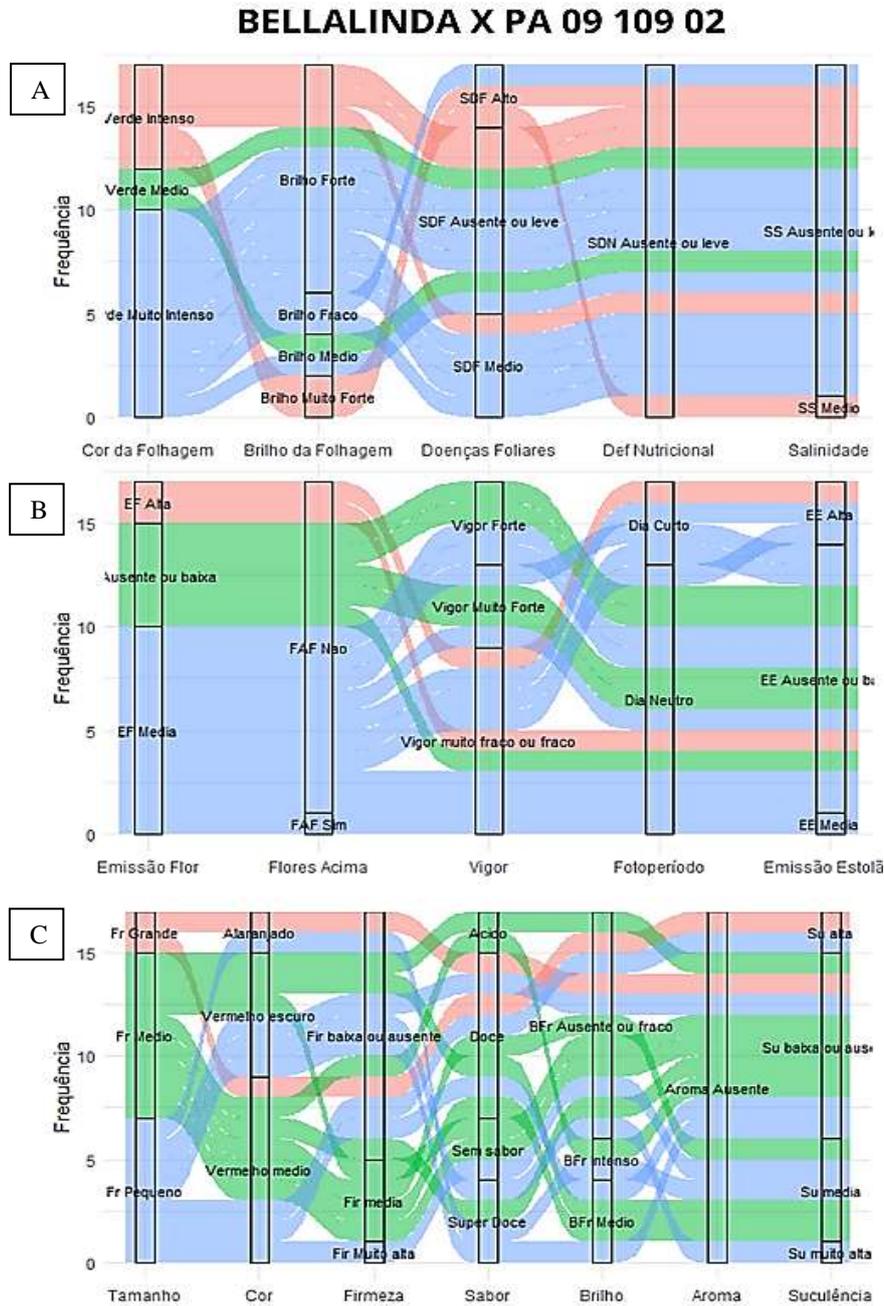
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Para o cruzamento entre Bellalinda x PA 09 109 02 (Figura 31), a maioria das plantas tinham folhas de verde muito intenso (58,82%), com brilho forte (64,71%) sem sintomas de doenças foliares (47,46%), apesar de haver boa frequência de sintomas médio (35,29%) e alto (17,65%). Nenhum indivíduo apresentou sintoma de deficiência nutricional e uma pequena frequência com sintomas de salinidade média (5,88%) (Figura 31 A).

A maioria das plantas apresentou emissão de flor média (58,82%), abaixo da folhagem (94,12%), de vigor muito fraco (52,94%) e prevaleceu plantas de dia neutro (76,47%) e emissão de estolão ausente ou baixa (76,50%) (Figura 31 B).

Foi observada maiores frequências de frutos médios (47,06%) e pequenos (41,18%), de cor vermelho médio (52,94%), seguido de vermelho escuro (35,29%) e menor para alaranjado (11,76%). A maioria das plantas produziram frutos de baixa firmeza (70,49%), porém com predominância de sabor doce (47,06%) e super doce (23,53%). Para o brilho do fruto, prevaleceu a ausência de brilho (64,71%), porém com frequência considerável para brilho médio (23,53%). Não houve ocorrência de frutos aromáticos. Para característica de suculência de frutos, foi observada maior para suculência ausente ou baixa (52,94%), porém com boa frequência de frutos de suculência média (29,41%) (Figura 31 C).

Figura 31 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X PA 09 109 02 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

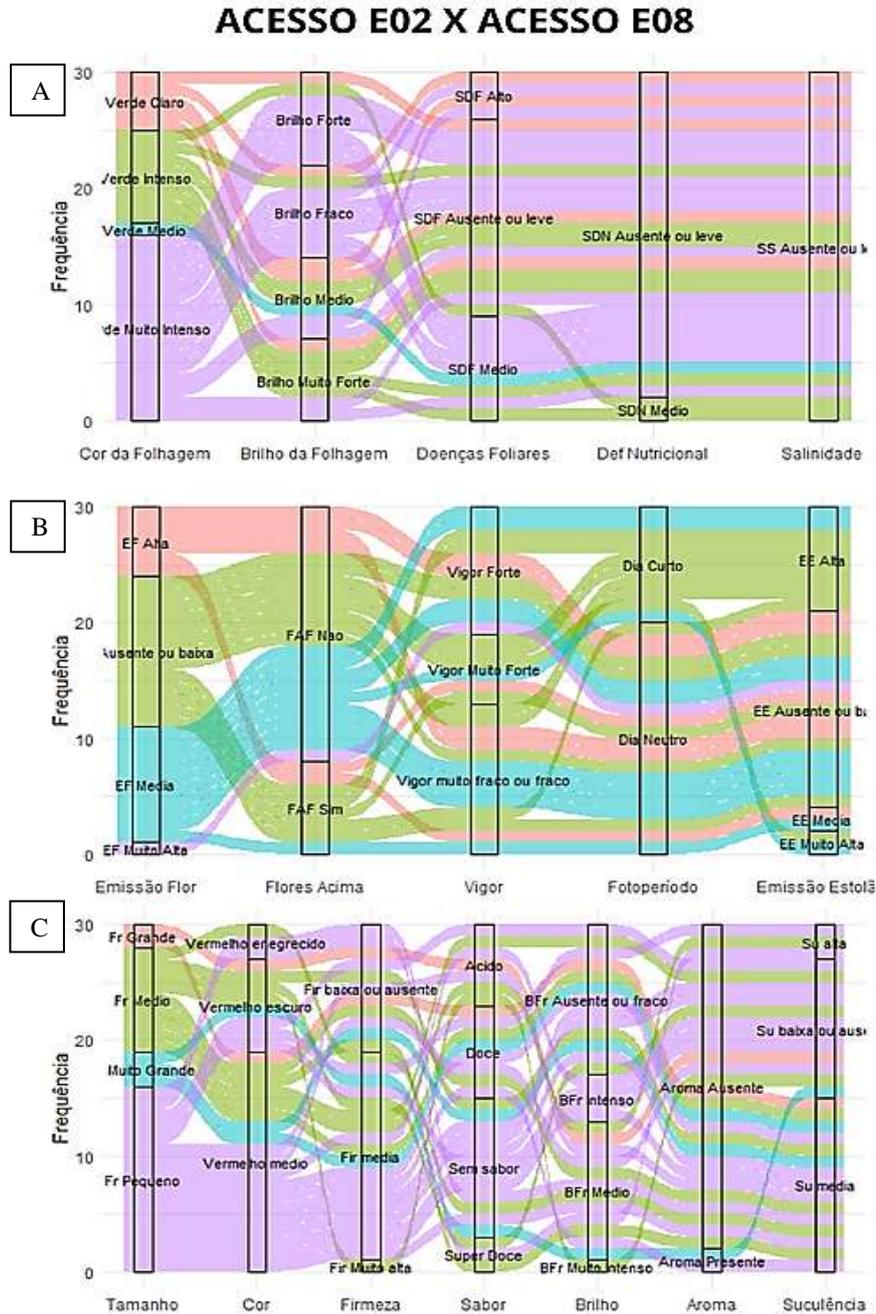
Para o cruzamento entre acesso E02 x acesso E08 (Figura 32), predominou ocorrência de plantas com folhagem verde muito intenso (53,33%). Para característica de brilho na

folhagem, houve distribuição semelhante para as 4 escalas. A maioria das plantas não apresentaram doenças foliares (56,67%), mas com ocorrência de plantas com sintomas médio (30,00%) e também alto (13,33%). Houve frequência observada para plantas com sintomas de deficiência nutricional médio (3,33%), contudo, sem ocorrência de plantas com sintomas de salinidade (Figura 32 A).

A maioria de indivíduos apresentou emissão de flor baixa ou ausente (43,33%), porém com número considerável de plantas com emissão média de flores (33,33%). A maior frequência foi de plantas com flores abaixo do nível da folhagem (73,33%), vigor muito fraco ou fraco (43,33%) (Figura 32 B).

Para este cruzamento, a maioria das plantas produziram frutos pequenos (53,33%), no entanto houve boa frequência de frutos médios (30,00%) e grande (16,67%). Predominou plantas com frutos de cor vermelho médio (60,00%) e firmeza média (60,00%). Predominou plantas com frutos sem sabor (40,00%), porém com frequência considerável de frutos doces (26,67%). Apesar de pouca, foi observada certa ocorrência de frutos superdoces (10,00%). Alguns frutos apresentaram aroma presente (3,33%). E muitos frutos suculência média (50,00%) (Figura 32 C).

Figura 32 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos ACESSO E02 X ACESSO E08 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

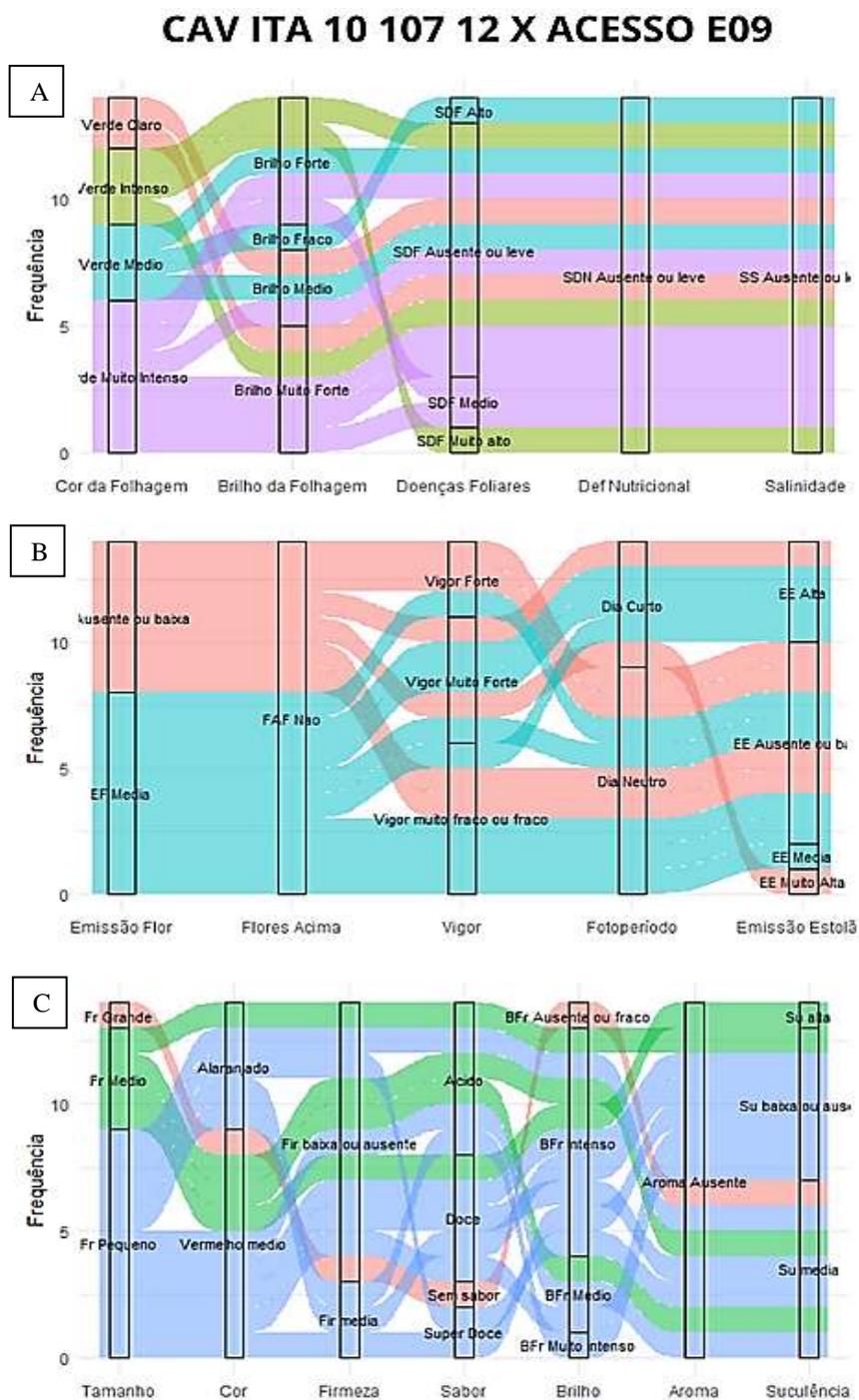
Avaliando o cruzamento CAV ITA 10 107 12 X Acesso E09 (Figura 33), observou-se maior frequência de plantas de folhagem verde intenso (42,86%), brilho muito forte e forte

(35,71% cada), ausência de sintomas de doenças foliares (71,43%), ausência de deficiência nutricional (92,86%) e ausência de salinidade (Figura 33 A).

A maioria das plantas apresentaram emissão de flor média (57,14%) e todas abaixo do nível da folhagem. Predominou plantas com vigor muito fraco ou fraco (42,86%) e plantas de dia neutro (64,29%) e ausência ou baixa emissão de estolão (57,10%) (Figura 33 B).

Em ordem decrescente frequência para tamanho de frutos foi, frutos pequenos (64,26%) médio (28,57%) e grande (7,14%). A maioria dos frutos de vermelho médio (64,29%), com frequência considera de frutos de coloração alaranjada (35,71%). Maior parcela de plantas apresentaram frutos de firmeza ausente ou baixa (78,57%). 42,86% das plantas produziram frutos de sabor ácido, 35,71% sabor doce, 14,29% muito doce e 7,14% de frutos sem sabor. A maioria das plantas produziu frutos com brilho intenso (64,29%). Não houve ocorrência de frutos aromáticos. Porém grande 50% eram de média succulência (Figura 33 C).

