

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

LAMINE SANÓ

**DENSIDADE DE PLANTIO E VERNALIZAÇÃO DE MUDAS DE TORRÃO NA
CULTURA DO MORANGUEIRO**

**LAGES
2022**

**DENSIDADE DE PLANTIO E VERNALIZAÇÃO DE MUDAS DE TORRÃO NA
CULTURA DO MORANGUEIRO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Produção Vegetal pelo Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Orientador: Prof. Dr. Leo Rufato

**LAGES
2022**

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

Sanó, Lamine
DENSIDADE DE PLANTIO E VERNALIZAÇÃO DE
MUDAS DE TORRÃO NA CULTURA DO MORANGUEIRO /
Lamine Sanó. -- 2022.
76 p.

Orientador: Leo Rufato
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages,
2022.

1. Fragaria x ananassa Duch. 2. Genótipo. 3. População
de plantas. 4. Produtividade. 5. Manejo de poda. I. Rufato,
Leo . II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal. III. Título.

LAMINE SANÓ

**DENSIDADE DE PLANTIO E VERNALIZAÇÃO DE MUDAS DE TORRÃO NA
CULTURA DO MORANGUEIRO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Produção Vegetal pelo Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Leo Rufato

Universidade do Estado de Santa Catarina

Membros:

Profa. Dra. Francine Regianini Nerbass

Universidade do Estado de Santa Catarina

Dr. Thiago Afonso Macedo

Empresa Agromillora

Lages, 28 de julho de 2022

Aos meus pais, pela educação e apoio, motivação em cada fase desta conquista, e por acreditarem em mim sempre. Por isso, peço que Deus lhes dêem vida longa, para que eu possa retribuir aquilo que eles fizeram por mim, quando ainda era criança.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda força, ânimo e coragem, de me abençoar e nunca abandonar, mesmo quando tinha perdido a fé. Que me ofereceu para ter alcançado minha meta.

Agradeço o meu orientador Prof. Dr Leo Rufato, que considero hoje como sendo meu Pai, porque ele não só dá aulas, mas sim ensina, educa, orienta e incentiva. Além disso, pela confiança a mim depositadas. Serei eternamente grato por todo apoio.

Agradeço meus conterrâneos aqui no Brasil, especialmente os que estão em Lages, Aladje Té, Carlos Zacarias, Joaquim Dionísio Gomes Kór e Nelito pelo apoio e incentivo ao longo desses anos, serei eternamente grato.

Um agradecimento especial à Juliana Martins de Lima, que ajudou ao longo desses dois anos de mestrado e por ser uma amiga especial, irmã e colega. Pela sua inesgotável paciência e dedicação comigo. Certamente vou levá-la para o resto da minha vida.

Agradeço à família linda e unida do Laboratório do grupo de pesquisa Fruticultura CAV-UDESC, pois sem esse grupo este trabalho não seria possível. Gratidão por toda a ajuda e companheirismo e pelo convívio enriquecedor.

Sou profundamente grato ao governo brasileiro e em especial a Universidade do Estado de Santa Catarina e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível pelo ensino de qualidade e auxílio financeiro, através da concessão de bolsa de estudo. Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal-CAV/UDESC pela contribuição na minha formação profissional, proporcionando um ensino de qualidade, esse mesmo agradecimento vai para todos os professores e técnicos administrativo da mesma instituição.

RESUMO GERAL

SANÓ, Lamine **DENSIDADE DE PLANTIO E VERNALIZAÇÃO DE MUDAS DE TORRÃO NA CULTURA DO MORANGUEIRO**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. 75 p. Lages, SC, 2022.

O morango (*Fragaria X ananassa* Duchesne), pertencente a família rosaceae é uma fruta lucrativa, apreciado em todo o mundo e com alta demanda no mercado brasileiro. É uma cultura de grande importância econômica, destacando-se entre os produtores e consumidores como a principal espécie entre o grupo das pequenas frutas. No entanto, a falta de adoção de práticas de manejo adequadas para as mudas e para a cultura, tem afetado no potencial produtivo e na qualidade das frutas. O presente trabalho teve como objetivos avaliar a influência do acúmulo de horas de frio no processo final de produção de mudas e avaliar a densidade de plantio ideal para melhorar a eficiência produtiva e qualitativa de genótipos de morangueiro, oriundos do programa de melhoramento genético do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina CAV- UDESC. Os experimentos foram desenvolvidos na área experimental do CAV-UDESC, localizada no município de Lages-SC. O trabalho foi dividido em dois capítulos, no capítulo I se trata horas de frio, tratamentos utilizados (0, 150, 300, 450, 600, 750 e 900 horas de frio) testando seleção crapo 10 e no capítulo II se trata de Densidade de plantio, tratamentos utilizados espaçamentos de (5, 10, 15, 20, 25, 30 cm) testando cultivar “Pircinque” ambos os experimentos foram conduzidos em blocos casualizados, com quatro repetições, e em dois ciclos de cultivo (2020/2021 e 2021/2022). Foram avaliadas no decorrer de cada ciclo produtivo as seguintes variáveis quantitativas: produção total por planta, massa fresca comerciais, produtividade, percentual de produção de frutas pequenas e percentual de produção de frutas descartes (%) e qualitativas: Acidez titulável, sólidos solúveis, firmeza, relação sólidos solúveis/ acidez titulável, luminosidade, e croma e ângulo hue da epiderme. Os resultados foram submetidos a análise da variância (ANOVA) e quando significativa as médias foram submetidas a análise multivariada por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). No capítulo I, o tratamento de 600 horas de frio foi melhor em variáveis de produção por planta, produtividade, (932.07 g planta⁻¹ e 89 t há⁻¹) respectivamente e houve menor produção de frutas pequenas e descartes 21, 91 e 4,01 (%) respectivamente, apresentou frutas mais firmes e acidez de frutos e menor relação sólidos solúveis/acidez titulável durante o primeiro ciclo. No segundo ciclo produtivo o tratamento de 600 horas de frio, propiciou maior massa fresca e menor percentual de frutas pequenas. No capítulo II, com a utilização do espaçamento entre plantas de 5 cm foi possível alcançar a maior produtividade, assim como a firmeza de polpa no primeiro ciclo. Já no segundo ciclo espaçamento de 5 cm com maior produtividade, os maiores espaçamentos resultando em maiores produções por planta.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch, Genótipo, População de plantas, Produtividade, Manejo de poda.

OVERVIEW

SANÓ, Lamine **PLANTING DENSITY AND VERNALIZATION OF TURRÃO SEEDLINGS IN STRAWBERRY CULTURE**. Dissertation (Master in Plant Production) – University of the State of Santa Catarina, UDESC. 75 p. Lages, SC, 2022.

Strawberry (*Fragaria X ananassa* Duchesne), belonging to the Rosaceae family, is a profitable fruit, appreciated all over the world and with high demand in the Brazilian market. It is a crop of great economic importance, standing out among producers and consumers as the main species among the small fruit group. However, the lack of adoption of adequate management practices for the seedlings and for the culture, has affected the productive potential and the quality of the fruits. The present work aimed to evaluate the influence of the accumulation of cold hours in the final process of seedling production and to evaluate the ideal planting density to improve the productive and qualitative efficiency of strawberry genotypes, coming from the genetic improvement program of the Centro de Agroveterinary Sciences at the State University of Santa Catarina CAV–UDESC. The experiments were carried out in the experimental area of CAV–UDESC, located in the city of Lages-SC. The work was divided into two chapters, in chapter I it is about hours of cold, treatments used (0, 150, 300, 450, 600, 750 and 900 hours of cold) testing crapo 10 selection and in chapter II it is about Density of planting, treatments used spacings of (5, 10, 15, 20, 25, 30 cm) testing cultivar "Pircinque" both experiments were conducted in randomized blocks, with four replications, and in two cropping cycles (2020/2021 and 2021/ 2022). The following quantitative variables were evaluated during each production cycle: total production per plant, commercial fresh mass, productivity, percentage of small fruit production and percentage of discarded fruit production (%) and qualitative: Titratable acidity, soluble solids, firmness , soluble solids/titratable acidity ratio, luminosity, and chroma and hue angle of the epidermis. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and when significant the means were submitted to multivariate analysis using Principal Component Analysis (PCA). In chapter I, the 600-hour cold treatment was better in terms of production variables per plant, productivity, (932.07 g plant⁻¹ and 89 t ha⁻¹) respectively, and there was lower production of small fruits and discards 21, 91 and 4 .01 (%) respectively, showed firmer fruit and fruit acidity and lower soluble solids/titratable acidity ratio during the first cycle. In the second production cycle, the 600-hour cold treatment provided higher fresh mass and lower percentage of small fruits. In chapter II, using a 5 cm spacing between plants, it was possible to achieve the highest productivity, as well as the pulp firmness in the first cycle. In the second cycle, 5 cm spacing with higher productivity, the larger spacings resulted in higher productions per plant.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch, Genotype, Plant population, Productivity, Pruning management

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
1.1.	HIPÓTESES	12
1.2.	OBJETIVOS	13
1.2.1.	Geral	13
1.2.2.	Específicos	13
1.3.	JUSTIFICATIVA	13
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1.	PANORAMA DA PRODUÇÃO.....	15
2.2.	IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E ALIMENTAR	15
2.3.	BOTÂNICA E FISIOLOGIA.....	16
2.4.	PRÁTICAS DE MANEJO	20
2.4.1.	Produção de mudas de morangueiro.....	20
2.4.2.	Densidade de plantio	20
2.4.3.	Horas de frio	21
2.4.4.	Poda.....	22
2.5.	CARACTERIZAÇÃO DOS GENÓTIPOS UTILIZADOS NESTA PESQUISA 22	22
2.5.1.	‘Pircinque’	22
2.5.2.	‘FRF CRAPO 10’	23
3.	CAPÍTULO I: Vernalização de mudas de torrão na seleção de morangueiro CRAPO 10 24	24
3.1.	RESUMO.....	24
3.2.	ABSTRACT	25
3.3.	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.3.1.	Caracterização do experimento	27
3.3.2.	Variáveis avaliadas.....	29
3.3.3.	Delineamento utilizado e análises estatísticas.....	31
3.4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
3.5.	CONCLUSÃO.....	41
4.	CAPÍTULO II: DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MORANGO PIRCINQUE.	42
4.1.	RESUMO.....	42
4.2.	ABSTRACT	43
4.3.	INTRODUÇÃO	44
4.4.	MATERIAL E MÉTODOS	45
4.5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.6.	CONCLUSÃO.....	61
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
6.	REFERÊNCIAS	63

INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch), uma das frutas mais populares no mundo, é apreciado devido ao seu sabor e benefícios à saúde (WANG et al., 2019). Ela possui importância na economia pela renda que gera, pela diferenciada comercialização local, no mercado com preços diferenciados, mas, principalmente, pela excelente alternativa para a diversificação da agricultura familiar juntos com outras pequenas frutas como: amora-preta, mirtilo e framboesa. No início, a produção de morango era feita somente no único sistema até então conhecido: a campo aberto, sobre canteiros cobertos com casca de arroz e a irrigação era feita por aspersão. Esse sistema é o convencional ou tradicional, responsável pela maior parte da produção nacional. Posteriormente, outros sistemas de produção de morango no Brasil foram implantados, dentre eles: o hidropônico, semi hidropônico e orgânico, hoje maioria dos produtores estão emigrando para sistema semi- hidropônico (CARVALHO 2011).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), em 2020 a área total plantada de morango no mundo foi de 384.668 hectares, onde a produção foi de aproximadamente 8.861.381 toneladas. Ainda de acordo com relatório da FAO, entre os cinco continentes, a grande maioria dos morangos produzidos globalmente está na Ásia, que produziu 4,17 milhões de toneladas, seguido pela América com 2,24 milhões toneladas, Europa com 1,75 milhões de toneladas, África com 649,21 mil toneladas e a Oceania com 72,61 mil toneladas. Ainda nesse documento, destaca cinco primeiros produtores mundiais de morango, tais como: a China com uma produção anual de 3.801.865 toneladas em 141.498 ha, seguida pelos EUA com produção de 1.420.570 toneladas em 21.242 ha, Egito com 464.958 toneladas em 9.985 ha, Turquia com 415.150 toneladas em 15.431 há e Espanha com 366.161 toneladas em 7.685 há.