Figura 33 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos CAV ITA 10 107 12 X ACESSO E09 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; BFr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

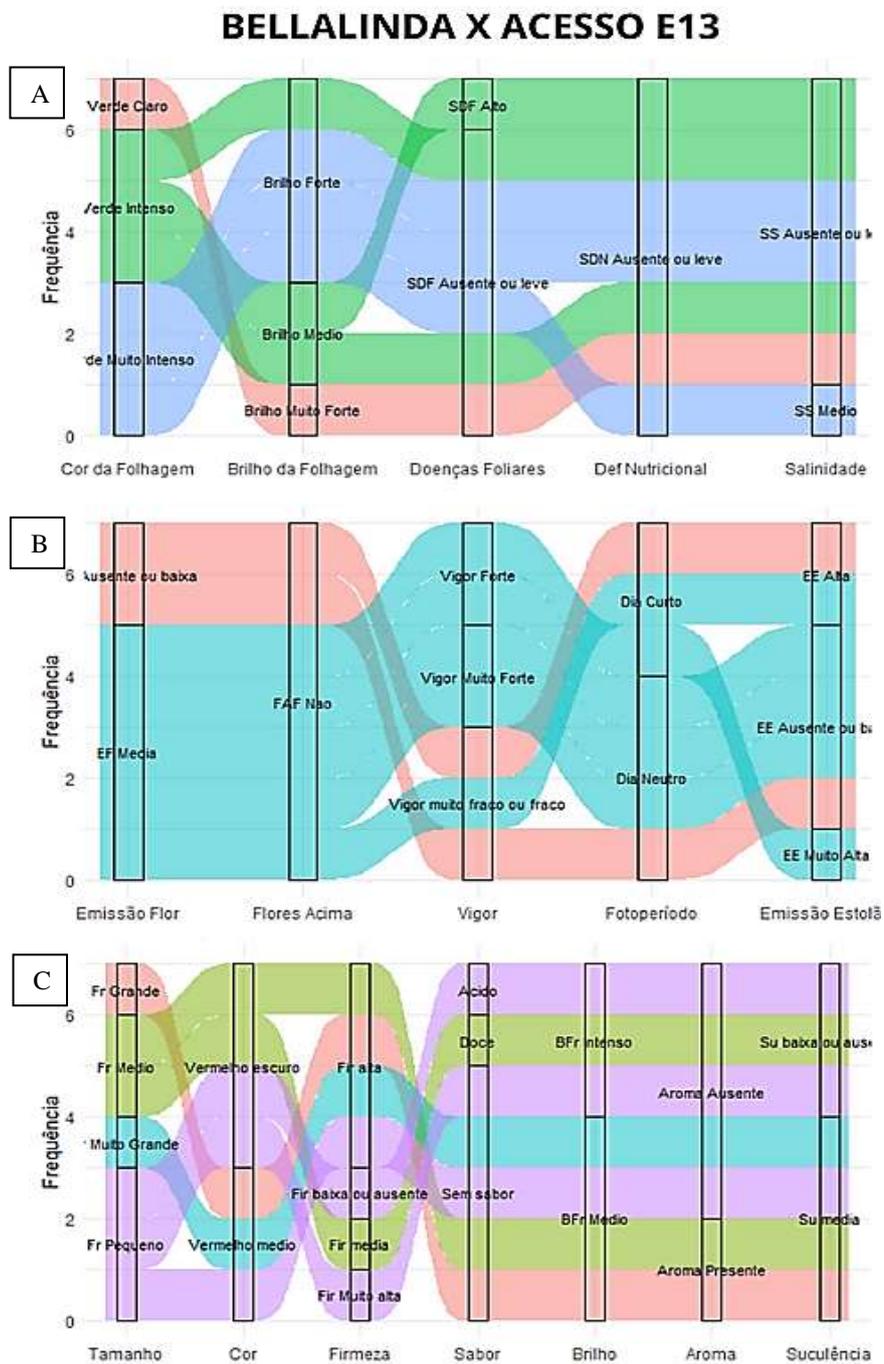
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Nas plantas descendentes do cruzamento entre Bellalinda x acesso E13 (Figura 34), para cor da folhagem, distribuição semelhante de plantas de folhagem verde muito intenso (42,86%) e intenso (42,86%), predomínio de plantas de folhagem com brilho forte (57,14%) e maior número de plantas sem sintomas de doenças foliares (85,71%), porém com ocorrência de plantas com sintomas altos, mesmo eu em menor número (14,29%). Não foram observadas plantas com sintomas de deficiência nutricional. Houve ocorrência de indivíduos com sintomas de salinidade médio (14,29%) apesar de menor número (Figura 34 A).

A maioria dos indivíduos apresentou emissão de flor média (71,43%), todos com flores abaixo da folhagem. Predominou plantas de dia curto (47,14%) e ausência ou baixa emissão de estolão (Figura 34 B).

Predominou frequência de plantas com frutos pequenos (42,86%), porém com frequências consideráveis para frutos grandes e médios (28,57% cada). A maior parte das plantas produziram frutos de vermelho escuro (57,14%), firmeza alta (57,14%), porém sem sabor (71,43%), brilho médio (57,14%) e boa frequência de frutos aromáticos (28,57%) e de suculência média (57,14%) (Figura 34 C).

Figura 34 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X ACESSO E13 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir; firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

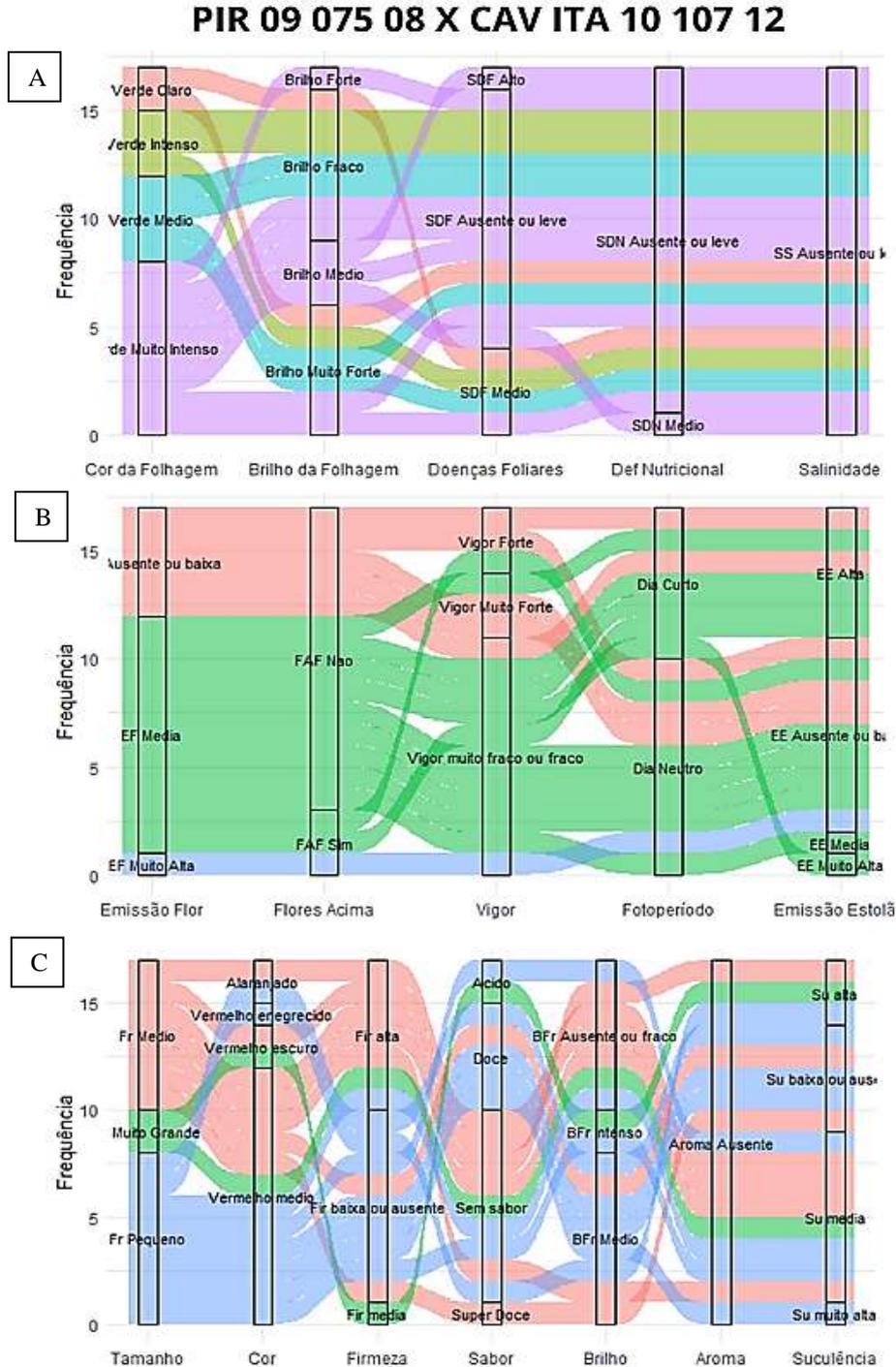
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Para o cruzamento entre os genitores PIR 09 075 08 X CAV ITA 10 107 12 (Figura 35), a maioria das plantas eram de folhagem verde muito intenso (47,06%), com brilho fraco (41,18%), seguido de brilho muito forte (35,29%). Predominaram plantas sem sintomas de doenças foliares, porém com ocorrência de plantas com sintomas alto (5,88%) e médio (23,53%). A maioria não apresentou sintomas de deficiência nutricional e nenhum indivíduo apresentou sintoma de salinidade (Figura 35 A).

A maioria das plantas apresentou emissão de flor média (64,71%), abaixo do nível da folhagem e vigor muito fraco ou fraco (64,71%). A maioria foi de dia neutro (58,82%) (Figura 35 B).

A maior frequência foi de plantas com frutos pequenos (47,06%), porém com grande número de plantas com frutos médios (41,18%), seguido de frutos muito grande (11,76%) Predominou a coloração de frutos de vermelho médio (70,59%). A maior parte de plantas produziram frutos com firmeza ausência ou baixa (52,94%), apesar de haver grande número de plantas com frutos de firmeza alta (41,18%), brilho médio (47,06%), não aromáticos. Para característica de suculência de frutos, a maioria das plantas apresentou suculência média (47,06%). Apesar de menor frequência, houve ocorrência de suculência alta (17,65%) e muito alta 5,88%) (Figura 35 C).

Figura 35- Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos PIR 09 075 08 X CAV ITA 10 107 12 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliaves; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir; firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

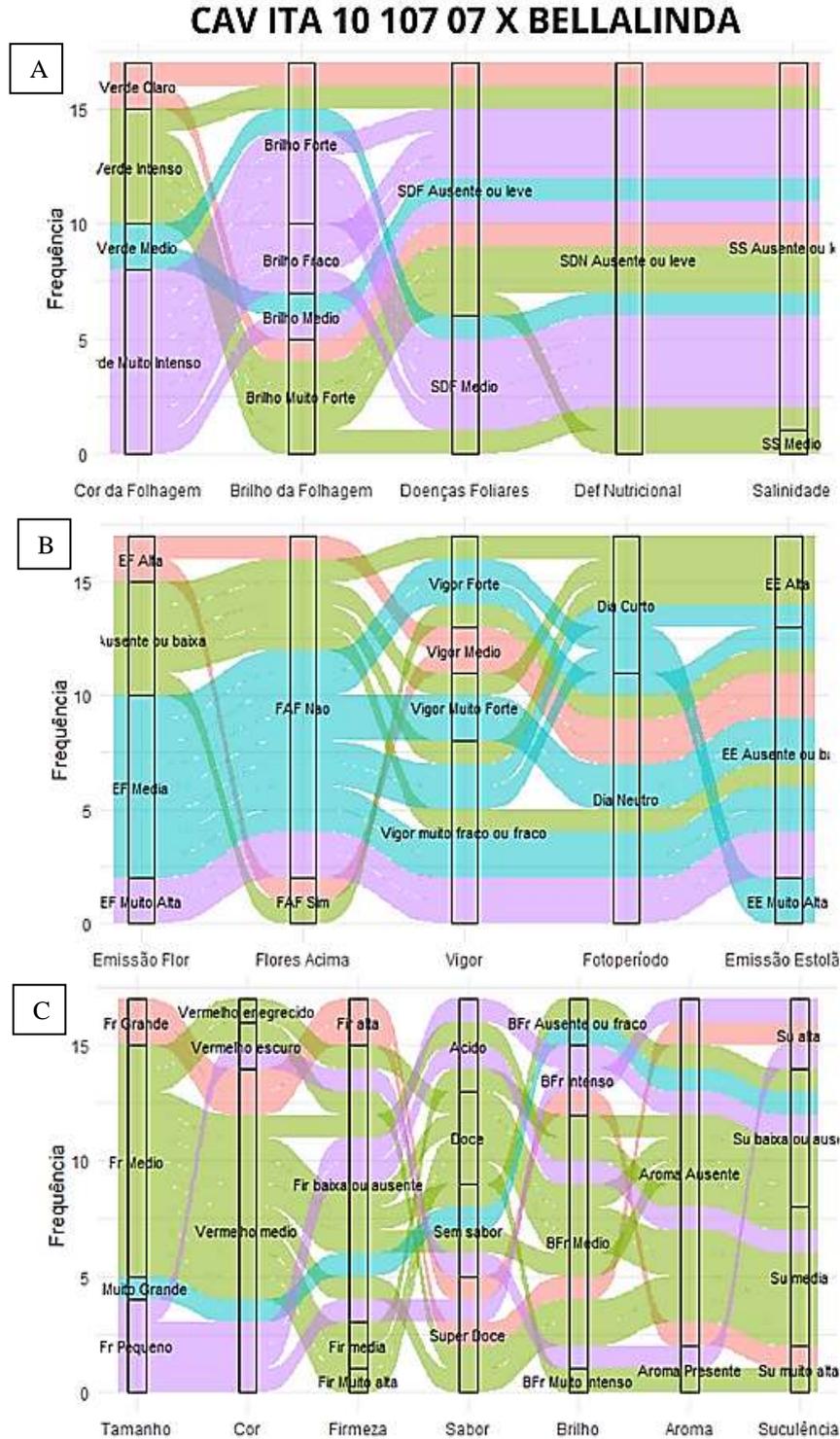
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Para o cruzamento entre CAV ITA 10 107 07 X Bellalinda (Figura 36), prevaleceu plantas de folhagem verde muito intenso (47,06%), seguido de verde intenso (29,41%), brilho forte (29,41%) e muito forte (41,18%) . Para sintomas de doenças foliares, este cruzamento apresentou número considerável de plantas com sintoma médio (35,29%), apesar de ter predominado a frequência de ausência de sintomas. Houve ocorrência, mesmo em menor escala, de plantas com sintomas de salinidade em escala média (5,88%) (Figura 36 A).

O maior número de indivíduos apresentou emissão de flor média (47,06%), abaixo do nível da folhagem, vigor muito fraco ou fraco (47,06%). Menor número de plantas era de dia curto (35,29%) (Figura 36 B).

Aa maioria das plantas produziram frutos médios (58,82%), de cor vermelho médio (82,35%) , porém com firmeza baixa ou ausente (70,59%). Houve ocorrência de plantas com firmeza média (11,76%), alta (11,76%) e muito alta (5,88%), mesmo em menor número. Quanto ao sabor dos frutos, predominou a ocorrência de plantas com frutos superdoces (29,41%), brilho médio (64,71%). Mesmo em menor número, houve ocorrência de plantas com frutos aromáticos (11,76%). A característica de suculência foi bem distribuída, tendo ocorrido diferentes escalas (Figura 36 C).

Figura 36 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos CAV ITA 10 107 07 X BELLALINDA no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; BFr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

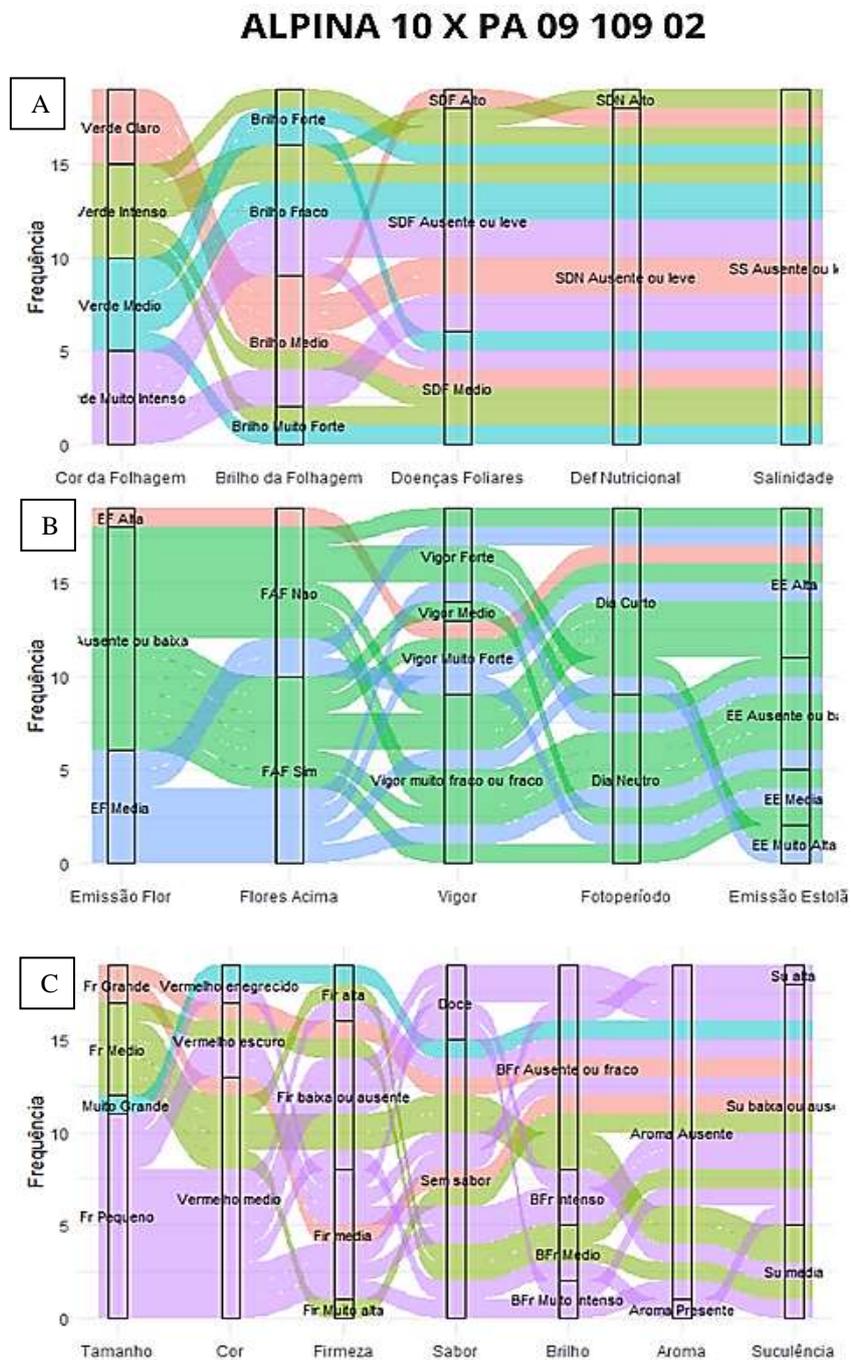
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Para o cruzamento entre Alpina 10 x PA 09 109 02 (Figura 37), a frequência da característica e cor da folhagem e brilho da folhagem foi bem distribuída na população, com predomínio de plantas com folhagem verde intenso e muito intenso e brilho fraco e médio. Para doenças foliares predominou a ausência ou leve (63,16%), porém com número considerável de indivíduos com SDF médio (31,58%) e alto (5,26%) A maioria das plantas não apresentaram sintomas de deficiência nutricional (94,74%) e todas sem salinidade. (Figura 37 A).

Para emissão de flor, foi observado maior número de indivíduos com emissão ausente ou baixa (63,16%), seguido de emissão média (31,58%), porém com maior número de plantas com produção flores acima da folhagem (52,63%) (Figura 37 B). Para este cruzamento as escalas avaliadas para vigor de planta foi bem distribuída entre todos os níveis, tendo ocorrido frequências de várias escalas.

Para características de fruto, a maioria das plantas produziram frutos pequenos (57,89%), porém com considerável frequência de plantas com frutos médios (26,32%). A maioria de vermelho médio (68,42%), firmeza baixa (42,11%) e sem sabor (78,95%). Contudo, houve frequência de frutos doces, apesar de menor número (21,05%). A maioria das plantas apresentavam frutos sem brilho (57,89%), contudo houve ocorrência de indivíduos com frutos de brilho intenso e médio (15,79% para cada) e muito intenso (10,53%). Apesar de mais baixa, houve ocorrência de plantas com frutos aromáticos (10%). A maioria das plantas apresentou frutos de succulência baixa (68,42%), porém número médio de plantas com frutos de succulência média (26,32%) (Figura 37 C).

Figura 37 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos ALPINA 10 X PA 09 109 02 no primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir; firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

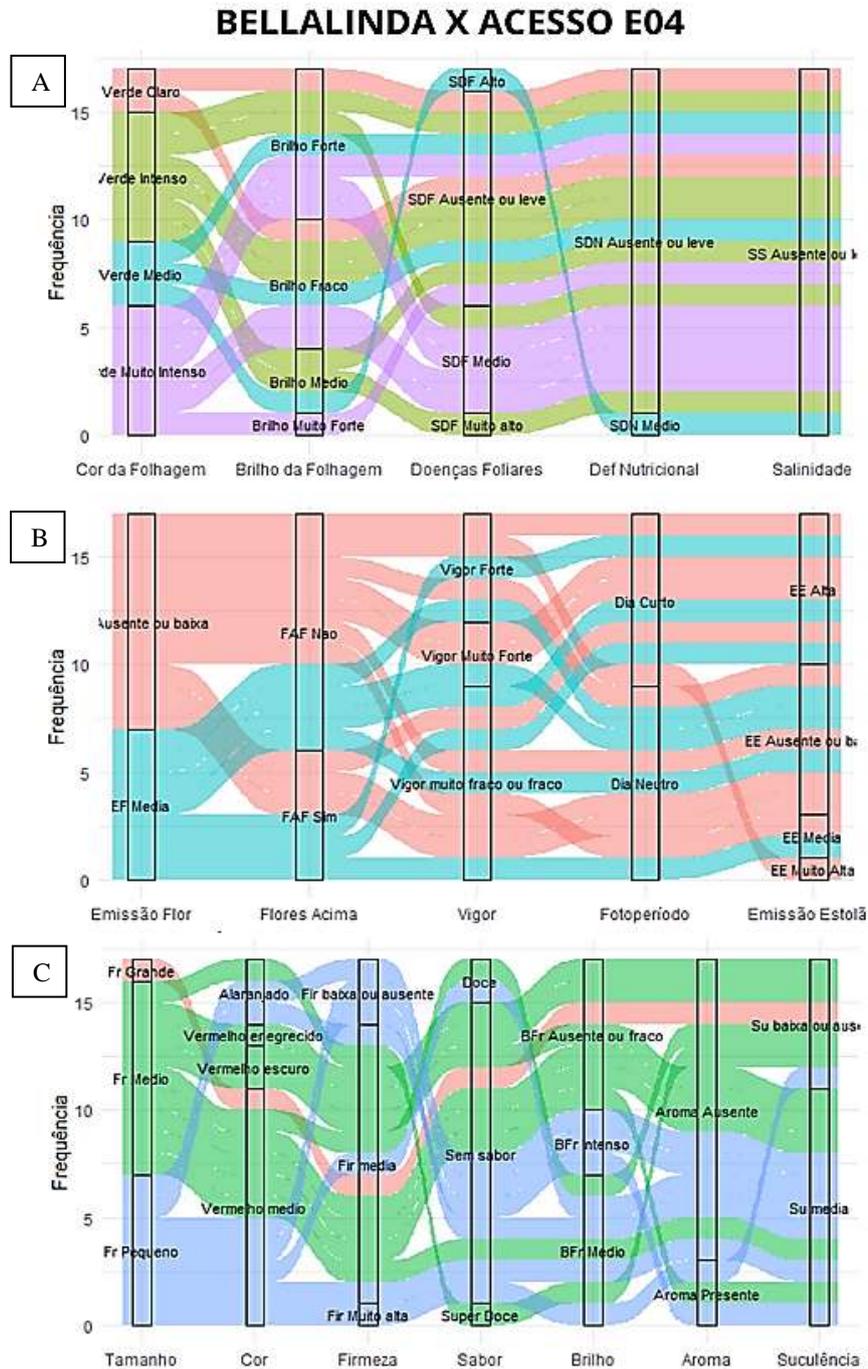
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Para as plantas da população proveniente do cruzamento BELLALINDA X ACESSO E04 (Figura 38), houve distribuição de diferentes escalas de cor de folhagem, assim como diferentes escalas de brilho. Houve ocorrência de plantas com sintomas de doenças foliares em diferentes escalas, porém com predominância de ausência ou leve (58,82%). A maioria dos indivíduos não apresentou sintomas de deficiência nutricional (94,12%), e nenhum apresentou salinidade (Figura 38 A).

Apesar de ter sido observada maior frequência de plantas com emissão de flor baixa ou ausente (58,82%), houve boa frequência de plantas com emissão média (41,18%). A maioria das plantas produziram flores abaixo da folhagem (64,71%), porém com alto número de plantas com flores acima da folhagem (35,29%). Houve maior frequência de plantas de vigor muito fraco ou fraco (52,94%). O número de plantas de dia curto (47,06%) e neutro (52,94%) foi bem distribuído, seguido de emissão alta (Figura 38 B).

A maioria das plantas produziram frutos médios (52,94%). Predominou plantas com frutos vermelho médio (64,71%). Houve frequência bem maior de plantas com frutos de firmeza média (76,47%), porém a maioria sem sabor. Contudo, houve ocorrência de plantas com frutos superdoces (5,88%) e doces (11,76%), apesar de menor proporção. Para o brilho do fruto, a frequência foi bem distribuída para as escalas de brilho avaliadas. Predominou plantas com frutos de suculência média (64,71%) (Figura 38 C).

Figura 38 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X ACESSO E04 primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

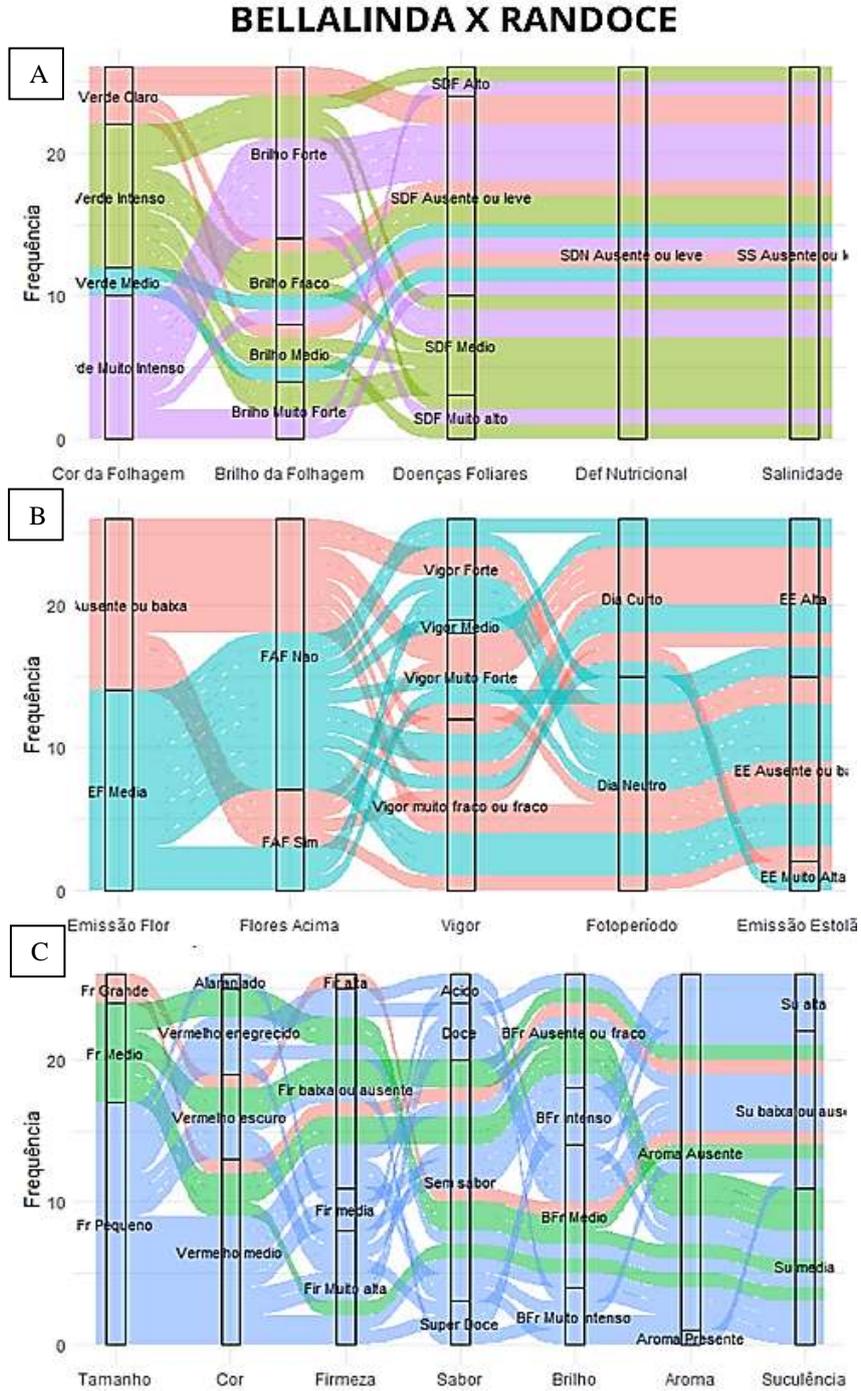
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na avaliação de plantas oriundas do cruzamento entre Bellalinda x Randoce (Figura 39), houve frequências maiores de plantas principalmente de folhagem verde muito intenso e intenso (38,46% para cada), brilho forte (46,15%) com ausência de sintomas de doenças foliares. Contudo, observou-se ocorrência de indivíduos com sintomas de doenças médio (26,92%), alto (15,38%) e muito alto (3,85%). Nenhum indivíduo apresentou sintomas de deficiência nutricional e nem salinidade (Figura 39 A).

Para emissão de flor, foi bem dividida para emissão média (95,38%) e ausência ou baixa (46,15%), com pouca diferença na ocorrência. A maioria das plantas produziram flor abaixo do nível da folhagem (73,08%), vigor muito fraco ou fraco (46,15%). A maioria das plantas eram de dia neutro (57,69%), contudo sem grande diferença para número de plantas de dia curto. Consequentemente prevaleceu plantas de emissão de estolão ausência, seguido de emissão alta e menor frequência de plantas com emissão muito alta (Figura 39 B).