A área plantada de morango no Brasil é aproximadamente de 5.600 ha e tem uma produção estimada 165.440 toneladas de frutos (Souza; Batista; Menezes, 2021). Porém com dados recentes publicados pela FAO, pela primeira vez o Brasil ocupa a 17ª posição no ranking mundial dos países produtores de morango. A cultura do morangueiro tem grande relevância tanto social como econômica, pois faz uso da mão de obra familiar e de pequenas áreas de cultivo

e não só contribui para a diminuição do êxodo rural. Além disso é uma fonte de emprego para milhões de famílias em todo o mundo (DUARTE et al., 2022).

O Estado de Minas Gerais é considerado o maior produtor de morango, seguido por, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santos, Santa Catarina, Distrito Federal, Bahia e Rio de Janeiro (EMBRAPA, EMATER-ASCAR-RS, 2020). Esta fruta é apreciada por suas características sensoriais, além de apresentar um conteúdo nutricional de compostos bioativos bastante favorável como água, proteínas e lipídios (PAPAROZZI et al., 2018). O morango é rico em nutrientes, como vitaminas, fibras dietéticas e minerais, apresenta efeitos positivos contra doenças crônicas degenerativas (AKIMOV et al., 2019), e é consumido principalmente *in natura*.

O cultivo em sistemas semi-hidropônico surge como alternativa ao convencional. Este sistema pode permitir nova produção de frutos durante todo o ano, pois permite maior controle em relação ao fornecimento de água e nutrientes, facilitando os tratamentos culturais (colheitas e limpezas). (DIEL et al., 2018).

A produtividade do morangueiro pode ser influenciada por fatores climáticos, genotípicos, região, sistema de cultivo, época de plantio e procedência das mudas (PINEDA; TORRES, 2017). Segundo Šamec et al. (2016), para o sucesso de qualquer cultivo de frutíferas, as mudas obrigatoriamente precisam ser e de qualidade. No caso do morangueiro, a qualidade fisiológica e fitossanitária das mudas está relacionada ao sistema de produção empregado, que inclui desde as propriedades físicas e químicas do substrato ou do solo, condições climáticas e nutricionais (WEI; LIU; RYONG JEONG, 2020).

A maior parte das mudas de morangueiro produzidas no Brasil é originada a partir do plantio de matrizes no solo, em áreas com elevada incidência de pragas e doenças. Assim, não é atingido o padrão de qualidade porque muitos viveiristas não utilizam as tecnologias disponíveis por falta de conhecimento (OLIVEIRA et al, 2006). A produção e a utilização de mudas sadias são os fatores mais importantes para a obtenção de frutas de alta qualidade e melhores respostas às tecnologias empregadas. Dessa forma, técnicas da cultura de tecidos possibilitam a produção de um grande número de plantas com excelente qualidade fitossanitária e genética em um menor espaço de tempo, por meio de

vários ciclos de multiplicação *in vitro* (FONSECA et al., 2013). O emprego da técnica de micropropagação possibilita atender as exigências do mercado consumidor e ainda, oferecer mudas homogêneas e em quantidades suficientes para atender a demanda (DIAS et al., 2014). Aliado a isso, esta técnica atende as exigências necessárias para produção de matrizes de morangueiro.

As mudas nacionais, desde que comprovado seu potencial produtivo semelhante, poderiam representar uma redução de custos ao substituírem as importadas, mais caras. Além disso, as mudas nacionais possuem a vantagem de serem disponibilizadas no momento ideal para o plantio, enquanto as importadas muitas vezes são entregues após este período (PICIO et al., 2013).

Ademais, utilização de manejos corretos durante o ciclo de cultivo, levam o produtor ao sucesso no cultivo dessa cultura. Horas de frio, densidade de plantio e poda, ou até mesmo uma limpeza mais drástica, são práticas que vem sendo utilizadas pelos produtores de morango.

Em virtude disso, esse trabalho tem como objetivo adoção dessas práticas de manejos, para aumentar o desempenho agrônômico em genótipos (FRF CRAPO 10 e Pircinque), pertencentes ao programa de melhoramento do Centro de Ciência Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), que desde 2012, firmou parceria para experimentação e introdução de genótipos italianos no Brasil com o Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria Centro di Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CRE-OFA-FRF), da cidade de Forlì na Itália.

1.1. HIPÓTESES

A cada unidade adicional de horas de frio (<7,2 °C) que as mudas do genótipo FRF CRAPO 10 são expostas, ocorrem aumentos gradativos na produtividade;

A qualidade das frutas de FRF CRAPO 10 aumenta, quando as mudas desse genótipo recebem horas de frio;

A densidade de plantio para a cultivar Pircinque influencia diretamente na produtividade;

Plantios, mais densos, ocasionam uma produção maior, porém com menor qualidade;

Plantas de primeiro ciclo da cultivar 'Pircinque' e do genótipo FRF CRAPO 10 tem melhor potencial produtivo e de qualidade de frutas, com plantas de segundo ciclo de cultivo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Geral

Avaliar a influência das horas de frio e densidade de plantio em plantas de morangueiro, submetidas a dois ciclos produtivos.

1.2.2. Específicos

- ✓ Indicar qual a melhor quantidade de horas de frio para genótipo FRF CRAPO 10,
- ✓ Indicar qual a melhor densidade de plantio, vai responder melhor nas variáveis de produção e qualidade de fruta.
- ✓ Estabelecer a viabilidade de utilização das plantas em segundo ciclo de produção;
- ✓ Avaliar a qualidade de frutas com utilização de horas de frio, densidade de plantio como manejo no morangueiro.

1.3. JUSTIFICATIVA

O morangueiro, em função, da adaptação a distintas condições climáticas regiões de clima temperado ou subtropical e dos altos rendimentos de produção possíveis de serem alcançados, é uma das frutas mais cultivadas no mundo, assumindo grande importância social e econômica, vem se tornando uma cultura extremamente viável e lucrativa, quando bem manejada e com a correta escolha das cultivares a serem trabalhadas, pois é responsável por gerar grande números de empregos e renda para pequenos e médios produtores, em especial para a agricultura familiar.

As cultivares com necessidades de horas de frio elevada apresentam risco de, em regiões subtropicais com condições amenas, não terem as necessidades de frio satisfeitas, levando, assim, um comportamento insatisfeitas, (como florescimento pequena ou baixa quantidade), poderá ser tardia, prejudicando a época de comercialização do produto. A importância de vernalização das mudas consiste em fornecer às plantas artificialmente

condições de para que a medição das temperaturas sem botões florais, na época em que tais condições não ocorrem naturalmente. Para cultivares com baixa exigência em horas de frio, se cultivadas em regiões com inverno rigoroso abaixo de 7,2°C sua exigência será satisfeita rapidamente e pode, assim, iniciar o ciclo vegetativo precocemente, tornando-se suscetível às geadas tardias.

Outros fatores que contribuem para a crescimento e para a produtividade do morango, é a escolha da densidade de plantas, a poda verde, que visa renovar a parte vegetativa da planta, antecipando assim um novo ciclo e proporcionando a colheita de frutos em épocas de baixa oferta de morangos.

A vernalização de mudas é um método que proporciona às plantas condições climáticas artificiais para diferenciação das gemas em botões florais nos momentos em que essas condições não ocorrem naturalmente, simulando a vernalização natural, pois fisiologicamente pode ocorrer que os botões florais podem não abrir ou podem abrir de forma desigual, resultando em uma redução no rendimento.

As mudas importadas são importantes uma vez que têm qualidade, por passarem por período natural de vernalização, em frio, e assim possuem maior uniformidade de brotação e desenvolvimento, com conseqüente maior produção. São fatores importantes para a produção agrícola.

Considerando que morango é uma das frutas cultivadas em vários países do mundo e possui grande importância nutricional e econômica, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos de exigência de horas de frio, densidade de plantio, objetivando auxiliar agricultores, principalmente, de pequeno e médio porte no processo da produção morangueiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PANORAMA DA PRODUÇÃO

O morangueiro é considerado uma das culturas mais importantes do mundo, sendo de interesse na fruticultura onde quase todos os países do mundo o cultivam, com produção comercial em 76 países. Dentre eles os Estados Unidos e a China, contribuem na produção aproximadamente de dois terços da produção total mundial de morango. Outros países também que contribuem significativamente para a produção mundial de morango incluem Turquia, Espanha, Egito, México, Polônia, Coreia do Sul, Japão e Alemanha (FAO, 2020).

A produção de morango ocorre na maioria das regiões do mundo, a cultura se destaca, no grupo das pequenas frutas, como a espécie de maior valor econômico. Em geral, o seu cultivo comercial ocorre nas regiões de clima temperado. Porém, em regiões com nível do mar com altitudes de 3.500 m o morangueiro pode ser cultivado.

O Brasil é o segundo maior produtor de morangos da América Latina, com produção variando entre 30 a 60 t/ha, (a média brasileira 38 t/ha) e participação de 1% das exportações no cenário mundial (SEBRAE, 2017; DIAS *et al.*, 2015).

No Brasil, a cultura do morangueiro tem se concentrado em regiões serranas típicas, que estão localizadas nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Minas Gerais. O Estado de Minas Gerais é considerado o maior produtor de morango com 55% da produção, seguido por Rio Grande do Sul, com 12%, Paraná, com 10% e São Paulo, com 6%. Em Santa Catarina, o município de Rancho Queimado, pertencente à Mesorregião da Grande Florianópolis, é considerado a Capital Catarinense do Morango. Outros municípios de destaque dentro do estado são Urupema, São Joaquim, Urubici, Bom Jardim da Serra, Bom Retiro, Capão Alto, Campo Belo do Sul e Lages da Mesorregião Serrana (MOLINA ROJAS *et al.*, 2020).

2.2. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E ALIMENTAR

O morango é uma planta adaptada a uma grande variedade de climas. No entanto, a maioria das regiões de produção estão em climas temperados e mediterrâneos. No entanto, em 2021, o morango movimentou cerca de R\$ 1,7 bilhão, entretanto, sabe-se que os preços variaram bastante nos grandes centros de comercialização da fruta. O mercado global de morango atingiu, em 2020,

US\$ 18.370 milhões e a perspectiva é que atinja em 2027 US\$ 23.210, com uma taxa de crescimento anual em torno de 3,4% em termos de receita. No Brasil hoje, o morango gera cerca de 2 mil empregos diretos, incluindo o período de safra, e movimenta R\$ 35 milhões anuais.