A maioria das plantas produziram frutos pequenos (65,38%), porém com considerável frequência de frutos médios (26,92%), seguido de frutos grandes (7,69%). 50% das plantas produziram frutos vermelho médio. A maioria das plantas tinham frutos de firmeza baixa ou ausência (53,85%), porém foi observado número considerável de indivíduos com firmeza muito alta (30,77%) e média (11,54%). Predominou a frequência de frutos sem sabor (65,38%), contudo houve ocorrência de plantas com frutos doce (11,54%) e superdoce (7,69%), mesmo em menor escala. As frequências para característica de brilho do fruto foram bem distribuídas nas diferentes escalas, com predomínio de brilho médio (38,46%). A maioria dos frutos não era aromática, porém foi observado ocorrência de frutos aromáticos, mesmo em menor número (3,85%). Quanto à suculência do fruto, a maioria principalmente foi plantas de suculência baixa ou ausente e média (42,31% para cada característica) (Figura 39 C).

Figura 39 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X RANDOCE primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



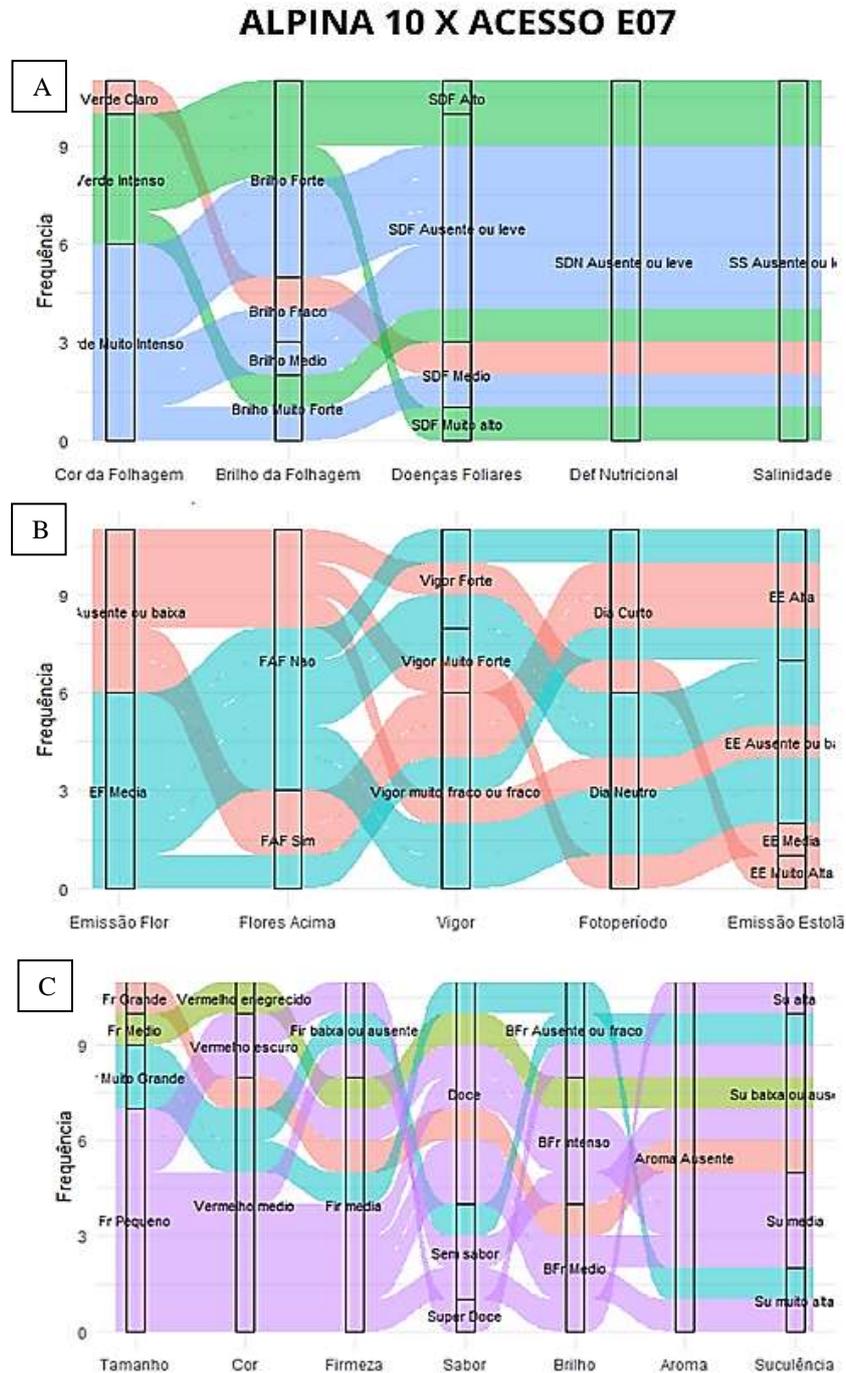
Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; BFr: brilho do fruto; Su: succulência do fruto.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na avaliação dos indivíduos oriundos do cruzamento entre Alpina 10 x ACESSO E07 (Figura 40), a maioria das plantas apresentaram folhagem de cor verde muito intenso (54,55%), brilho forte (54,55%), sem sintomas de doenças foliares (63,64%), sem deficiência nutricional (90,91%) e salinidade ausente em 100,00% (Figura 40 A). A maioria das plantas neste cruzamento apresentaram emissão de flor média (54,55%), abaixo do nível da folhagem, vigor muito fraco ou fraco (54,55%). A maioria de plantas apresentaram características de dia neutro (54,55%), mas com considerável número de plantas de dia curto (45,45%). Maior número de plantas com emissão de estolão ausente ou baixa (45,50%), seguida de emissão alta (36,36%), média e muito alta (9,09% cada) (Figura 40 B).

A maioria das plantas produziram frutos pequenos (63,64%), porém com ocorrência de plantas com frutos grande (27,27%) e médio (9,09%). A maior frequência para cor do fruto foi de plantas com frutos de vermelho médio (72,73%). A maioria dos indivíduos apresentaram frutos de firmeza média (72,73%) e sabor doce (63,64%). Para característica de brilho do fruto, a frequência foi bem distribuída. Não foram observadas plantas com frutos aromáticos. Predominou a característica de plantas com frutos de baixa suculência, porém, considerável ocorrência de frutos de suculência média (9,09%) e muito alta (18,18%) (Figura 40 C).

Figura 40 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos ALPINA 10 X ACESSO E07 primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



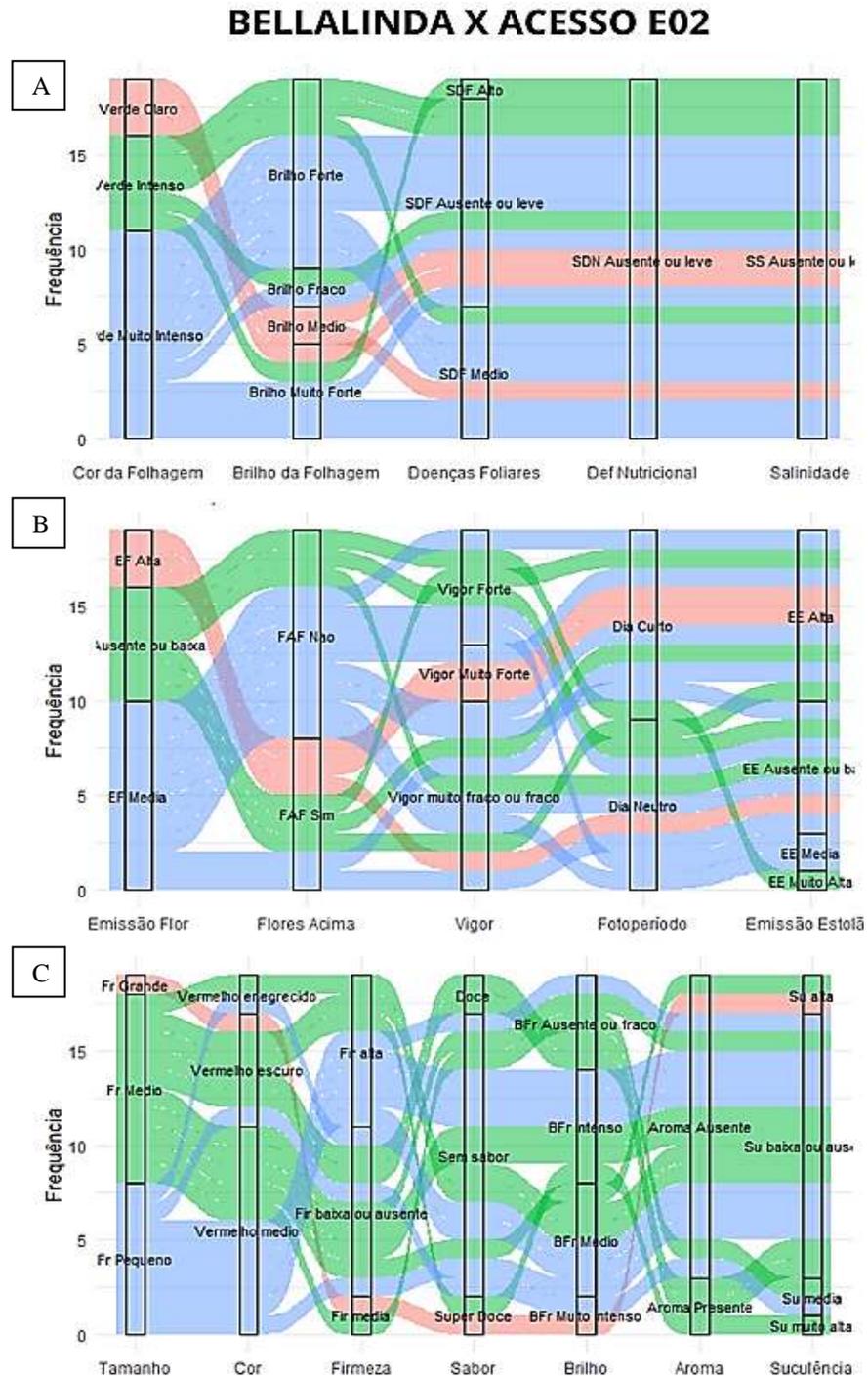
Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na população proveniente do cruzamento entre Bellalinda x acesso E02 (Figura 41), foi observada maioria de plantas com folhagem verde muito intenso (57,89%), brilho forte (52,63%) e ausência ou leve sintoma de doenças foliares. Porém houve ocorrência de plantas com sintomas de doenças foliares médio e alto. Nenhuma planta apresentou salinidade ou deficiência nutricional (Figura 41 A). A maioria apresentou emissão de flor média (52,63%). Para características de folhas acima da folhagem, a maioria não apresentou esta característica. Predominou plantas com vigor muito fraco ou fraco (52,63%). O número de plantas de dia neutro foi praticamente igual com o número de plantas de dia curto, 47,37% e 52,63% respectivamente (Figura 41 B).

Prevaleceu plantas com frutos de tamanho médio (52,63%) e vermelho médio (57,89%). Grande número de indivíduos produziu frutos de firmeza alta (42,11%), porém com uma frequência um pouco mais baixa do que a ocorrência de plantas com firmeza baixa ou ausente (47,37%). A maioria das plantas produziram frutos sem sabor, contudo houve ocorrência das características de frutos doce (10,53%) mesmo em menor escala. A característica de brilho do fruto foi bem distribuída na população. Foram observadas plantas com frutos aromáticos (3,85%). A maioria das plantas produziram frutos de suculência baixa ou ausente (73,68%), contudo houve ocorrência da característica de frutos de suculência nas escalas média (10,53%), muito alta (5,26%) e alta (10,53%) (Figura 41 C).

Figura 41 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos BELLALINDA X ACESSO E02 primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliaves; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir; firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: succulência do fruto.

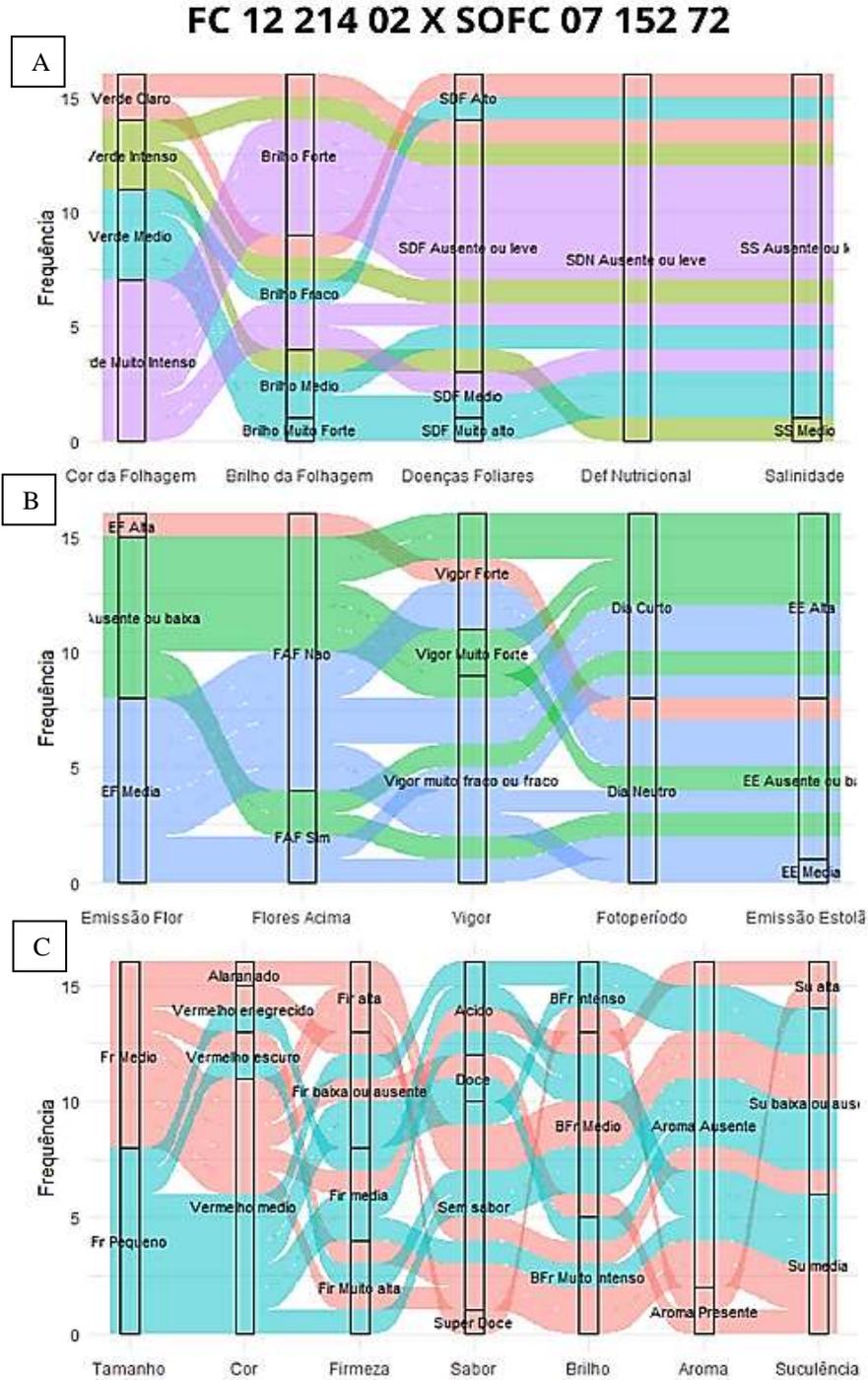
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

No cruzamento entre os genótipos FC 12 214 02 X SOFC 07 152 72 (Figura 42), houve ocorrência distribuída para diversas escalas de cor e brilho da folhagem, com predominância de plantas com folhas verde muito intenso (43,75%) e de brilho forte (43,75%). A maioria não apresentou sintomas de doenças foliares. Nenhum indivíduo apresentou sintoma de deficiência nutricional. Foi observada ocorrências de plantas com sintomas de sanilidade na escala média, mesmo em menor frequência (6,25%) (Figura 42 A).

Para emissão de flor, houve grande frequência e plantas com emissão média (50%), porém similar a frequência de plantas com emissão ausente ou baixa (43,75%). A maioria das plantas produziram flores abaixo do nível da folhagem, eram de vigor muito fraco ou fraco (56,25%). Foi bem dividido a ocorrência de dia neutro e dia curto, com 50% cada (Figura 42 B).

A frequência de plantas com frutos pequenos foi semelhante à ocorrência de plantas com frutos médios (50,00% cada). A maioria apresentou frutos de cor vermelho médio (68,75%). A firmeza foi bem distribuída. Predominou frutos sem sabor, contudo houve ocorrência de frutos doces (12,50%) e superdoces (6,25%) mesmo em menor escala. Prevaleceu maior número de indivíduos com brilho de fruto médio (50%) e muito intenso (31,25%) Foi observada frequência de plantas com frutos aromáticos, mesmo em menor número (12,50%) (Figura 42 C).

Figura 42 - Frequência de características avaliadas na população de “seedlings” do cruzamento entre os genótipos FC 12 214 02 X SOFC 07 152 72 primeiro ano de seleção correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.



Legenda: SDF: Sintomas de doenças foliares; SDN: sintoma de deficiência nutricional; SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; FAF: flores acima da folhagem; EE: emissão de estolão; Fr: fruto; Fir: firmeza de fruto; Bfr: brilho do fruto; Su: suculência do fruto.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A partir do estudo das populações, foi possível observar a ocorrência de progênes com diferentes fenótipos em um mesmo cruzamento, inferindo-se variabilidade esperada com a hibridação. Isso está diretamente relacionado com o grau de herdabilidade dos genitores para seus descendentes, o que deve ser melhor estudado dentro dos próximos ciclos de seleção.

Dessa forma, foi possível identificar cruzamentos promissores para exploração das próximas hibridações, sendo estes:

- Bellalinda x ACESSO E13: para ausência de plantas com sintomas de doenças foliares;

- Belalinda X PA 09 109 02; CAV ITA 10 107 12 x ACESSO E09; Bellalinda x ACESSO E13; PIR 09 075 08 x CAV TA 107 12; Alpina 10 x ACESSO E07: devido maior ocorrência de plantas com emissão de flores mais altas;

- PA 09 109 02 x CAV ITA 10 107 12; Bellalinda x CAV ITA 10 107 07, Bellalinda x PA 09 109 02; ACESSO E02 X ACESSO E08, CAV TA 107 12 x ACESSO E09: devido maior ocorrência de indivíduos com neutralidade a fotoperíodo;

- Alpina x ACESSO E03; PA 09 109 02 x CAV ITA 10 107 12; CAV ITA 10 107 07 X ACESSO E01; Bellalinda x CAV ITA 10 107 07; Bellalinda x PA 09 109 02; CAV ITA 10 107 12 x ACESSO E09; PIR 09 075 08 x CAV TA 107 12; CAV ITA 10 107 07 x Bellalinda; Bellalinda x ACESSO E04; Alpina x ACESSO E07; FC 12 214 02 X SOFC 07 152 72: devido maior número de características de qualidade de frutos;

- CAV ITA 10 107 07 X ACESSO E01; Polinização aberta; ACESSO E02 X ACESSO E08; Bellalinda x ACESSO E13; CAV ITA 10 107 07 x Bellalinda: com presença de frutos aromáticos.

A partir disso, dentro das populações foram selecionados 17 genótipos. Os cruzamentos (genitores) de cada seleção estão descritos na Tabela 9.

Tabela 10 - Genitores e identificação de genótipo de morangueiro selecionados no primeiro ciclo de seleção, correspondente a safra 2022/2023. Lages – SC, 2023.

| Genótipo      | Genitores          |   |                   |
|---------------|--------------------|---|-------------------|
|               | ♂                  | X | ♀                 |
| CAV 20.022.01 | Bellalinda         | X | CAV ITA 10.107.07 |
| CAV 20.092.01 | FC 12.212.02       | X | SOFC 07.152.72    |
| CAV 20.014.01 | CAV ITA 10.107.07  | X | Bellalinda        |
| CAV 20.014.02 | CAV ITA 10.107.07  | X | Bellalinda        |
| CAV 20.014.03 | CAV ITA 10.107.07  | X | Bellalinda        |
| CAV 20.014.04 | CAV ITA 10.107.07  | X | Bellalinda        |
| CAV 20.055.01 | Acesso E02         | X | Acesso E08        |
| CAV 20.086.01 | Bellalinda         | X | AcessoE02         |
| CAV 20.086.02 | Bellalinda         | X | AcessoE02         |
| CAV 20.056.01 | Bellalinda         | X | Acesso E08        |
| CAV 20.SN1.01 | Desconhecido*      |   |                   |
| CAV 20.081.01 | CAV ITA 10.107.07  | X | Acesso E09        |
| CAV 20.081.02 | CAV ITA 10.107.07  | X | Acesso E09        |
| CAV 20.025.01 | PIR 09.075.08      | X | CAV ITA 10.107.12 |
| CAV 20.012.01 | Acesso E02         | X | CAV ITA 10.107.07 |
| CAV 20.PA.01  | Polinização aberta |   |                   |
| CAV 20.068.01 | AcessoE10          | X | Pircinque         |

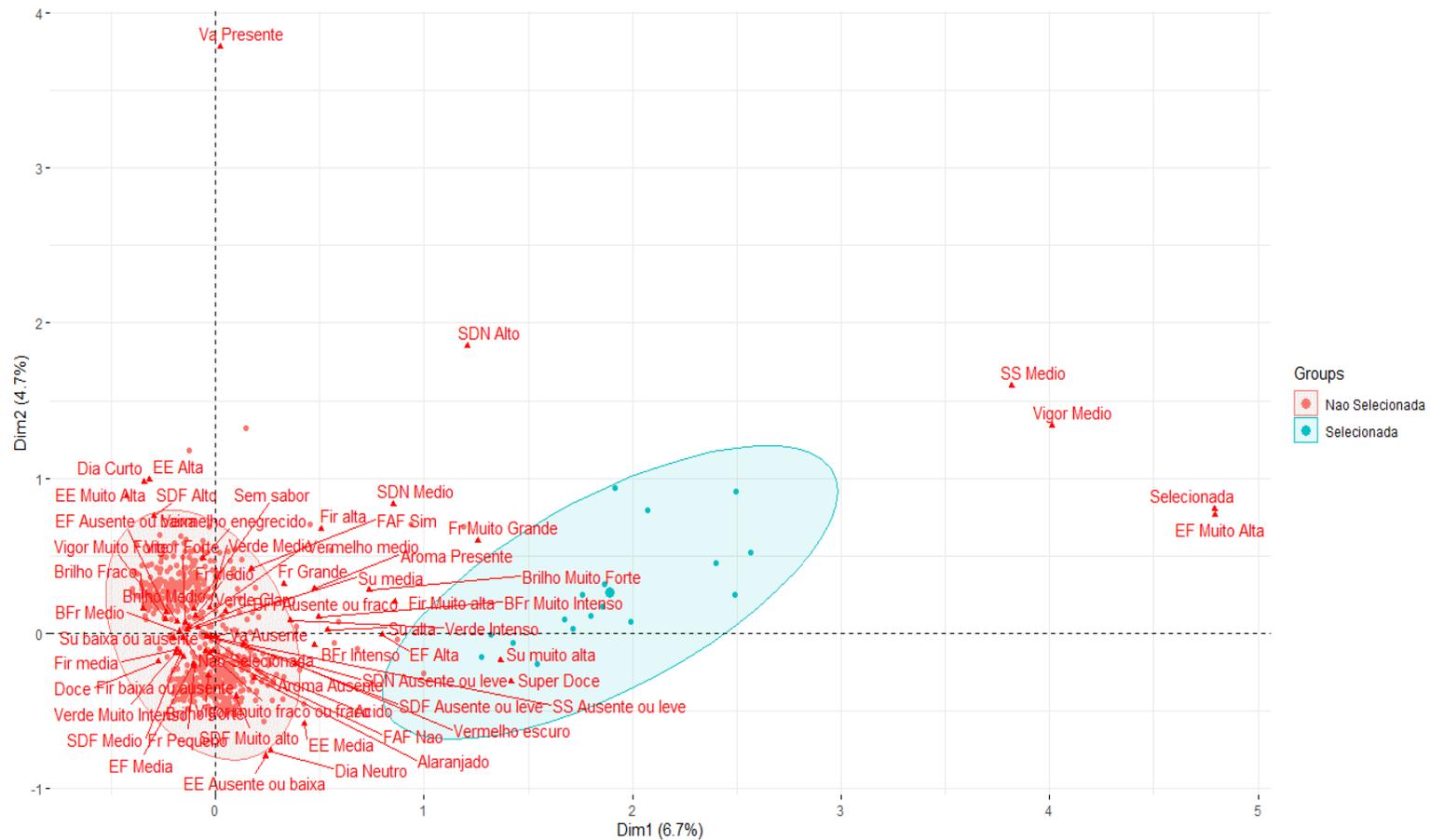
\* Identificação foi perdida

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

#### 4.5.2 Análise de correspondência múltipla

Como os 17 genótipos selecionados, procedeu-se com a análise dos dados coletados a campo para analisar o peso das variáveis na seleção dos genótipos. Com isso, os resultados da análise de correspondência múltipla de todas as características avaliadas e suas respectivas escalas estão apresentados na Figura 43.

Figura 43 - Análise de correspondência de todas as escalas dentro de cada variável, avaliadas em genótipos de morangueiro submetidos ao primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023.



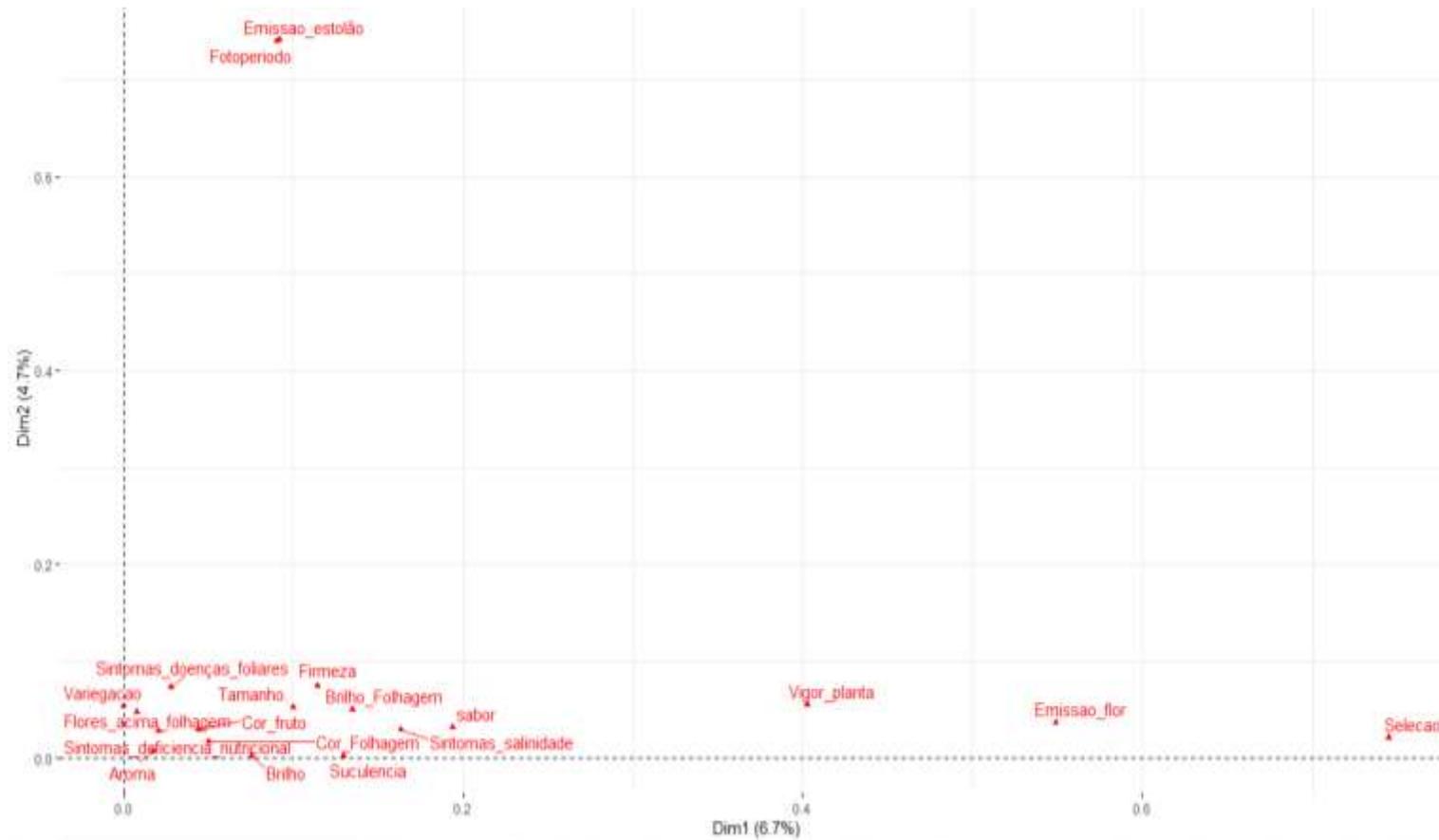
Legenda: SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; SDN: sintoma de deficiência nutricional; Va: Variegação; EE: emissão de estolão; Fir: Firmeza; Fr: fruto; FAF: folhas acida da folhagem; Su: suculência; Bfr: brilho do fruto.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A análise de correspondência dividiu os agrupamentos em função das variáveis de maior associação com a seleção de genótipos. Os pontos em azul representam os genótipos que foram selecionados e os vermelhos, genótipos não selecionados. A partir disso, foi possível observar, que a variável de emissão de flores muito alta ficou muito próxima da variável de seleção (dimensão 1 do gráfico, à direita). Isso demonstra que esta característica foi a mais associada com a seleção de genótipos. Ou seja, na maioria dos genótipos selecionados foi observada emissão de flor muito alta. O vigor de plantas também apresentou correspondência significativa com a seleção, porém em menor nível quando comparado a emissão de flor alta.

A Figura 44 apresenta os resultados da análise de correspondência indicando somente as características, sem as variações das escalas dentro delas. No primeiro componente principal (dimensão 1), as variáveis de seleção, vigor e emissão de flor estão associadas em um mesmo grupo. No gráfico é possível observar que tais variáveis estão no sentido contrário das demais, confirmando a associação destas com a variável de seleção (canto inferior direito no eixo x). Na segunda dimensão, as variáveis de emissão de estolão e fotoperíodo estão próximas, o que significa que possuem forte associação entre si, separando os pontos para cima ou para baixo.

Figura 44 - Análise de correspondência de parâmetros avaliados em genótipos de morangueiro submetidos ao primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023.