O morango é consumido comercialmente como frutas frescas, produtos processados como sorvetes, confeitaria e goma de mascar e geléias, sendo classificado como alimento funcional, por ser rico em vitaminas, fibras alimentares e compostos bioativos, como as antocianinas e outros compostos fenólicos (DZHANFEZOVA, et al., 2020, ZHANG et al., 2018) . No campo da medicina, é extremamente importante, por matar certos vírus como poliomielite, herpes e estes podem bloquear a formação de nitrosaminas, que podem causar câncer. Além disso, contêm quantidades relativamente altas de ácido elágico, que tem uma ampla gama de atividades biológicas descobertas recentemente por (MEHTA SMS et al., 2019) .

A cultura do morangueiro possui grande importância econômica e social, uma vez muitos estudos epidemiológicos e farmacológico sustentam que fruta do morango está associado à presença de flavonoides (antocianinas, flavonóis, flavanóis), ácidos fenólicos e vitamina C em sua composição (Forbes-hernandez et al., 2015). Esses compostos apresentam efeitos profiláticos e terapêuticos em doenças cardiovasculares e neurológicas, obesidade e diabetes mellitus o que significa apresenta um potencial anticarcinogênico e anti-inflamatório Forbes-hernandez et al., (2015). Pois a maior parte das áreas são cultivadas em unidades de produção agrícola familiar, gerando maior renda para as famílias e empregos, o que possibilita sua fixação no campo (WURZ et al.,2020). A adoção do cultivo do morangueiro é uma oportunidade de diversificação da produção agrícola, como uma alternativa ao cultivo de outras hortaliças, podendo também, tornar as áreas produtoras em destinos turísticos (PINEDA; TORRES, 2017).

2.3. BOTÂNICA E FISILOGIA

O morango é uma planta pertencente à família Rosaceae, gênero *Fragaria*. A espécie cultivada resulta da hibridização de outras duas espécies (*Fragaria chiloensis* e *Fragaria virginiana*). É uma espécie octoplóide (8x) com 56 cromossomos (SANTOS, 2003). Em função da grande variabilidade entre as espécies que compõem a base genética do morangueiro, a espécie *Fragaria x*

ananassa apresenta uma grande amplitude de adaptação, que associada ao desenvolvimento dos modernos sistemas de manejo de cultivo, tornou possível sua produção tanto nas regiões frias, como nas tropicais e subtropicais (DIAS et al., 2014).

O morangueiro é uma planta perene, com hábito rasteiro e características de planta herbácea. Apesar da característica perene, a cultura comercial deve ser renovada anualmente, devido ao acúmulo de doenças de um ciclo para o outro que podem reduzir a produtividade. A reprodução pode ser feita de duas maneiras: assexuada ou vegetativa, através dos estolões que formam as mudas comerciais, e sexuada através das sementes que estão contidas nos aquênios. Porém as sementes são usadas com a finalidade de melhoramento genético da espécie (DEMCHAK, 2013).

O sistema radicular se distingue por apresentar raízes primárias e secundárias; atinge uma profundidade de cerca de 30 cm em terrenos argilosos. A raiz primária contém o tecido condutor, que transloca os nutrientes para a parte aérea da planta e os fotoassimilados, as raízes secundárias, são responsáveis pela absorção de água e nutrientes (radicelas). A temperatura mínima do solo para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular é de 7- 8 °C, enquanto a temperatura ideal está na faixa de 13-14 °C. (BUCCI et al., 2010).

O caule é um rizoma estolhoso, curto, com formato cilíndrico, retorcido com entrenós. Dos nós da coroa saem as folhas e nas axilas destas estão as gemas axilares, as quais podem dar origem a novas coroas, estolões ou inflorescências, conforme as condições climáticas e de nutrição da planta (POLING, 2012, HUSAINI, NERI, 2016). Os folíolos são dentados e apresentam um grande número de estômatos (de 300 a 400 estômatos por metro quadrado de folha). Uma planta com dez folhas em pleno verão pode transpirar até ½ L de água por dia. Durante o ciclo da cultura se recomenda retirar folhas velhas para reduzir fonte de inóculo de doenças e pragas (POLING, 2012).

Os estolões são órgãos vegetativos que se formam a partir de gemas axilares das folhas, os estolões formam-se durante dias longos com temperaturas altas. Os estolões dão origem a novas plantas. A propagação vegetativa apresenta crescimento radial, pois cada planta originada forma outro estolão que formará uma nova planta e assim sucessivamente. (DEMCHAK, 2013).

As inflorescências formam-se de meristemas terminais da coroa. Várias inflorescências podem ser desenvolvidas em cada coroa e o número e tipo de flores é variável, dependendo do cultivar, assim como condições climáticas. Uma flor é constituída de um cálice, composto de cinco ou mais sépalas; uma corola, constituída de 5/8 pétalas; numerosos estames (órgãos masculinos), receptáculo floral, anteras, pistilos (órgão feminino) compostos cada um de ovário e um óvulo. Se fecundado cada pistilo origina um novo fruto (aquênio ou semente). Assim, o morango é considerado uma infrutescência (BARUZZI, 2005; BUCCI et al., 2010).

A polinização é realizada principalmente pelo vento e insetos. Os pistilos da flor encontram-se sobre um tecido denominado receptáculo, o qual vai formar a parte comestível do morango. Em condições naturais, geralmente a polinização é deficiente. Para que ocorra a polinização a temperatura mínima deve ser de 12 °C e a umidade relativa inferior a 94%. Na realidade, os verdadeiros frutos do morango são os aquênios que carregam uma semente e são encontrados na superfície do receptáculo já desenvolvido (COELHO JÚNIOR, 2009; BUCCI et al., 2010; POLING, 2012).

Sabe-se que a floração do morango é significativamente afetada pela temperatura e fotoperíodo, porém a iniciação floral do morango é regulada por um conjunto complexo de estímulos ambientais e fisiológicos (OPSTAD et al., 2011; SØNSTEBY; OPSTAD; HEIDE, 2013). Além disso, a aparência e o desenvolvimento das inflorescências são significativamente influenciados pelo genótipo, bem como por diversos fatores ambientais, como temperatura, intensidade da luz e qualidade/fotoperíodo da luz (NESTBY; SØNSTEBY, 2017; ZAHEDI; SARIKHANI, 2017).

Pesquisadores tentaram explicar como vários ambientes de iluminação afetam as respostas fisiológicas das plantas, como início das folhas, tempo de floração, taxa de floração e qualidade dos frutos, (CERVANTES et al., 2019). Os genótipos de morango sob múltiplos tratamentos de exposição à luz, assim como as interações genótipos e exposição à luz afetaram a qualidade dos frutos. No entanto, a maioria dos estudos se concentram em plantas individuais de morango de diferentes genótipos e sua resposta a diferentes condições de iluminação ou diferentes efeitos de luz no crescimento e na produtividade

(CERVANTES et al., 2019; CHOI et al., 2014; MOCHIZUKI et al., 2019; NESTBY; SØNSTEBY, 2017).

O conhecimento fenológico da cultura é um fator determinante para o sucesso do cultivo. Neste sentido, o conhecimento das fases fenológicas da cultura permitirá que os produtores identifiquem o pico de floração, frutificação e colheita, bem como, a duração desses eventos.

A temperatura é citada na literatura como o principal fator limitante na produção do morangueiro ao afetar o desenvolvimento vegetativo, a produção e a qualidade das frutas (COCCO, 2010). Para Tazzo et al. (2015), mais relevante na floração da cultura. Apesar de ser originário de regiões de clima temperado, o morangueiro adapta-se também em clima quentes e secos, além disso, é tolerante a temperaturas baixas, geadas. Entretanto, nesse cenário, as geadas podem causar injúrias as flores e podem causar deformação das frutas. No Brasil, o morangueiro adaptou-se bem desde o Distrito Federal até o Rio Grande do Sul (FAGHERAZZI et al., 2014; SILVA, DIAS e PACHECO, 2015).

Na cultura a elevação da temperatura combinada com aumentos do fotoperíodo ocorre forte favorecimento no desenvolvimento de estolões e folhas, sendo que a redução dos mesmos eventos favorece a frutificação do morangueiro (FRONZA et al., 2017). Com esses fatores altos ou baixos, mesmo havendo o suprimento adequado de água e nutrientes, a produtividade e a qualidade do fruto podem sofrer alterações levando a prejuízos na produção. A luz é um importante fator ambiental na regulação do crescimento e do desenvolvimento do morangueiro. O incremento do nível da radiação resulta, normalmente, em aumento no peso da matéria seca da coroa, raiz e folha, na fixação e tamanho dos frutos e na formação e peso da matéria seca dos estolões (LARSON, 1994).

A interação do genótipo com o ambiente e sistemas de cultivo é importante na determinação da exploração do mais alto potencial do morangueiro, bem como as características sensoriais e nutricionais particulares (L. DI VITTORI et al., 2018). Os efeitos da complexa interação entre diversos fatores, principalmente entre a temperatura e o fotoperíodo, sendo conhecidas como aquelas que determinam o desempenho produtivo e a qualidade dos frutos em uma determinada região produtora (COCCO, 2010). Em virtude disso, quando uma cultivar que é selecionada para determinada região geográfica e plantada

em outra, poderá não apresentar os mesmos resultados em relação a produtividade e qualidade dos frutos.

2.4. PRÁTICAS DE MANEJO

2.4.1. Produção de mudas de morangueiro

A utilização de mudas com boas características genéticas e fitossanitárias é uma das principais etapas do sistema de produção de diversas frutíferas (DUTRA et al., 2011). Para Oliveira & Scivittaro (2009) a muda é um dos insumos mais importantes no sistema de produção de morangueiro, estando diretamente relacionada com a produtividade e a qualidade da fruta. O Brasil necessita anualmente em torno de 175 milhões de mudas de morangueiro (ANTUNES & PERES, 2013) sendo que a quantidade produzida no país não é suficiente para atender a demanda, além da baixa qualidade fisiológica e fitossanitária das mudas produzidas (DUTRA et al., 2011). A escassez na oferta de mudas nacionais, juntamente com a baixa qualidade fitossanitária e fisiológica das mesmas, torna os produtores dependentes da importação de mudas do Chile e da Argentina (ANTUNES & PERES, 2013). Entretanto os produtores relatam os altos custos gerados na importação dessas mudas, e o inconveniente de chegarem após o período ideal de plantio em que as baixas temperaturas do final do outono e início do inverno são pouco favoráveis ao crescimento vegetativo da parte aérea, limitando a fotossíntese e atrasando o início da produção (ALMEIDA et al., 2009).

2.4.2. Densidade de plantio

A densidade de plantio (número de plantas por unidade de área) pode interferir no crescimento da planta, distribuição de biomassa entre os órgãos da planta, produção e tamanho das frutas, as características qualitativas das frutas e o rendimento total (PEREIRA PORTELA et al., 2012). O desenvolvimento e crescimento dos morangos caracteriza-se ou seja, está relacionado com aspectos morfoagronômicos, como aparência das folhas, indução floral, formação de flores. Porém, a elevada densidade pode dificultar os manejos. Um estudo realizado na Índia por Hazarika et al. (2019), com cultivar camarosa utilizando o espaçamento entre plantas de 50 × 40 cm foi a densidade de plantio mais eficiente para melhorar o crescimento, produtividade e qualidade em morango em condições de Mizoram. Outro estudo realizado por Lima et al.

(2021), resultaram em maior produção de frutos comerciais, menor produção de frutos pequenos, espaçamento de plantio de 5 cm entre as plantas.