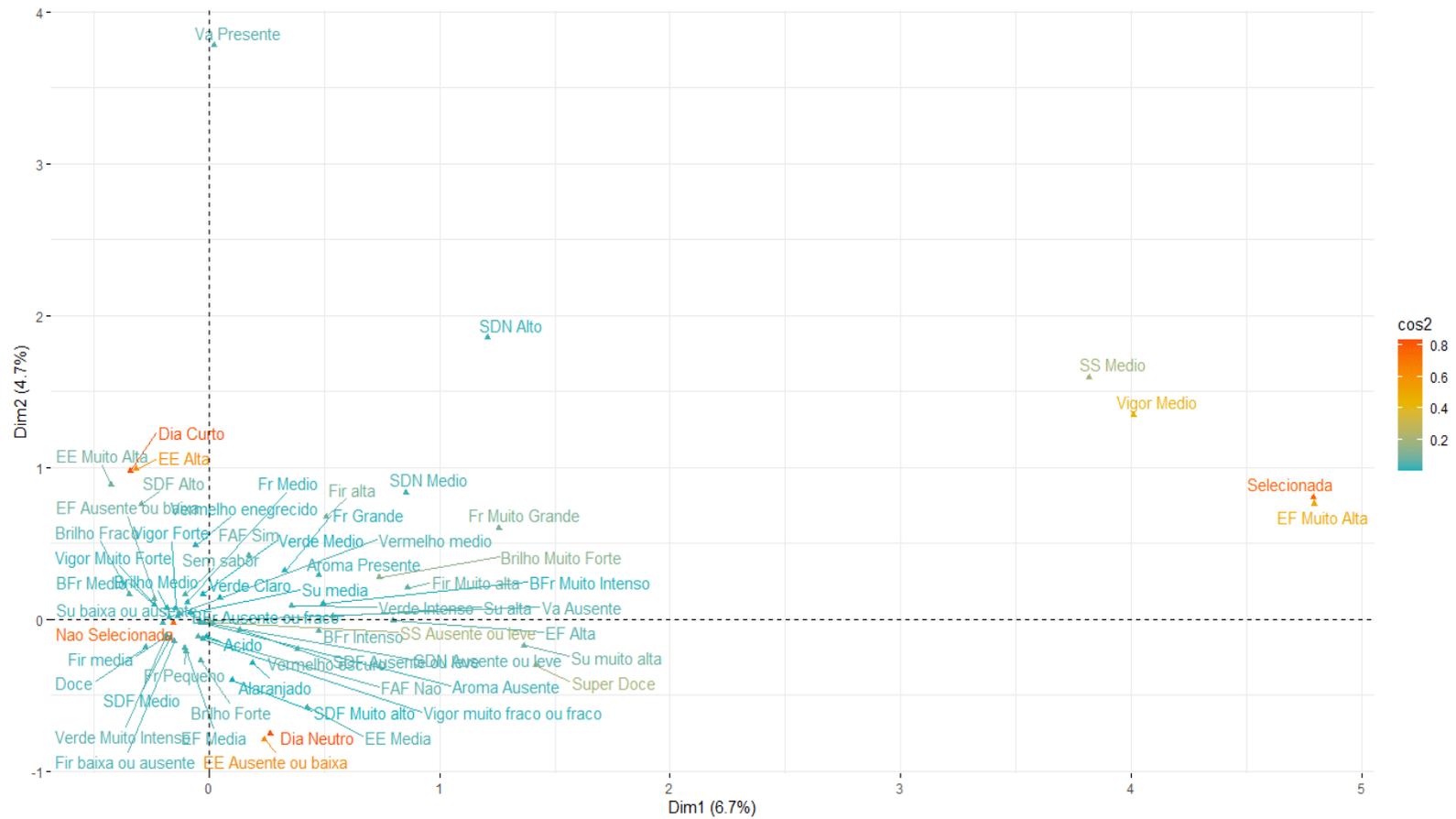
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Já na Figura 45, é possível visualizar os resultados da análise de associação de características, com agrupamento em função do nível de significância da associação das variáveis. Nesta análise, as variáveis em cores mais próximas da cor azul, representam menor associação, já as variáveis em cores mais próximas do vermelho, representam maior associação. Diante disso, foi possível observar que a característica de dia curto foi fortemente associada à emissão de estolão alta, assim como a característica de dia neutro, fortemente associada a emissão de estolão ausente ou baixa (destacados em cor vermelho e laranja).

A variável de “seleção” (canto inferior direito) e “não selecionado” (canto inferior esquerdo), estão em lados opostos nas dimensões, o que significa que os genótipos selecionados possuem características diferentes dos não selecionados. No geral, as variáveis que apresentaram algum nível de significância com selecionados ou não selecionados, são principalmente as variáveis que estão em coloração diferente do azul (Figura 45).

A variável de sabor na escala superdoce, no gráfico observando a coloração diferente do azul (cor cinza), apresentou certa associação com a seleção, porém em menor nível que as demais supracitadas (Figura 45).

Figura 45 - Nível de associação de cada característica avaliada em genótipos de morangueiro submetidos ao primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023.

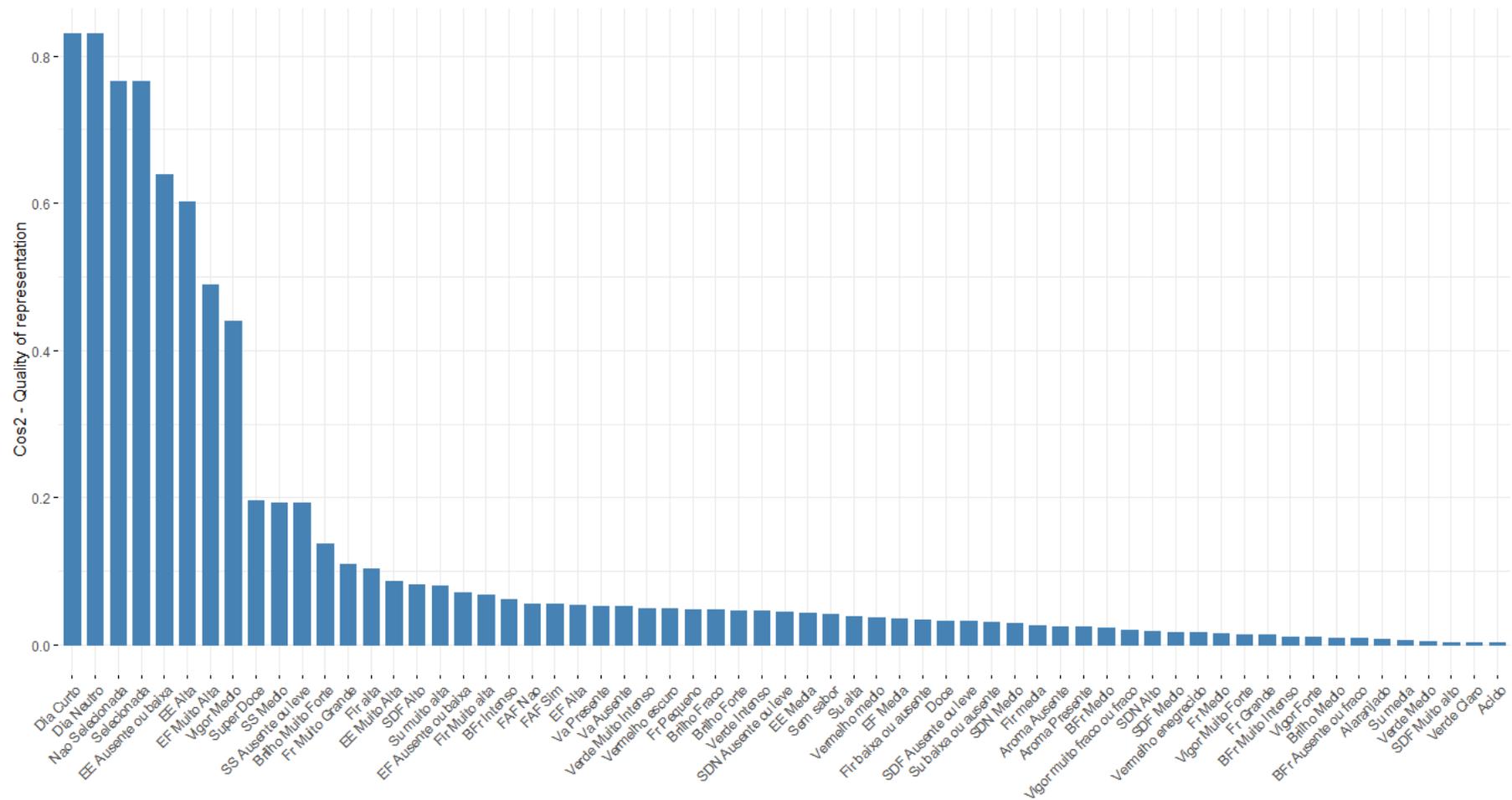


Legenda: SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; SDN: sintoma de deficiência nutricional; Va: Variegação; EE: emissão de estolão; Fir: Firmeza; Fr: fruto; FAF: folhas ácidas da folhagem; Su: suculência; Bfr: brilho do fruto.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Complementando e corroborando os resultados anteriores, a Figura 46 apresenta a contribuição de cada variável em relação a seleção de genótipos, em uma visão geral, demonstrando em ordem decrescente, o grau de associação do nível mais alto ao mais baixo de todas as variáveis. Em síntese, as variáveis que estavam diferentes da cor azul no nível de associação aos genótipos selecionados ou não selecionados, foram: fotoperíodo, emissão de estolão, emissão de flor, vigor e sabor superdoce.

Figura 46 - Contribuição de características na análise de correspondência para seleção de genótipos de morangueiro submetidos ao primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023.



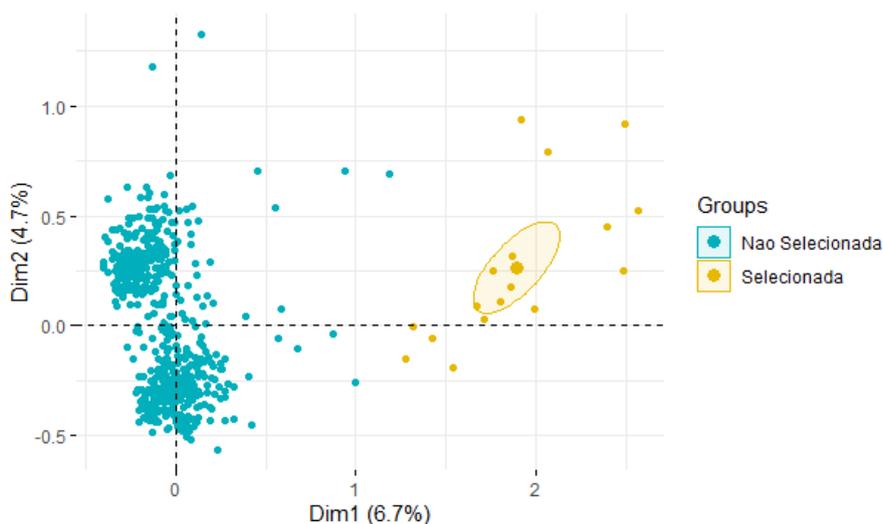
Legenda: SS: sintoma de salinidade; EF: emissão de flor; SDN: sintoma de deficiência nutricional; Va: Variação; EE: emissão de estolão; Fir: Firmeza; Fr: fruto; FAF: folhas acida da folhagem; Su: suculência; Bfr: brilho do fruto.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Com isso, em função dos resultados supracitados foram construídos gráficos individuais, com a apresentação dos pontos coloridos em função de cada variável com associação significativa com a seleção de genótipos.

Na Figura 47, os pontos em amarelo representam os genótipos selecionados, e os azuis os não selecionados, distantes nos eixos, demonstrando características diferentes entre si. A diferença entre características fenotípicas observadas entre genótipos pode estar relacionada à influência de fatores ambientais na expressão gênica. Genótipos de morangueiro diferem entre si também quanto à estabilidade de comportamento, pois alguns são mais afetados do que outros por condições ambientais adversas, devido a herança quantitativa de genes (COSTA *et al.*, 2015).

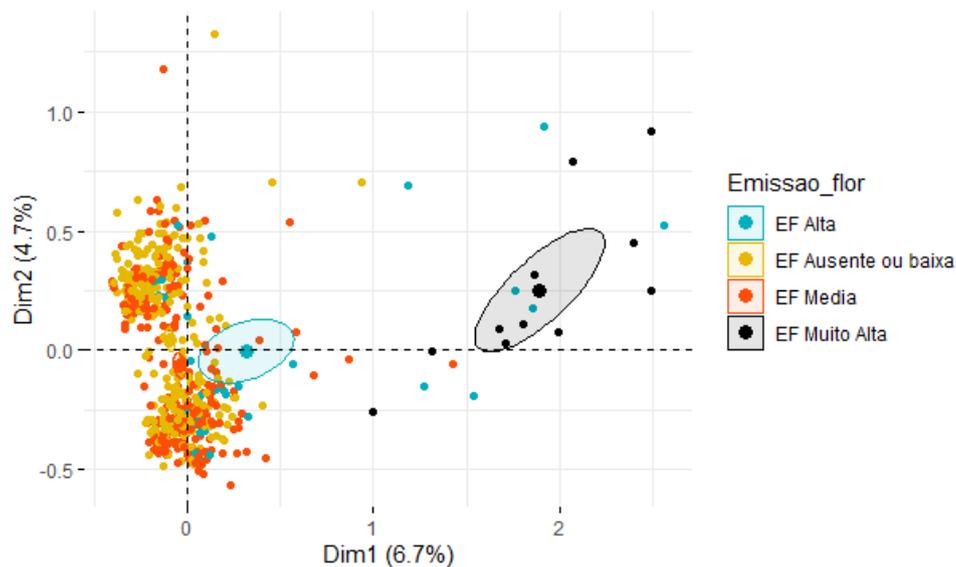
Figura 47 - Agrupamento de genótipos selecionados e não selecionados de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em primeiro ano de avaliação. Lages –SC, 2023.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A Figura 48 apresenta os resultados da análise de correspondência para característica de emissão de flor, variável com maior nível de correspondência com a seleção. Pontos azuis para emissão alta, amarelo para emissão ausente ou baixa, vermelho para emissão média e preto para emissão muito alta. A partir disso, foi possível observar que na maioria dos genótipos selecionados, a emissão de flor foi muito alta (cor preta) ou alta (cor azul), principalmente.

Figura 48 - Análise de correspondência para escalas de emissão de flor em genótipos de morangueiro em primeiro ano de avaliação. Lages –SC, 2023.