O emprego do espaçamento de plantio adequada de 5 a 15 cm proporciona maior eficiência da utilização da radiação solar incidente sobre o dossel e a maior produção por área (SAMUEL STRASSBURGER et al., 2010). Um comportamento típico de qualquer espécie cultivada é o aumento da produtividade até certa densidade, por exemplo de 5 á 10 cm dependendo da área e sistema de cultivo adotado. Posteriormente, atinge-se um limite, a partir do qual, as plantas competem fortemente por fatores essenciais de crescimento, como nutrientes, luz e água. Assim, o crescimento individual das plantas é negativamente afetado, a ponto de haver prejuízos à produtividade da cultura.

2.4.3. Horas de frio

A definição tradicional de horas de frio é qualquer hora abaixo de 7,2° C, pois muitas plantas, como por exemplo maçã, pêra, pêsego e outras frutas de caroço, requerem um número específico de horas de frio para quebrar a dormência e começar a crescer e frutificar novamente. Se essas plantas não tiverem horas de frio suficientes, os botões florais podem não abrir na primavera ou podem abrir de forma desigual, resultando em uma redução no rendimento (MILECH et al., 2018).

O cultivo de morango requer 700 horas de frio e esse número varia em função dos cultivares e genótipos. Portanto número de horas de frio é necessário para se alcançar desenvolvimento e bons rendimentos como gramas. planta⁻¹, diâmetro médio comercial (LAVÍN; MAUREIRA, 2019). Em morangueiro, a dormência vegetativa da planta é causada pela redução por fatores ambientais. Por ser uma planta de clima temperado, o morangueiro necessita de um número mínimo de horas de frio (com temperatura abaixo de 7,2°C) para superar a dormência, dessa forma o desenvolvimento vegetativo e o florescimento são abundantes (FRONZA et al., 2017). Existem alguns cultivares que é exigente mais horas de frio e outra com menos exigência em horas frio (200 a 400), porém invernos com frio insuficiente para atender as exigências das espécies, determinam anomalias fenológicas, cujo resultado final é a redução de rendimentos.

2.4.4. Poda

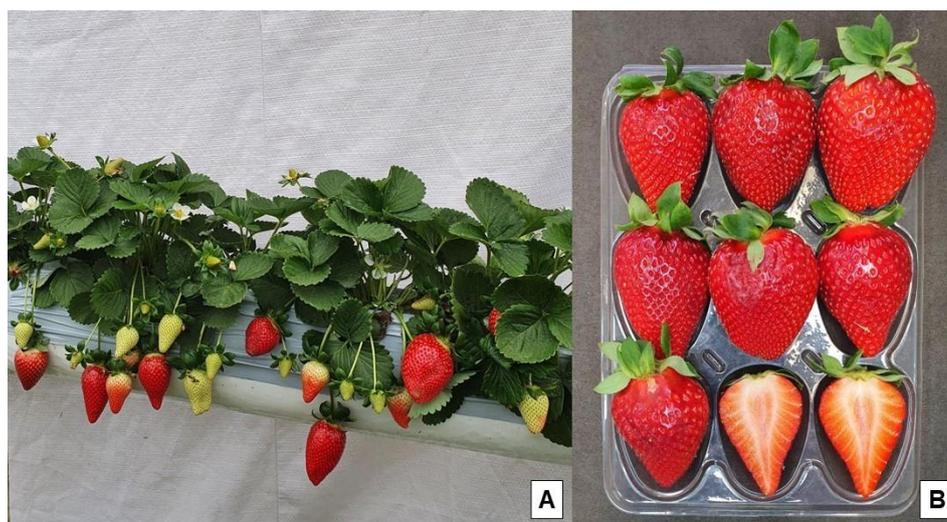
A poda verde é uma prática importante durante todo ciclo de produção, principalmente nos meses de primavera e verão. Esta prática contribui para diminuir o inóculo de doenças foliares, proporciona melhor equilíbrio fisiológico à planta, estimulando crescimento de folhas novas e a renovação da planta (VIGNOLO, 2015). A poda verde também visa renovar a parte vegetativa da planta, antecipando um novo ciclo e proporcionando a colheita de frutos em épocas de baixa oferta de morangos. (BRUSTOLIN BACKES; COCCO; WEBER SCHILDT, 2020). Esta prática é recomendada como técnica de limpeza e renovação da parte aérea da planta pode ser utilizada em qualquer sistema de produção, seja a campo ou fora de solo, o que prolonga a vida útil das plantas, com redução dos custos mudas, principalmente em plantas de segundo ciclo.

2.5. CARACTERIZAÇÃO DOS GENÓTIPOS UTILIZADOS NESTA PESQUISA

2.5.1. 'Pircinque'

Pircinque é um cultivar de dia curto (Figura 1 A e B), desenvolvida no CREA-OFA-FRF, da Itália. Foi registrada para comercialização de mudas no Brasil em 2016, por meio de acordo entre o CREA OFA-FRF e o CAV/UDESC. Caracteriza-se por apresentar plantas vigorosas, com entradas precoces em produção, para o florescimento e a frutificação, Fagherazzi, (2017). Esta cultivar enquadra-se no grupo caracterizado como "super doce". Seus frutos são grandes, cônicos e firmes. Os níveis de produtividade situam-se em torno de 1 kg de frutos por planta, patamar considerado adequado para proporcionar uma boa rentabilidade ao produtor. Com exceção da suscetibilidade à podridão dos frutos causada por *Botrytis* spp., esta cultivar é rústica, apresentando tolerância à maioria das doenças que comumente acometem a cultura do morangueiro, fato que a torna adaptada ao cultivo orgânico (Baruzzi et al., 2017). Esta rusticidade foi observada nas condições de Lages-SC, na qual a cultivar Pircinque apresentou maior porcentagem da produção, classificada como comercial e de sobrevivência de plantas ao final do ciclo em solo de replantio (ZANIN et al., 2017).

Figura 1- Cultivar Pircinque (A e B). Lages (SC), CAV-UDESC, 2022.



Fonte: Lima, 2020.

2.5.2. 'FRF CRAPO 10'

O genótipo FRF CRAPO 10 além das boas características de fruta, se destaca pela neutralidade ao fotoperíodo e alta produtividade e rusticidade quanto a tolerância a podridão das frutas (Figura 2 A, B e C. Na safra 2019/20 em Farroupilha, ele alcançou cerca de 1,7 kg por planta, segundo o viveirista José Pasa. Na região de Lages, alcançou produtividade de 63,22 toneladas por hectare ($t\ ha^{-1}$) na safra agrícola 2020/21. Tem maior exigência de cálcio e boro, por conta da alta produtividade. Em rancho Queimado apresentou também elevado desempenho produtivo, com produtividade total e comercial, 44,9 e 43,9% na safra 2019/2020. Pois é exigente de 300 a 600 horas de frio

Figura 2- Genótipo FRF CRAPO 10, cultivado na Serra Gaúcha (A) e na Serra Catarinense (B e C). Lages (SC), CAV-UDESC, 2022.



Fonte: Lima, 2020.

3. CAPÍTULO I: Vernalização de mudas de torrão na seleção de morangueiro CRAPO 10

3.1. RESUMO

Morango os rendimentos das plantas melhoram se acumularem um certo número de horas de frio. No entanto, a falta de acúmulo de horas de frio influencia a qualidade dos grãos de pólen, formação dos morangos e os atributos físico-químico dos frutos, o que justifica a necessidade de estudos que envolvem a interação destes fatores com o ambiente onde a cultura é produzida. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da quantidade de horas de frio no processo de formação das mudas e seus reflexos nos parâmetros, produtivos e de qualidade dos frutos. Para o ensaio foram produzidas mudas de morangueiro do genótipo FRF CRAPO 10, oriundas do programa de melhoramento da UDESC-CAV. As mudas no processo final de formação foram submetidas a sete tratamentos, composto pelo acúmulo de horas de frio (0, 150, 300, 450, 600, 750 e 900) O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro blocos e 10 plantas por unidade experimental Foram avaliadas variáveis quantitativas produção total por planta, massa fresca comerciais, produtividade, percentual de produção de frutas pequenas e percentual de produção de frutas descartes (%) e qualitativas: Acidez titulável, sólidos solúveis, firmeza, relação sólidos solúveis/ acidez titulável, luminosidade, e cor e ângulo hue da epiderme. Os resultados foram submetidos análise da variância (ANOVA) e quando significativa as médias foram submetidas a análise multivariada por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). O tratamento de 600 horas de frio no primeiro ciclo teve a maior produção por planta (932,07 g) e produtividade de 89,47 t ha⁻¹, além de menores percentuais de frutos pequenos e de descartes. Com relação as variáveis qualitativas obtiveram-se frutos mais firmes, e mais ácidos, porém com menor relação sólidos solúvel/ acidez titulável. Já no segundo ciclo, o acúmulo de horas de frio recebido pelas mudas no processo de vernalização e durante o primeiro ciclo produtivo demonstrou resultados não significativos. Conclui-se que o genótipo FRF CRAPO 10, responde positivamente tanto quantitativamente quanto qualitativamente, ao acúmulo de horas frio, sendo indicado no processo de formação das mudas, o acúmulo de 600 horas de frio para que possa expressar o seu máximo potencial de produção e qualidade.

Palavras-chave: Fragaria x ananassa Duch, genótipo, vernalização, produtividade, mudas

3.2. ABSTRACT

Strawberry plant yields improve if they accumulate a certain number of hours of cold. However, the lack of accumulation of chilling hours influences the quality of pollen grains, strawberry formation and the physicochemical attributes of the fruits, which justifies the need for studies that involve the interaction of these factors with the environment where the crop is cultivated. is produced. The present work aims to evaluate the influence of the number of hours of cold in the process of seedling formation and its reflexes in the parameters, productive and quality of the fruits. For the test, strawberry seedlings of the FRF CRAPO 10 genotype were produced, coming from the UDESC-CAV breeding program. The seedlings in the final formation process were submitted to seven treatments, consisting of the accumulation of hours of cold (0, 150, 300, 450, 600, 750 and 900). The experimental design used was randomized blocks, with four blocks and 10 plants per experimental unit. Quantitative variables were evaluated total production per plant, commercial fresh mass, productivity, percentage of small fruit production and percentage of discarded fruit production (%) and qualitative variables: titratable acidity, soluble solids, firmness, soluble solids/acidity ratio titratable, luminosity, and chroma and hue angle of the epidermis. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and when significant the means were submitted to multivariate analysis using Principal Component Analysis (PCA). The 600-hour cold treatment in the first cycle had the highest production per plant (932.07 g) and productivity of 89.47 t ha⁻¹, in addition to lower percentages of small fruits and discards. Regarding the qualitative variables, firmer and more acidic fruits were obtained, in addition to the lowest soluble solids/titratable acidity ratio. In the second cycle, the accumulation of hours of cold received by the seedlings in the vernalization process and during the first production cycle showed non-significant results. It is concluded that the genotype FRF CRAPO 10, responds positively both quantitatively and qualitatively, to the accumulation of cold hours, being indicated in the process of seedling formation, the accumulation of 600 hours of cold so that it can express its maximum production potential and quality.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch, genotype, vernalization, productivity, seedlings

INTRODUÇÃO

O cultivo e a produção de morango aumentaram 46% nas últimas duas décadas (FAOSTAT 2021). Com a pandemia do COVID-19 que assolou a humanidade, houve aumento da demanda de consumo de morango nos mercados nacionais e internacionais em todos os períodos do ano, uma vez que o fruto ajuda fortalecer o sistema imunológico e com isso organismo consegue se defender melhor contra o vírus (LI et al., 2021). No entanto o aumento da demanda do fruto exigiu alto nível de inovação na cadeia produtiva desta importante cultura. Dessa forma, a introdução de novas cultivares que possam aumentar a produtividade, sendo adaptadas as diversas regiões produtoras de morango no Brasil, e aos sistemas de cultivo, são muito importantes para o crescimento da cadeia produtiva.

Fatores como a temperatura e o fotoperíodo devem ser levados em conta, pois são os principais entraves que acometem a produção de morango em grande parte das áreas de cultivo, uma vez que tais fatores estão associados com o processo de florescimento (HEIDE; STAVANG; SØNSTEBY, 2013, DIEL et al., 2017).

Vale ressaltar também que o número de horas de frio também influencia a qualidade do grão de pólen, formação dos frutos e nos atributos físico-químico dos frutos. Entretanto, se as plantas não tiverem horas de frio suficientes, pode ocorrer pequena diferenciação dos botões florais, além de anomalias fenológicas, resultando em uma redução no rendimento (FRONZA et al., 2017).

Outro manejo importante que influencia na produção da cultura é a prática de poda verde, que visa renovar a parte vegetativa da planta, antecipando um novo ciclo e proporcionando a colheita de frutos em épocas de baixa oferta de morangos. Prática importante quando produtores visando maiores retornos econômicos levam as plantas para mais um ciclo produtivo. Alguns agricultores familiares, relatam que a produção é menor no segundo ciclo produtivo do que no primeiro (BRUSTOLIN BACKES; COCCO; WEBER SCHILDT, 2020; ZEIST et al., 2019). Além disso, as plantas de segundo ciclo produtivo são suscetíveis a patógenos que causam doenças na cultura do morangueiro, a exemplo de *Botrytis cinerea*, *Podosphaera aphanis*, *Colletotrichum gloeosporioides* (JIN et al., 2017).

As mudas de morangos importadas do Chile estão atualmente consideradas entre as com melhor sanidade do mundo devido às suas condições privilegiadas de isolamento, ao leste pela Cordilheira dos Andes, além do clima que contribui, ideal condição de ambiente ao controle sanitário (baixo índice pluviométrico e baixa umidade relativa do ar) e ao desenvolvimento da planta em todas as etapas, inclusive para que seja cumprida no campo as exigências de frio necessárias para uma boa produção.

Tem que acrescentar a introdução sobre a importância de horas de frio no processo de formação de mudas. Por que a muda importada é classificada como melhor pelos produtores?

Devido poucas informações no efeito das horas de frio (vernalização) em morango, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes horas de frio em mudas do genótipo FRF CRAPO 10 de morangueiro sobre crescimento, produção e qualidade de frutos em plantas de primeiro e segundo ciclo do cultivo.

3.3. MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1. Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido em duas safras agrícolas 2020/2021 e 2021/2022, considerando plantas de primeiro e segundo ciclo de produção respectivamente, na área experimental do grupo de pesquisa em fruticultura, localizada no Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade Estado de Santa Catarina (CAV – UDESC), no município de Lages/SC, com as coordenadas de 27°47'28" S, 50°18'14" W, a 923 metros de altitude. O clima predominante da região, de acordo com Köppen, é mesotérmico úmido, tipo Cfb, com verões frescos e chuvas bem distribuídas durante o ano, totalizando cerca de 1.400 mm anuais. A temperatura média anual estimada é de 15,6 °C.

Foi utilizado o sistema semi-hidropônico, em uma estufa do tipo “guarda-chuva” (15x45 metros), em calhas suspensas formadas com filme tubular de polietileno branco (plástico slab) de 33 cm de diâmetro e 100 micras de espessura, suspensas por arame esticados no interior do filme, sustentadas por estacas de madeira e preenchidas com substrato comercial na seguinte proporção: 40% casca de arroz carbonizada, 40% casca de pinus decomposta e 20% de turfa, coberto com plástico (“mulching”).

As mudas utilizadas foram do tipo torrão e produzidas pelo grupo de fruticultura, esse material foi propagado por meio de estolões, os mesmos foram coletados e limpos (foi retirado o excesso de material vegetal), plantados em bandejas, preenchidas com substrato comercial na seguinte proporção: 60% casca de arroz, 20% casca de pinus e 20% húmus, mantidas em casa de vegetação, recebendo irrigação e fertirrigação até o estágio final de formação. Após a formação as mudas receberam sete tratamentos de acúmulo de horas de frio (0; 150; 300; 450; 600; 750 e 900). Para tanto, as mudas foram acondicionadas em sala de crescimento com temperatura (17°C) e fotoperíodo controlado (com 12h de luz e 12 de escuro), com objetivo de receberem as mesmas condições de ambiente ficaram por 40 dias. A partir de então com cálculo de regra de três básica foi possível determinar quanto tempo cada tratamento ficou dentro da câmara fria, com temperatura abaixo de 7,2°C, para receber as horas de frio e com temperatura graus celsius de 5 (Tabela 1), ou seja, as mudas eram retiradas da sala de crescimento e colocadas na câmara fria, até o momento do plantio.

Tabela 1 – Número total de dias necessários que cada tratamento ficou dentro da câmara fria, com temperatura abaixo de 7,2°C.

Tratamentos	Número de dias necessários	Entrada na câmara fria
900 horas	38	12/05/2020
750 horas	31	19/05/2020
600 horas	25	25/05/2020
450 horas	19	31/05/2020
300 horas	12	07/06/2020
150 horas	06	13/06/2020
0 horas	0	-

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na safra agrícola 2020/2021, o plantio ocorreu em 19 de junho de 2020, as mudas foram dispostas em fila única, tendo oito plantas por metro linear, espaçadas a cada 12 cm, correspondendo a uma densidade de 96 mil plantas por ha⁻¹. A partir desse momento receberam tratamentos culturais, bem como, solução nutritiva completa, em três fases diferentes (Tabela 2), controle de invasoras foi

realizado de forma manual, assim como, retirada de folhas doentes e senescentes, e remoção de estolões, semanalmente, conforme necessidade isso mais para dezembro. Ademais, aplicações fitossanitárias foram realizadas com produtos registrados para o cultivo do morangueiro, conforme recomendação para a cultura do morangueiro.

Tabela 2: Adubação utilizada durante o ciclo produtivo do morangueiro, valores para 1000 litros.

Adubação	Fase de formação	Pré-florada	Fase final do fruto
Nitrato de cálcio	396g	228g	327g
Ferro	14g	10g	16g
Micronutrientes	14g	10g	16g
Nitrato de magnésio	-	150g	150g
NPK (13-40-13)	178g	428g	56g
NPK (06-12-36)	396g	342g	561g

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O sistema de irrigação utilizado foi tubos gotejadores, com espaçamento entre gotejadores de 15 cm, as plantas receberam irrigação e solução nutritiva de acordo com o clima e sua necessidade. A composição nutricional foi realizada conforme recomendação para cada fase de desenvolvimento da cultura, listada acima, mantendo a condutividade elétrica dentro da caixa de 1,2 a 1,4 mS/cm e do drenado de 0,8 a 1,2 mS/cm, e pH na faixa de 5,5 a 6,5 na caixa e no drenado.

As colheitas foram realizadas semanalmente e em período de safra mais intensa, duas vezes na semana, entre os meses de setembro de 2020 até abril de 2021 (plantas em primeiro ciclo de produção). No mês de maio de 2021 foi realizada uma limpeza drástica para prosseguir com as plantas no segundo ciclo de produção, onde a colheita foi realizada entre os meses de junho de 2021 até janeiro de 2022, representando a safra agrícola 2021/2022.

3.3.2. Variáveis avaliadas

As frutas colhidas foram levadas ao laboratório e avaliadas as variáveis quantitativas e qualitativas.

Para as variáveis quantitativas, primeiramente as frutas foram contadas, pesadas e classificadas, de acordo com os seguintes critérios:

Comercias: Frutos sem a presença de deformações e podridões, que apresentarem massa fresca maior ou igual a 10 g.

Pequenas: Frutos sem a presença de deformação e podridões, e que apresentarem massa fresca menor que 10 g.

Deformadas: Frutos que apresentarem massa fresca maior ou igual a 10 g. e apresentarem superfície deformada, perdendo seu valor comercial.

Podres: Frutos com presença de podridões provocadas por *Botrytis* spp. *Colletotrichum fragariae* e *Oidium* sp.

Os resultados foram expressos em: produção total por planta (g planta^{-1}), massa fresca de frutas comerciais (g fruta^{-1}), produtividade (t ha^{-1}), percentual de produção de frutas pequenas – PP (%) e percentual de produção de frutas deformadas – PD (%).

Para as variáveis qualitativas, as análises físico-químicas foram realizadas uma vez no mês durante o período de colheita de cada safra agrícola, foram coletadas amostras homogêneas de cinco frutas por parcela e realizadas as seguintes avaliações:

Coloração da epiderme: determinada com o auxílio de um colorímetro digital de bancada, realizando leitura em duas faces opostas de cada fruta, obtendo os valores de luminosidade (L), croma (C), e ângulo hue ($^{\circ}\text{hue}$).

Firmeza de polpa: determinada em newton (N) e transformada para grama (g), com o auxílio de um penetrômetro digital, com ponteira de 2 mm e penetração de 10 mm em dois lados opostos de cada fruta.

Sólidos solúveis: determinada pela porcentagem do teor de açúcares e ácidos orgânicos presentes das frutas ($^{\circ}\text{Brix}$), com o auxílio de um refratômetro, onde foi depositado 1 ml de amostra sobre o prisma, tendo o resultado expresso em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de açúcares solúvel. A amostra utilizada foi o suco extraído das 5 frutas com o auxílio de um espremedor manual.