Legenda: EF: emissão de flor.  
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

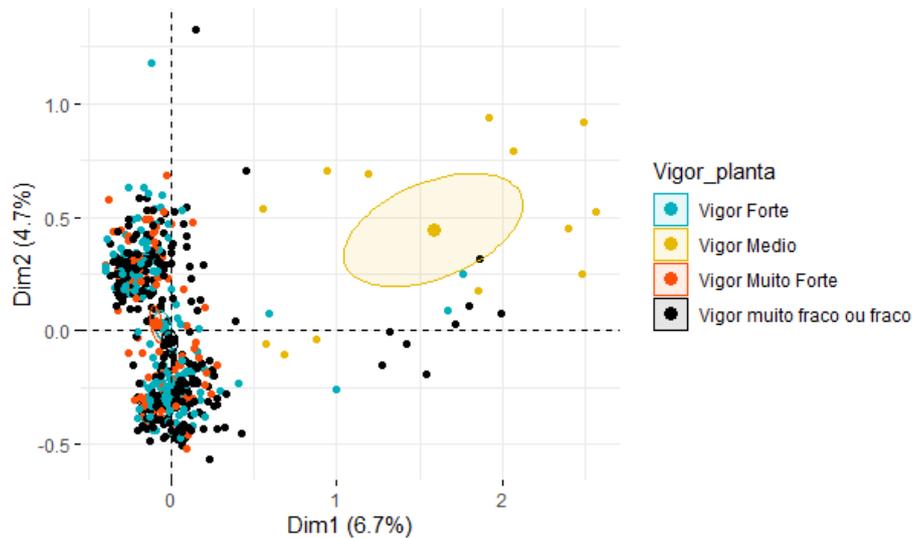
A variável de emissão de flor está diretamente ligada ao potencial produtivo da planta. Nesse sentido, a seleção de genótipos altamente produtivos é um dos principais objetivos nos programas de melhoramento (OLIVEIRA; BONOW, 2012). Este é um fator imprescindível para a rentabilidade necessária à manutenção dos produtores nesta cadeia produtiva (RONQUE *et al.*, 2013).

A produtividade de frutos em morangueiro é uma característica passível de herdabilidade e ganho genético elevados em programas de melhoramento (MISHRA; RAM; KUMAR, 2015) sendo um caráter quantitativo e controlado por vários genes, com variância predominantemente não-aditiva no controle do caráter (GAWRONSKI, 2011). A variável de emissão de flor alta, por sua vez, constitui um dos principais componentes da produtividade, sendo uma característica herdada quantitativamente, com variados níveis de herança aditiva ou não-aditiva dependendo da população (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

Na Figura 49, a análise de correspondência separou os pontos em função do vigor de plantas, apesar de menor nível de associação com a seleção. As diferentes cores representam as diferentes escalas de vigor. Azul para vigor forte, amarelo vigor médio, vermelho vigor muito forte e preto para vigor muito fraco ou fraco. Observou-se que a característica mais associada à seleção foi o vigor médio, onde a maioria dos genótipos selecionados apresentam

esta escala de vigor (pontos amarelos), apesar da existência de pontos de variáveis em outras escalas de vigor.

Figura 49 - Análise de correspondência múltipla para escalas de vigor em genótipos de morangueiro em primeiro ano de avaliação. Lages –SC, 2023.

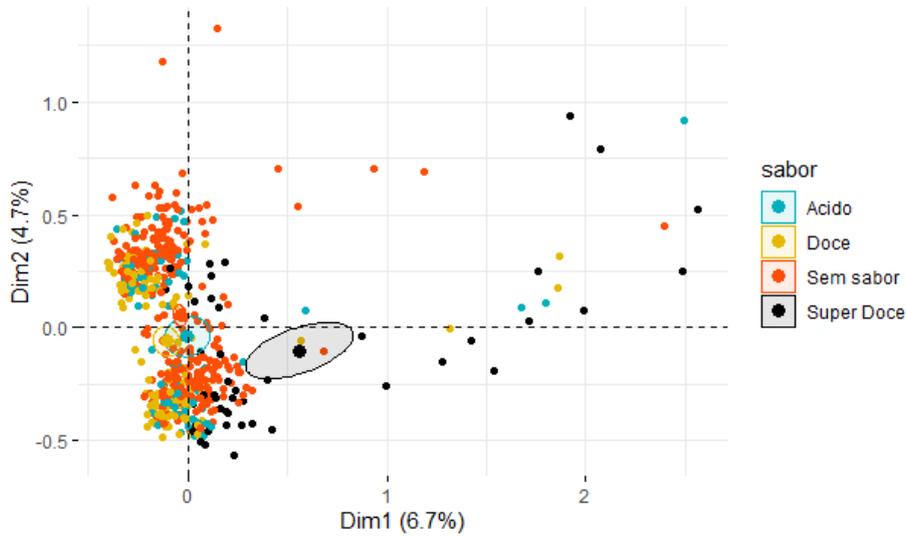


Fonte: Elaborado pela autora (2023)

No melhoramento genético da cultura do morangueiro, são priorizadas plantas de médio e muito fraco. Plantas com excesso de vigor podem apresentar algumas desvantagens para o produtor. Dentre as desvantagens, é possível elencar uma maior demanda de tratamentos culturais como podas de limpeza para manutenção do arejamento e sanidade das plantas. Há maior demanda de manejo de plantas no campo, exigindo maior mão de obra. Ainda, plantas muito vigorosas apresentam maior aporte de nutrientes para equilibrar a fase produtiva. Plantas muito vigorosas podem não se adaptarem bem a plantios mais adensados. Ou quando plantas em menores espaçamentos, podem apresentar problemas para arejamento e interceptação luminosa. Por essas razões, priorizam-se plantas com vigor equilibrado, facilitando uma série de práticas de manejo, e consequentemente, redução de custos.

Na Figura 50, a análise de correspondência reafirma os resultados quanto à associação da seleção com variável de sabor do fruto, conforme apresentado anteriormente. A distribuição dos pontos foi realizada em função das diferentes escalas de sabor. Azul para sabor ácido, amarelo para sabor doce, vermelho para sem sabor e preto para superdoce. Observando a aproximação entre tais variáveis com a seleção, constatou-se que a maioria selecionada, foi superdoce.

Figura 50 - Análise de correspondência múltipla para escalas de sabor de fruto atribuídas em genótipos de morangueiro em primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023.



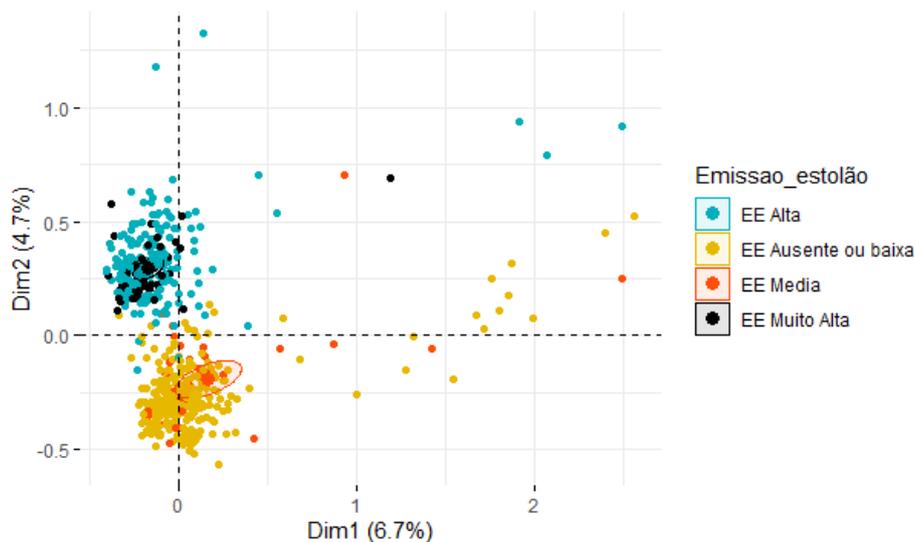
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A doçura dos frutos do morangueiro é determinada pelos açúcares solúveis, principalmente glicose, sacarose e frutose, enquanto a acidez titulável possui o ácido cítrico como seu principal componente (BASSON *et al.*, 2010). Frutos mais doces são mais atrativos ao mercado, uma vez que o consumidor da fruta associa qualidade do fruto primeiramente com a “doçura” do mesmo. Essa característica é influenciada pelo equilíbrio entre o teor de açúcares e ácidos presentes nos frutos maduros. Os ácidos orgânicos, após os açúcares, são o segundo principal constituinte dos sólidos e são formados principalmente por ácido cítrico (92%) e ácido málico (9%).

No melhoramento genético da cultura do morangueiro, priorizam-se, principalmente, frutos com sabor elevado, principalmente frutos mais doces. A doçura dos frutos, pode ser mensurada pelo teor de sólidos solúveis, expresso em °Brix e indica a quantidade de sólidos, especialmente açúcares, dissolvidos na água contida no fruto. Esses teores tendem a aumentar na medida em que os frutos amadurecem e variam conforme a cultivar e clima. Elevados teores de sólidos solúveis são desejáveis, tanto para o consumo *in natura*, quanto para o processamento.

As variáveis de emissão de estolão e fotoperíodo foram fortemente associadas entre si. Portanto, as Figuras 51 e 52 apresentam a distribuição dos pontos em função de tais características. Para emissão de estolão, foi possível observar que a escala de emissão de estolão média foi mais associada a seleção do que as demais.

Figura 51 - Análise de correspondência múltipla para escalas de emissão de estolão atribuídas em genótipos de morangueiro em primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023.

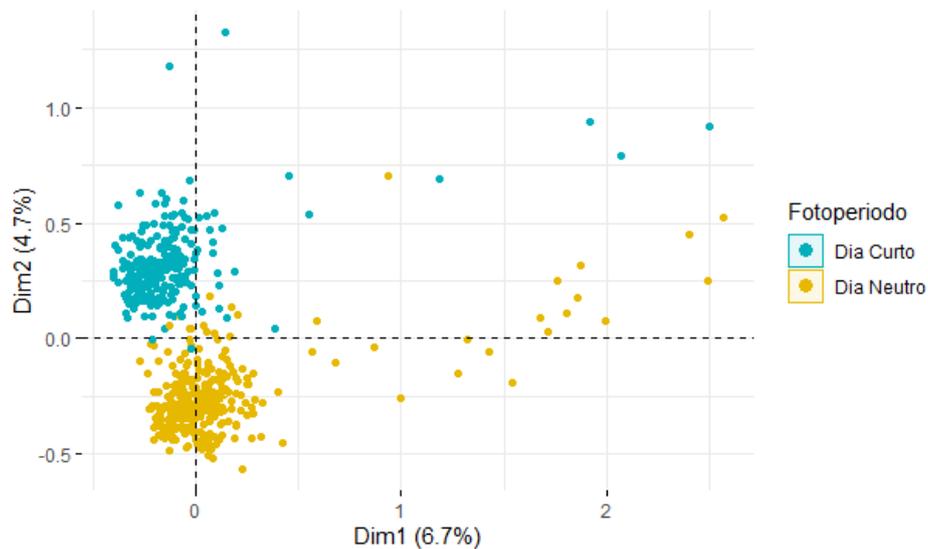


Legenda: EE: emissão de estolão.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Conseqüentemente, o fotoperíodo neutro, foi mais associado à seleção de genótipos (Figura 52). A neutralidade ao fotoperíodo permite obter produção durante os meses de verão, em regiões de altitude com verão ameno, época considerada de entressafra na maioria dos pólos produtores brasileiros (OTTO et al., 2009). Outro fator que tem levado ao aumento na importância das cultivares de DN é a possibilidade de prolongamento do período produtivo com estas cultivares, já que as cultivares de DC possuem uma janela de colheita limitada, especialmente em países com invernos rigorosos (HANCOCK; SJULIN; LOBOS, 2008).

Figura 52 - Agrupamento em função do fotoperíodo de genótipos e morangueiro em primeiro ano de avaliação. Lages – SC, 2023.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

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

Os genótipos selecionados foram multiplicados para serem submetidos aos próximos ensaios. Na clonagem e multiplicação de plantas, o número de mudas obtidas em cada genótipo está na descrito na tabela 10.

Tabela 11 - Mudanças obtidas (clones) por genótipo selecionado para compor o ensaio de terceiro ano na safra 2023/2024. Lages – SC, 2023.

| Nº da Seleção | Genótipo      | Clones |
|---------------|---------------|--------|
| 01            | CAV 20.068.01 | 11     |
| 02            | CAV 20.022.01 | 5      |
| 03            | CAV 20 092.01 | 12     |
| 04            | CAV 20.014.01 | 4      |
| 05            | CAV 20.014.02 | 10     |
| 06            | CAV 20.014.03 | 6      |
| 07            | CAV 20.014.04 | 7      |
| 08            | CAV 20.050.01 | 6      |
| 09            | CAV 20.086.01 | 7      |
| 10            | CAV 20.086.02 | 7      |
| 11            | CAV 20.056.01 | 9      |
| 12            | CAV 20.SN1.01 | 8      |
| 13            | CAV 20.081.01 | 19     |
| 14            | CAV 20.081.02 | 14     |
| 15            | CAV 20.025.01 | 11     |
| 16            | CAV 20.012.01 | 18     |
| 17            | CAV 20.PA.01  | 13     |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A definição da nomenclatura dos genótipos iniciou-se com prefixo do Programa “CAV”, seguido do ano de cruzamento, neste caso 2020 ou “20”, seguido do código do cruzamento com três dígitos e por fim, o número do genótipo selecionado dentro do cruzamento.

#### 4.6 CONCLUSÃO

Dos 336 híbridos de Morangueiro obtidos nos cruzamentos em 2020, foram selecionados 17 (CAV 20.068.01; CAV 20.022.01; CAV 20 092.01; CAV 20.014.01; CAV 20.014.02; CAV 20.014.03; CAV 20.014.04; CAV 20.050.01; CAV 20.086.01; CAV 20.086.02; CAV 20.056.01; CAV 20.SN1.01; CAV 20.081.01; CAV 20.081.02; CAV 20.025.01; CAV 20.012.01; CAV 20.PA.01) e multiplicados para a etapa seguinte de seleção;

Emissão de flor muito alta, vigor da planta médio e sabor do fruto muito doce, foram as características com maior peso na seleção dos referidos genótipos.

As populações que obtiveram genótipos selecionados foram provenientes dos cruzamentos: Bellalinda x CAV 10 107 07, FC 12 212 02 X SOFC 07 152 72, CAV ITA 10

107 07 X Bellalinda, ACESSOE02 X ACESSOE08, Bellalinda x ACESSOE02, Bellalinda x ACESSOE08, CAV ITA 107 107 07 X ACESSOE09, PIR 09 075 08 x CAV ITA 10 107 12, ACESSOE02 x CAV ITA 10 107 07 e ACESSO E01 x Pircinque.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A obtenção de novos genótipos promissores visa atender demandas de mercado, possibilitando cada vez maior rentabilidade para a cadeia produtiva do Morangueiro no Brasil. No entanto, o processo de seleção de novos genótipos demanda sucessivos anos de avaliação. Estas avaliações devem ser adequadamente planejadas e conduzidas para possibilitar maiores êxitos no processo.

Ainda, o emprego de técnicas adequadas tanto para obtenção, como para avaliação de genótipos de Morangueiro, permite seleção de caracteres importantes para agregar maior valor comercial para as futuras cultivares.

Desse modo, esta pesquisa possibilitou obtenção de resultados os quais permitiram indicar genótipos com características desejáveis ao melhoramento, principalmente com diferencial para qualidade de fruto. Ao todo foi avaliado um total de 1.159 novos genótipos de Morangueiro, em diferentes ciclos de seleção. Dos 1.159 avaliados, foram obtidas 21 novas seleções. No entanto, são necessários outros anos de avaliações, em diferentes locais e sistemas de cultivo, a fim de confirmar o potencial dos genótipos pré-selecionados nesta pesquisa.

O estudo as populações possibilitou identificar cruzamentos promissores a serem mais explorados nas próximas hibridações pelo Programa de Programa de Melhoramento Genético da UDESC/CAV-CREA. Novas hibridações estão sendo planejadas baseadas nos resultados desta pesquisa, demonstrando a importância deste trabalho.