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

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

3.3.3. Delineamento utilizado e análises estatísticas

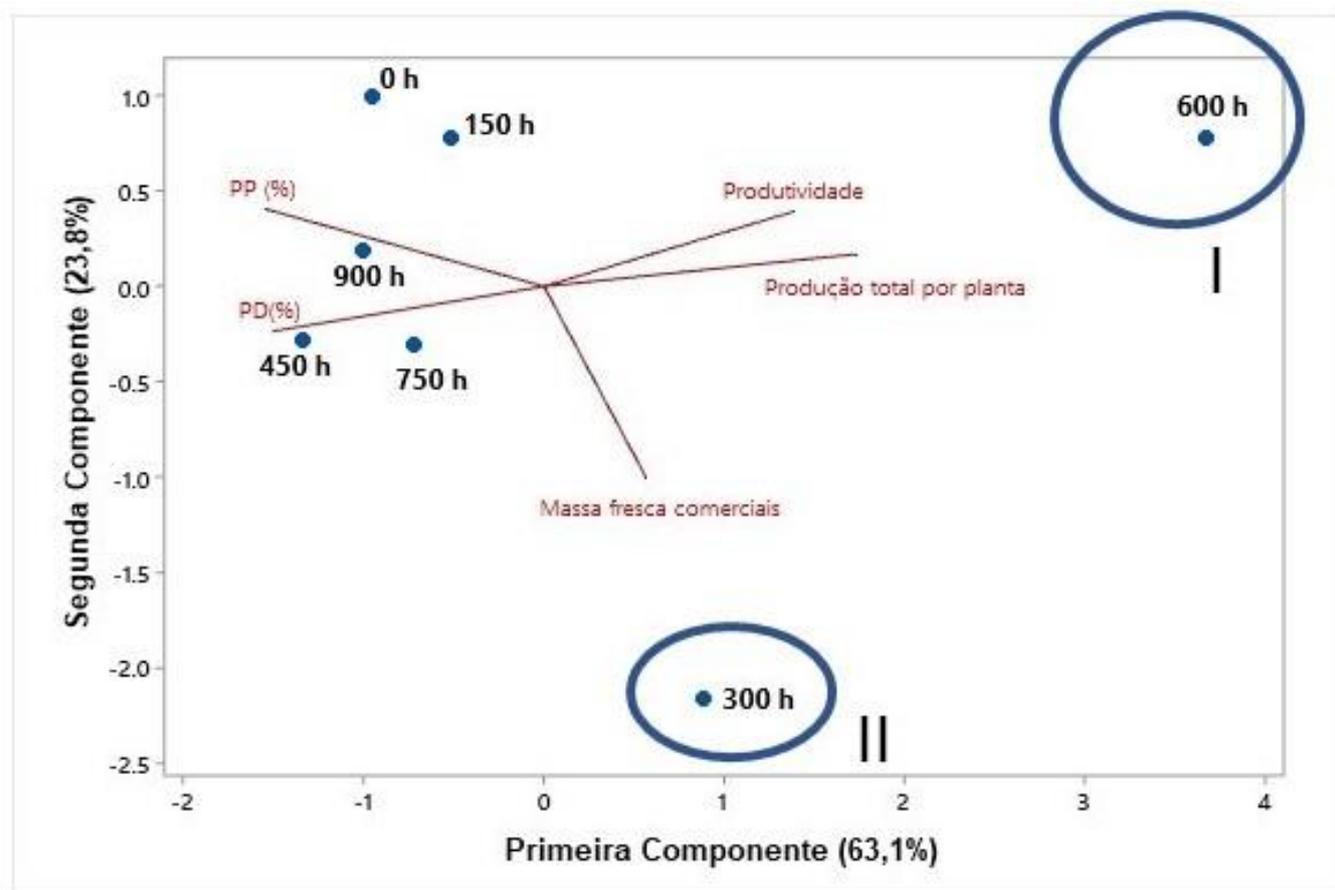
O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), com quatro blocos, e unidade experimental composta por 10 plantas úteis. Posteriormente os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para a verificação da normalidade dos resíduos. Atendidas a essas duas pressuposições, aplicou-se a análise da variância (ANOVA) e quando significativa foi realizada análise multivariada, através do método de análise de componentes principais (PCA), com auxílio do programa Minitab.

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao desempenho quantitativo, os dois componentes principais, explicam 86,9% da variação no conjunto dos dados (Figura 3). O primeiro componente principal (eixo x) teve contribuição de 63,1% e o segundo (eixo y) de 23,8%. Sendo necessária apenas o primeiro componente principal, que explica mais de 70% do que as variáveis representam.

Conforme análise de componentes principais observa-se que o tratamento de 600 horas de frio no primeiro ciclo de produção (Grupo I), obteve maior produção por planta e produtividade (932,07 g e 89,47 t ha⁻¹), além de menores percentuais de frutos pequenos e de descartes que os demais tratamentos.

Figura 3- Análise de componentes principais do desempenho quantitativo do genótipo 'FRF CRAPO 10' em plantas no primeiro ciclo de produção, safra 2020/2021, Lages/SC.



Legenda: PP (%) = Percentual de produção de frutas pequenas; PD (%) = Percentual de produção de frutas descartes (%).

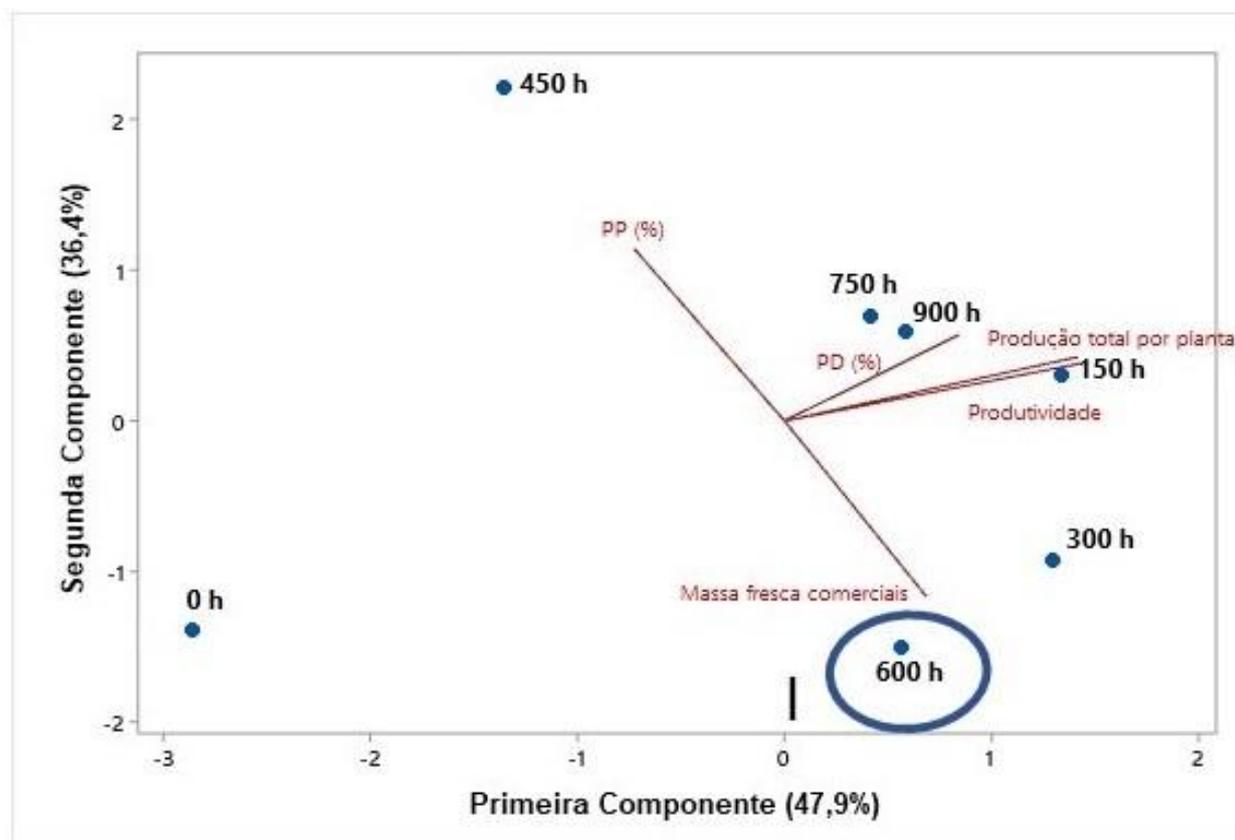
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A produtividade de frutos são cruciais para os morangos comerciais, no presente estudo, a produção total por planta e a produtividade de frutas, foram influenciadas pelas 600 horas de frio, cujos valores obtidos para produção por planta foram de 932,07 g e a produtividade estimada de 89,47 t ha⁻¹, comparando com 0 horas de frio, com valor de 66,70 t ha⁻¹. Tais valores obtidos em relação a produção e produtividade, são diferentes dos verificados por MORITZ et al., (2021) que verificaram a produção de 373,24 g e produtividade 27,99 t ha⁻¹ para os genótipos de dia neutro. Os padrões produtivos do genótipo FRF CRAPO 10 estudado em Lages /SC, com as mudas que receberam submetidas horas de frio pode ser considerado satisfatório, quando comparados com cultivares já estabelecidas no mercado. Além disso, de acordo com (ANTUNES; BONOW; JUNIOR, 2020). A produtividade média no Brasil gira em torno de

aproximadamente $38,5 \text{ t ha}^{-1}$, com diferenças acentuadas entre regiões, dependendo do local e sistema de cultivo, a mesma pode ser reduzida à 30 t ha^{-1} . No presente estudo, foi superior, cujo teto produtivo foi de $89,47 \text{ t ha}^{-1}$ e 0 horas de frio com produtividade de $66,70 \text{ t/ha}^{-1}$. Em outro estudo (IKRAM; NAUMAN KHALLD, 2016), relataram que o tratamento por resfriamento melhorou fortemente a qualidade, o rendimento, e o peso dos frutos, e o número médio de frutos planta⁻¹. Em outro trabalho realizado (AL-MADHAGI; AL-MUNIBARY; AL-DOUBIBI, 2018), onde estudaram efeito de resfriamento na floração do morangueiro, relataram que plantas tratadas por resfriamento de 360, 750, 1080 e 1440 h reduziu o número de dias necessários para floração.

Na figura 4 os dois componentes principais, realizados nos diferentes tratamentos de plantas do segundo ciclo, explicam 84,3% da variação no conjunto dos dados. O primeiro componente principal (eixo x) teve contribuição de 47,9% e a segundo (eixo y) de 36,4%.

Figura 4- Análise de componentes principais do desempenho quantitativo do genótipo 'FRF CRAPO 10' em plantas no segundo ciclo de produção, safra 2021/2022, Lages/SC.



Legenda: PP (%) = Percentual de produção de frutas pequenas; PD (%) = Percentual de produção de frutas descartes (%).
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Já para o segundo ciclo, com a equiparação de horas de frio a campo (por serem as mesmas plantas do primeiro ciclo) observa-se, de acordo com a primeira componente principal, uma equiparidade também nas produtividades e produções por planta de todos os tratamentos, com exceção apenas daquele tratamento que não recebeu nenhuma hora de frio no primeiro ano. Para o tratamento de 600 horas de frio, observou-se no segundo ano uma diferença dos outros tratamentos, de acordo com a segunda componente principal, em função de uma maior massa fresca comercial e menor percentual de frutos pequenos. No primeiro ano, 600 horas de frio proporcionaram 932,07 g por planta, com 89,47 toneladas por hectare de produtividade. Já no segundo ciclo esses valores

reduziram para 530,58 g por planta e 50,93 toneladas por hectare, comparando com 0 horas de frio 46,57 toneladas por hectare.

Já a massa fresca de frutas comerciais foi observada para o tratamento com 600 h de frio (Grupo I). Esse valor médio da massa fresca das frutas comerciais de 21,02 gramas por fruta, é superior em relação ao trabalho de (PASSOS; TRANI; CARVALHO, 2015), que obtiveram um valor médio de 11,8 g fruta⁻¹, testando cultivar IAC-2712, ao de Guimarães et al. (2015), que constatou uma média de 13,6 g fruta⁻¹, cultivar Aromas, assim como estudo por (GONÇALVES DE PÁDUA et al., 2015), que obteve massa fresca média de 15,1 g fruta⁻¹. Resultados similares ao presente estudo foram encontrados por (DE OLIVEIRA FRANCO et al., 2017), que observaram frutas com massa 19 gramas. Em outro estudo, (TREVISAN; SIMONE MADRUGA LIMA; ZANELLA PINTO, 2017), observaram que as médias obtidas para massa fresca das frutas, nas condições edafoclimáticas de Laranjeiras do Sul, utilizando a cultivar Milsei Tudla, em que obtiveram frutas com massa 16 gramas, diferente do presente estudo.