No mais, o Programa de melhoramento genético da UDESC/CAV em parceria com CREA-FRF, está ativo e possui até o ano de 2023, cinco cultivares registradas, as quais encontram-se disponíveis ao produtor. Objetiva-se dar continuidade aos ensaios com as novas seleções, visando futuro registro de cultivares de Morangueiro adaptadas ao Planalto Sul Catarinense e possivelmente para outras regiões.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, V.C. et al. Repeatability and heritability of production characters in strawberry fruits. **Horticultura Brasileira**, v. 38, p 89-93. 2020.
- ANTUNES, L.E.C; REISSER JUNIOR, C; BONOW, S. **Morango**: produção aumenta ano a ano. Anuário HF, p.87-90. 2021.
- ANTUNES, L.E.C.; REISSER JÚNIOR, C; ERNANI, S. Editores Técnicos. Brasília-DF: Embrapa. **Morangueiro**. 1ª ed. Brasília-DF: Embrapa, 590p. 2016
- ANTUNES, L. E. C. et al. Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 222-226, abr./jun. 2016.
- ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry Production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, [S. l.], v. 13, n. 1-2, p. 156-161, 2013.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C. **Caracterização da produção de morangos no Brasil**. [2007?]. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Morango-situacao-Importancia\\_000fn2g4bkj02wyiv8065610dpqk1par.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Morango-situacao-Importancia_000fn2g4bkj02wyiv8065610dpqk1par.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2023.
- ANTUNES, L. E. C et al. **Morangos os desafios da produção brasileira**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1153119/1/AnuarioHF2023p92.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2023.
- BARNECHE, A. C. de O.; BONOW, S. **Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil**. Informe Agropecuário , v. 33 n. 268, p. 21-26, 2012.
- BARTH, ENEIDE. **Aptidão de híbridos experimentais de morangueiro obtidos a partir de cruzamentos intraespecíficos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2017. 110 p.
- BASSON, C. E. et al. Sugar and acid-related quality attributes and enzyme activities in strawberry fruits: Invertase is the main sucrose hydrolysing enzyme. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 121, n. 4, p. 1156-1162, Aug. 2010.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 1998.
- BRANDT, G.Q., et al. Productivity and analysis of morphological characters of experimental strawberry genotypes. **Horticultura Brasileira**. v 40. n. 4. p. 426-431. 2022.
- CAMARGO, S. S; RUFATO, L. Ambientes e fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento ex vitro de morangueiro ‘pircinque’. **Revista Científica Rural**, Bagé-RS, V 21, n 1, p 96-109, 19 out. 2019.
- CARPENEDO, S; ANTUNES, L.E.C; TREPTOW, R.O. Caracterização sensorial de morangos cultivados na região de Pelotas. **Horticultura Brasileira**. v. 34. p 565-570. 2016.

CERUTTI, P. H. et al. Seleção recorrente como ferramenta no melhoramento de plantas autógamas. **Revista Agronomia Brasileira**. v 3. 15 Abr 2019.

CHANDLER, C. K.; SUMLER, J. C.; RONDON, S. I. Evaluation of strawberry cultivars grown under a high plastic tunnel in West Central Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, [S. l.], v. 118, p. 113-114, 2005.

CIRYNO, CAROLINA. **Análise geométrica de dados através de análise de correspondência múltipla**. Monografia (graduação). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011. 41p.

COCCO et al . Desempenho produtivo de genótipos de morangueiro de dia neutro na Serra Gaúcha. **Rev. Elet. Cient. da URGs** .v. 6, n. 02, Edição Especial XSBPF, p. 155-163. 2020.

COSTA, S. I. et al. Parâmetros qualitativos de morangueiros de dias neutros produzidos em cultivo sem solo. **Revista Engenharia na Agricultura - REVENG**. Paraíba, v. 27, n. 6, p. 481-489. 2019.

CRUZ, C.D; REGAZZI, A.; CANEIRO, P. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4ed. Viçosa, 2012. 514p.

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

DURNER, E.F. et al. Recent advances in strawberry plug transplant technology.

**HortTechnology**, v.12, n.4, p.545-550, 2002. Disponível em

[https://www.researchgate.net/publication/242188565\\_Recent\\_Advances\\_in\\_Strawberry\\_Plug\\_Transplant\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/242188565_Recent_Advances_in_Strawberry_Plug_Transplant_Technology). Acesso em: 20 de junho de 2023.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.

FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 33, n. 1, p. 109-120, out. 2011

FAGHERAZZI, A. F. et al. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Horticulturae**, [S. l.], v. 1156, p. 937-940, 2016.

FAGHERAZZI, A. F. et al . Strawberry production progress in Brazil. In: VIII International Strawberry Symposium, 2016, Quebec. **Anais..** Quebec: Horticulture Research Center/INAF, 2016. p. 937-940.

FAGHERAZZI, ANTONIO FELIPE. **Avaliação de cultivares de morangueiro no planalto sul catarinense**. Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013. 107p.

FAGHERAZZI, ANTONIO FELIPE. **Adaptabilidade de novas cultivares e seleções de morangueiro para o Planalto Sul Catarinense**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages. 2017. 144 p.

FAGHERAZZI, A. F., ET. AL. Pircinque: a new strawberry cultivar for Brazilian producers. **Horticultura Brasileira**, v. 39, n. 4, p 458-463. 2021.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organisation Statistics Database**. 2019. Produção mundial de pequenas frutas. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#compare>. Acesso em: 20 de dezembro de 2022.

FAVERO, L.P. et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FERREIRA, D. F. **Estatística Multivariada**. - 2. ed. rev. e ampl. – Lavras: UFLA, 2011 (a).

GALVÃO, A. G. Hibridação de morangueiro e seleção de clones com potencial para cultivo n sul de minas gerais. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2014. 77 p.

GALVÃO, A. G. et al. Breeding new improved clones for strawberry production in Brazil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, PR, v. 39, n. 2, p. 149-155, 2017.

GONÇALVES, M. A. et al. Crescimento e desenvolvimento. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Ed.) **Morangueiro**. Brasília, Embrapa: 2016. p. 47-66.

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

HANCOCK, J. F. Ecological genetics of natural strawberry species. **Hortscience**, Alexandria, v. 25, n. 8, p. 869–871, Aug. 1990.

INMET. **Mapa de estações**. [portal.inmet.gov.br](http://portal.inmet.gov.br)Instituto Nacional de Meteorologia Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/#>. Acesso em 24 de abril de 2023.

KOSKELA, E. **Genetic and Environmental Control of Flowering in Wild and Cultivated Strawberries**. 2016. Dissertation (Doctor Scientiae in Plant Sciences) – University of Helsinki, Helsinki, Finland, 2016.

LERCETEAU-KÖHLER, E. et al. Genetic dissection of fruit quality traits in the octoploid cultivated strawberry highlights the role of homoeo-QTL in their control. **Theoretical and Applied Genetics**, [S. l.], v. 124, n. 6, p. 1059-1077, Jan. 2012.

LIMA, J. M., FAGHERAZZI, A. F.; BOGO, A. Epidemiologia da mancha de micosferella em genótipos de morangueiro. **Journal of Agronomical Science**, v. 9, n. 2, p 46-55. 2020

LUCIANA, L.C.N et al. Caracterização físico-química dos pseudofrutos de híbridos do morangueiro no Norte de Minas Gerais. EPAMIG. **Circular Técnica**, n.376, out. 2022.

MACHADO, J. Strawberry cultivation in Brazil. **Revista Geama**, v. 2, n. 3, p. 230-238, jul./set. 2016.

MADAIL, J. C. M. Panorâmica econômico. In: ANTUNES, L. E. C. et al. **Morangueiro**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 17-33.

MENEZES JR., F.O.G.; SILVA, P.F. **Cultivo do morangueiro em sistema semi-hidropônico**. Florianópolis: Epagri, 2023. 316p.

MISHRA, P. K.; RAM, R. B.; KUMAR, N. Genetic variability, heritability, and genetic advance in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, [S. l.], v. 39, n. 3, p. 451-458, June 2015.

MUELLER, FERNANDO CAMILLO DA SILVA. **Avaliação agronômica de seleções avançadas de morangueiros de dias curtos**. 2022. 85f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

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

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

PÁDUA, J. G. et al. Comportamento de cultivares de morangueiro em Maria da Fé e Inconfidentes, sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, MG, v. 7, n. 2, p. 69-79, jun. 2015 (a).

PÁDUA, J. G. et al. Desempenho agronômico e comportamento de cultivares de morangueiro quanto à mancha-de-pestaloptiopsis e às podridões dos frutos. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, MG, v. 7, n. 1, p. 65-74, mar. 2015 (b).

PASSOS, F.A; TRANI, P.E; CARVALHO, R.L.C.. Desempenho agronômico de genótipos de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 33. P. 267-271. 2015.

PETERNELLI, L. A et al. Delineamentos aumentados no melhoramento de plantas em condições de restrições de recursos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2425-2430, dez, 2009.

PRADO, M. V. B. **Métodos de análise de correspondência múltipla> estudo de caso aplicado a avaliação de qualidade do café**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras: 2012. 76 p.

PRITTS et al (1998), “Strawberry Production Guide – For the Northeast, Midwest, and Eastern Canada”. Disponível em: <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/66932>. Acesso em: 20 de junho de 2023.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013.

RESENDE J.T. et. al. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 185-189. 2010.

RICHTER, ADRIK et al. Produção de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega** Urcamp, p. 2307- 2314, 2017.

ROJAS-MOLINA, A. M., PANDOLFO, C., RICCE, W. S. & SILVA, A. L. Diagnóstico da produção de morango em Santa Catarina em 2015. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 33, n. 2, p. 65-70. 2020.

ROSA, H. T. **Emissão e crescimento de folhas e seus efeitos na produção de frutas de duas cultivares de morangueiro**. 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. 84 p.

RONQUE, E. R. V. et al. Viabilidade da cultura do morangueiro no Paraná-BR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 35, n. 4, p. 1032-1041, dez. 2013.

SANTOS, L.L.S. **Produtividade de clones experimentais de morangueiro para região de Campos das Vertentes-MG**. Monografia (graduação) Lavras: UFLA, 2019. 33p.

SOUZA, D.C et. al. Propriedades físicoquímicas em frutos de híbridos experimentais de morangueiro. **Agrotropica**. v 29. p 85-96. 2017.

SUKHJIWAN, K. et al. Identification, characterization and interpretation of single-nucleotide sequence variation in allopolyploid crop species. **Plant Biotechnology Journal**, v 10, p. 125–138, 2012?.

TAZZO, I.F et al. Exigência térmica de duas seleções e quatro cultivares de morangueiro. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 3, p. 550-558, setembro 2015.

UKALSKA, J. et al. Patterns of variation and correlation among traits in a strawberry germplasm collection (*Fragaria x ananassa* Duch.) **Journal of Fruit Ornamental Plant Research**, v. 14. p. 5-22, 2006.

VIEIRA, SYLVIA DANTAS. **Parâmetros genéticos, fenotípicos e seleção de híbridos experimentais de morangueiro**. Tese (doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016. – Lavras : UFLA, 2016. 113 p.

VIEIRA, S. D et. al. Selection of experimental strawberry (*Fragaria x ananassa*) hybrids based on selection indices. **Genetics and Molecular Research**. v. 16. p 1-11. 2017.

VIEIRA, S.D. et. al. Heritability and combining ability studies in strawberry population. **Journal of Agricultural Science**. V. 11. P. 57-469. 2019.

VIGNOLO, G.K. Origem e botânica. In: ANTUNES, L. E. C. et al. **Morangueiro**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 37-46.

WHITAKER, V. M. et al. Historical trends in strawberry fruit quality revealed by a trial of University of Florida cultivars and advanced selections. **HortScience**, [S. l.], v. 46, n. 4, p. 553-557, Apr. 2011.

WURZ et al. Suscetibilidade a doenças fúngicas em morangueiro. **Global Science and Technology** v. 15, n. 1, p: 30-34, 2022.

ZAHEDI, S. M.; SARIKHANI, H. The effect of end of day far-red light on regulating flowering of short-day strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Paros) in a long-day situation. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 64, n. 1, p. 83–90, 23 jan. 2017.

ZANIN, DANIEL SUEK. **Divergência morfoagronômica e seleção de genótipos avançados de morangueiro** (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Santa Catarina, Programa de Pós graduação em Produção Vegetal, Lages, 2019.

ZANIN, Daniel Suek et al. Productive and qualitative characteristics of strawberry genotypes in the Plateau of the State of Santa Catarina, Brazil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 2, p. 178-187, 2020.

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

ZEIST, A. R.; RESENDE, J.T.V. Strawberry breeding in Brazil: current momentum and perspectives. **Hortic. bras.**, Brasília, v.37, n.1, Jan-mar. 2019.

**APÊNDICE A - RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO NA PROFUNDIDADE DE  
0-20 CM. LAGES -SC , 2023.**

| <b>Ano 2022</b>          |                              |                        |                         |                           |          |           |                              |               |                     |
|--------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|----------|-----------|------------------------------|---------------|---------------------|
| <b>Prof.<br/>Amostra</b> | <b>pH<br/>H<sub>2</sub>O</b> | <b>Índice<br/>SPM</b>  | <b>M.O<br/>% m/v</b>    | <b>P</b>                  | <b>K</b> | <b>CA</b> | <b>MG</b>                    | <b>H + AL</b> | <b>Bases<br/>V%</b> |
|                          |                              |                        |                         | <b>mg dm<sup>-3</sup></b> |          |           | <b>cmolc dm<sup>-3</sup></b> |               |                     |
| 0 – 20<br>cm             | 5,24                         | 5,21                   | 4,1                     | 9,1                       | 137      | 6,43      | 4,2                          | 10,8          | 50,41               |
|                          | <b>CTC<br/>pH 7</b>          | <b>CTC<br/>efetiva</b> | <b>Argila<br/>% m/v</b> | <b>S</b>                  | <b>B</b> | <b>CU</b> | <b>ZN</b>                    | <b>MN</b>     | <b>CA/MG</b>        |
|                          | 21,78                        | 11,68                  | 43                      | 12,2                      | 0,42     | 1,41      | 3,3                          | 43            | 1,53                |
| <b>Ano 2021</b>          |                              |                        |                         |                           |          |           |                              |               |                     |
| <b>Prof.<br/>Amostra</b> | <b>pH<br/>H<sub>2</sub>O</b> | <b>Índice<br/>SPM</b>  | <b>M.O<br/>% m/v</b>    | <b>P</b>                  | <b>K</b> | <b>CA</b> | <b>MG</b>                    | <b>H + AL</b> | <b>Bases<br/>V%</b> |
|                          |                              |                        |                         | <b>mg dm<sup>-3</sup></b> |          |           | <b>cmolc dm<sup>-3</sup></b> |               |                     |
| 0 – 20<br>cm             | 5,3                          | 4,9                    | 3,1                     | 3                         | 108,81   | 2,22      | 1,54                         | 15,4          | 20,78               |
|                          | <b>CTC<br/>pH 7</b>          | <b>CTC<br/>efetiva</b> | <b>Argila<br/>% m/v</b> | <b>S</b>                  | <b>B</b> | <b>Cu</b> | <b>Zn</b>                    | <b>Mn</b>     | <b>CA/MG</b>        |
|                          | 19,44                        | 5,19                   | 47                      | -                         | -        | 5,4       | 2,8                          | 13,8          | 1,4                 |

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

**APÊNDICE B - TIPO DE MUDA UTILIZADO NA MULTIPLICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO DURANTE A PESQUISA, DENOMINADO MUDA DE TORRÃO.**

LAGES - SC, 2023.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

APENDICE C - SELEÇÕES DE MORANGUEIRO (*FRAGARIA X ANANASSA* DUCH.). LAGES  
– SC, 2023.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)