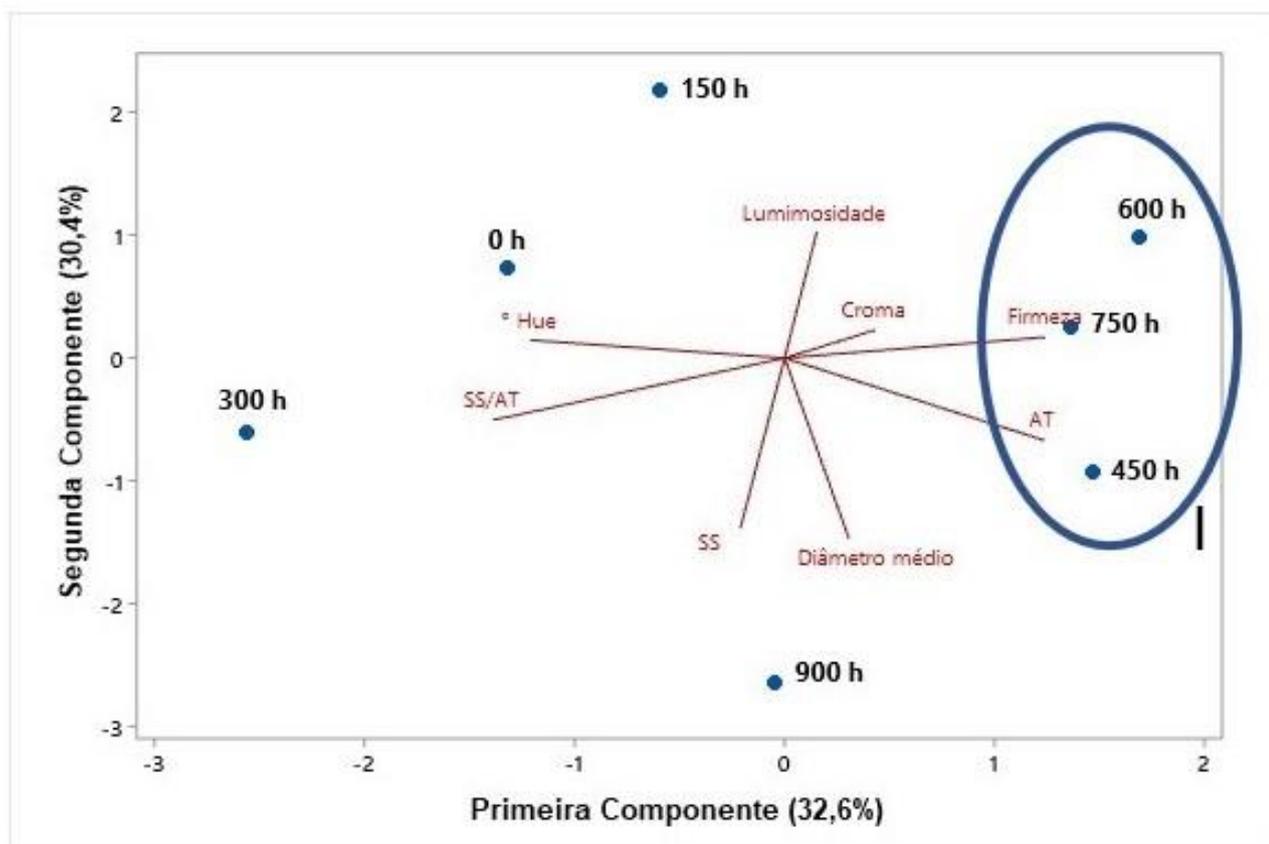
A massa fresca comercial é um parâmetro muito importante na cadeia produtiva do morango, uma vez que interfere diretamente na viabilidade do cultivo e rentabilidade. Frutos com tamanho adequado e atraente fisicamente, são amplamente valorizados pelo mercado consumidor, uma vez, que os aspectos externos são responsáveis pela decisão de escolha e compra do produto (ZANIN, 2019; CARPENEDO; ANTUNES; TREPTOW, 2016). Por isso é importante que cultivares ou genótipos de morangueiro apresentem elevado desempenho produtivo, com elevado massa fresca de frutos comercializáveis, para não trazer prejuízo para produtor, Outra pesquisa relatada, por outros autores como Antunes et al. (2010), que encontraram maior produção em plantas com maior acúmulo de horas de frio em variedades Sabrosa com valores de massa fresca por planta entre 877,51 g. Outro resultado evidenciado por Oviedo; Enciso-Garay; Figueredo, (2020) onde os rendimentos comerciais produzidos por plantas tratadas a frio (235,63 g planta⁻¹) foram significativamente maiores do que os rendimentos produzidos por plantas não tratadas (199,64 g planta⁻¹).

O genótipo FRF CRAPO 10, produz menores percentuais de frutos pequenos no tratamento de 600 horas de frio no presente estudo, isso pode ser explicado por ter acumulado suficiente de horas de frio. Segundo (RICHTER et

al., 2018), com um manejo adequado o agricultor pode obter altos rendimentos de frutos grandes, em relação aos frutos pequenos por planta. Em outro estudo, (MOREIRA et al., 2018), o resultado observado evidencia que ter um manejo com maior controle, principalmente em se tratando de nutrição e controle de umidade nas plantas. Pois com 900 hora de frio as plantas apresentaram menor produtividade isso pode ser explicado por ter acumulado excesso de frio durante vernalização na câmara fria antes de ser transplantado no campo.

Quanto as variáveis de qualidade dos frutos, os gráficos das (Figuras 5), realizadas nos diferentes tratamentos de plantas de primeiro ciclo, a primeira componente principal do eixo x (32,6%) e segunda e y (30,4%), explicam 63% dos tratamentos. Portanto pode-se observar maior firmeza e acidez de frutos no tratamento de 600 h de frio, com características semelhantes aos tratamentos de 450 h e 750 h (Grupo I).

Figura 5- Análise de componentes principais do desempenho qualitativo do genótipo 'FRF CRAPO 10' em plantas no primeiro ciclo de produção, safra 2020/2021, Lages/SC.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

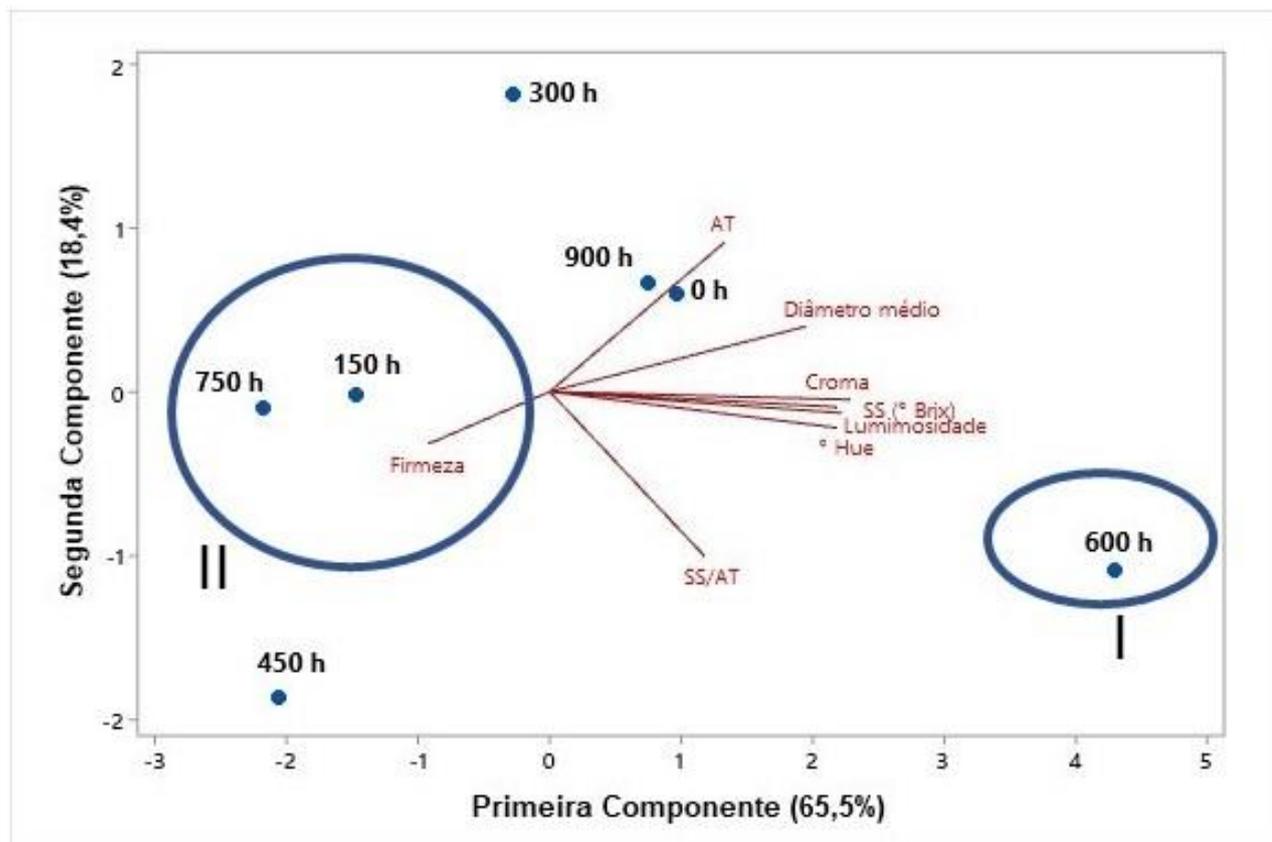
A firmeza da polpa e consistência da epiderme estão relacionadas com a manutenção das características qualitativas do fruto e são atributos importantes quando se deseja armazenar o fruto, comercializá-lo *in natura* ou para transportá-los a longas distâncias até os grandes centros consumidores. (COCCO et al., 2020), ressaltam que a firmeza da polpa é um dos parâmetros qualitativos mais importantes para o morango, pois está relacionada com a capacidade de conservação dos frutos em pós-colheita. (ZANIN, 2019), também observaram elevados valores de firmeza de polpa em cultivares Camarosa, Camino Real. Em outro estudo realizado por (TEMOCICO et al., 2019) onde observaram maiores valores de firmeza de frutas nos genótipos 21-09-4, Garda e Argentera (51,43, 49,41 e 47,6 g).

A acidez titulável é importante uma vez que, influência diretamente na relação sólidos solúveis/ acidez titulável. As variáveis SS e AT são inversamente proporcionais, mas influenciam diretamente na obtenção desta relação, característica responsável pelo gosto dos frutos (CORREA DE SOUZA et al., 2019).

O sabor dos frutos é determinado principalmente pela razão sólidos solúveis totais/acidez titulável, de modo que quanto maior o valor obtido para essa relação, maior será a possibilidade de aceitação das frutas pelos consumidores. No presente estudo, foi observado esse equilíbrio, no tratamento de 600 h de frio. (WELTER, 2021) encontrou resultados semelhantes nos genótipos de dia neutro (FRF FC 057.06 e FRF FC 104.01), onde os frutos apresentaram melhor sabor e maior doçura, com elevada relação sólidos solúveis/ acidez titulável. Outros trabalhos desenvolvidos, em outras áreas, verificaram maior relação SS/AT (COCCO et al., 2020, ZANIN, 2019).

Quanto às variáveis de qualidade, nas plantas em segundo ciclo de produção, as componentes principais, primeira, eixo x e segunda, eixo y, ambos representam 83,2 % das variações nos tratamentos (Figura 6). foi possível observar tratamento de 600 h de frio com maior diâmetro, sólidos solúveis e consequente relação SS/AT (Grupo I).

Figura 6- Análise de componentes principais do desempenho qualitativo do genótipo 'FRF CRAPO 10' em plantas no segundo ciclo de produção, safra 2021/2022, Lages/SC.



Legenda: AT= Acidez Titulável; SS= Sólidos Solúveis; SS/AT= Relação Sólidos solúveis/ Acidez Titulável; Hue = ângulo Hue da epiderme.
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Na literatura há constatações que o diâmetro médio das frutas de morangueiros apresenta uma diferença em relação à genética da planta, ou seja, do genótipo, sobre tamanho de fruta. No presente estudo foi observada esta diferença entre as plantas submetidas a diferentes horas de frio com 600 h de frio. Semelhante o que foi encontrado neste trabalho, no estudo realizado por (OVIEDO; ENCISO-GARAY; FIGUEREDO, 2020), os autores observaram frutas do cultivares Camino Real e Festival, aqueles que receberam o tratamento obtiveram o maior valor (1,03 mm), daqueles que não receberam a vernalização (0,97 mm). Este fato, provavelmente pode estar relacionado com fatores climáticos como temperatura e fotoperíodo. Essas características qualitativas são muito importantes, pois conferem aos frutos uma melhor aparência, tornando-o mais atrativo ao mercado consumidor, tanto para consumo in natura quanto para a industrialização.

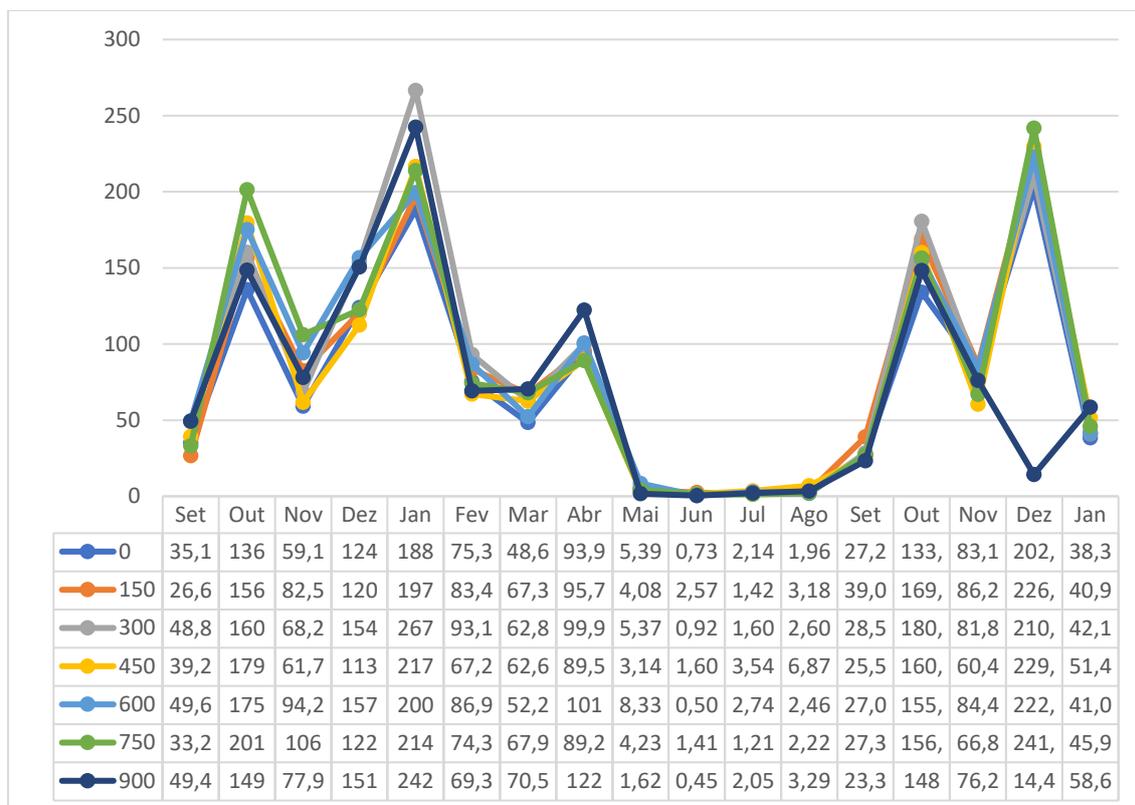
Na presente pesquisa as maiores concentrações de sólidos solúveis (SS), foram verificadas no tratamento 600 h de frio no segundo ciclo produtivo no

genótipo FRF CRAPO 10, pois é uma característica intrínseca dos genótipos, uma vez que é orientado geneticamente, contudo, por se tratar de uma característica qualitativa, pode sofrer influência do clima (COSTA et al., 2019). Em um estudo realizado por Joanna et al., (2012) obtiveram a média de 3,23 °Brix em setembro com a cv. Early Bright, mas na avaliação de junho foi relatada média de 7,68 °Brix. Segundo Silva; Dias; Pacheco, (2015) , relataram valores obtidos com a cv. Sweet Charlie uma média de 6,63 °Brix e um valor de 5,60 °Brix com cv. Dover, esses valores foram inferiores aos observados de Brix (5,60 e 4,80) respectivamente neste estudo. Oviedo; Enciso-Garay; Figueredo, (2020), observaram valor maior de teor de sólidos solúvel (9,56°Brix) no genótipo Corea.

No presente estudo horas de frio afetaram o teor de ácido cítrico, apresenta um componente no equilíbrio para a doçura dos frutos, por Joanna et al., (2012) obtiveram valor de ácido cítrico 0,36% com cv. Cedo Brilhante. No entanto, Silva; Dias; Pacheco, (2015) , encontraram média de 0,92% com cv. Sweet Charlie, para Alvarez-Suarez et al., (2014) foi observado os maiores em 1/3 dos frutos maturados e diminuíram gradativamente com o aumento do estágio de maturação (Sweet Charlie, Festival, Camarosa e outros genótipos), porém condições edafoclimáticas ou características intrínsecas de cada genótipo podem afetar a AT. Portanto para Agüero et al., (2015), relataram um aumento da acidez titulável com a temperatura.

Quando comparada a produção por planta mês a mês observa-se semelhança na distribuição mensal entre os tratamentos (Figura 7). Destaca-se ainda que ao deixar as plantas em campo, no segundo ano as produções iniciam bastante pequenas a partir de maio, atingindo seus valores mais significativos a partir de setembro, o mesmo mês que teriam início as produções de novas plantas em seu primeiro ciclo.

Figura 7- Representação gráfica das produções por planta (g), mês a mês, do genótipo 'FRF CRAPO 10', nos dois anos de produção, safras 2020/2021 e 2021/2022, Lages/SC.



Portanto, não houve antecipação de produção em plantas que permaneceram no campo para um segundo ciclo de produção. De setembro a dezembro as produções por planta foram semelhantes nos dois ciclos de produção para a maioria dos tratamentos, incluindo o de 600 horas de frio. A partir de janeiro (segundo ano) a produção decaiu significativamente em relação as plantas de primeiro ano. Dessa forma, acredita-se que para a genótipo FRF CRAPO 10 seria interessante manter plantas no campo para uma segunda produção desde que fosse estabelecido um percentual de replantio. Assim, enquanto parte das plantas produziam toda sua capacidade pela segunda vez entre setembro e dezembro, outras novas plantas produziram também toda sua capacidade pela primeira vez, de setembro a abril.

3.5. CONCLUSÃO

O uso de horas de frio no genótipo de dia neutro FRF CRAPO 10 com a vernalização da muda, contribui na produção e na qualidade de frutas em sistema semi-hidropônico;

Dentre os tratamentos avaliados para o genótipo FRF CRAPO 10, o mesmo quando submetido a 600 horas de frios aumentou a produção total por planta, a produtividade e diminuiu o percentual de frutos pequenos, demonstrando ser o máximo de horas de frio que o genótipo necessita para expressar o seu potencial produtivo;

Não há antecipação de produção em plantas de FRF CRAPO 10 que permanecem no campo para um segundo ciclo de produção.

De setembro a dezembro as produções por planta em dois ciclos são semelhantes para plantas de FRF CRAPO 10 que receberam 600 horas de frio no processo de finalização das mudas antes do plantio;

O genótipo FRF CRAPO 10 possui elevada firmeza de frutos, relação SS/AT e maior diâmetro de frutos, isso demonstra poder ser promissor para a sua comercialização, tolerante ao transporte a longas distâncias e apresenta um bom equilíbrio de doçura para seu consumo;

Dentre horas de frio testadas nesta pesquisa indicaria o 600 horas de frio para genótipo FRF CRAPO 10, pois alcançou a produtividade de 89,4 t/ha⁻¹.

4. CAPÍTULO II: DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MORANGO PIRCINQUE.

4.1. RESUMO

Morango (*Fragaria x ananassa*) pertencente para a família Rosaceae é uma fruta lucrativa com alta demanda do mercado nacional. No entanto falta de manejos adequando influencia o seu rendimento, com o objetivo de estudar a interferência de diferentes densidades de plantio na produção e na qualidade dos frutos da cultivar Pircinque em plantas de primeiro e segundo ciclo de cultivo. O experimento foi composto por seis tratamentos que consistiram em espaçamentos entre plantas (5, 10, 15, 20, 25 e 30 cm) com densidades de plantio de 240, 120, 80, 60, 48 e 40 mil plantas por hectare. O delineamento foi em blocos casualizados (DBC), com quatro blocos, e unidade experimental composta por sete plantas úteis. As colheitas foram entre os meses de setembro a fevereiro durante as safras 2020/21 e 2021/22. Foram avaliadas variáveis quantitativas e qualitativas. Os resultados foram submetidos análise da variância (ANOVA) e quando significativa as médias foram submetidas a análise multivariada por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). Os diferentes espaçamentos influenciaram nas variáveis analisadas em ambos ciclos. Dentre diferentes espaçamentos de plantio, o que destacou-se no primeiro ciclo, 5 cm com produtividade (84 t/h^{-1}), e espaçamentos de 30 cm, com maior produção de frutas pequenas e descartes (24,97 e 2,50 %), ainda no mesmo ciclo produtivo em relação a qualidade, foi observado os maiores espaçamentos, resultaram em maiores valores de sólidos solúveis e acidez. (9,83 g e 0,34 g). Já no segundo ciclo produtivo observa-se que a inter-relação entre as variáveis permaneceu a mesma, com os maiores espaçamentos resultando em maiores produções por planta ($841,60 \text{ g/planta}^{-1}$, no entanto, com menor espaçamento 5 cm, com maior produtividade ($63,38 \text{ t/h}^{-1}$). Portanto a avaliação geral do presente estudo foi possível concluir que o espaçamento de 5, 10 e 15 cm e a densidade de plantio mais eficiente para melhorar a produtividade e qualidade em morango pircinque em condições de Lages-SC.

Palavras-chaves: Morango; espaçamento de plantio; produção; Rendimento; qualidade da fruta

4.2. ABSTRACT

Strawberry (*Fragaria × ananassa*) belonging to the Rosaceae family is a profitable fruit with high demand in the national market. However, lack of adequate management influences its yield, with the objective of studying the interference of different planting densities in the production and quality of the fruits of the cultivar Pircinque in plants of the first and second cultivation cycle. The experiment consisted of six treatments that consisted of plant spacing (5, 10, 15, 20, 25 and 30 cm) with planting densities of 240, 120, 80, 60, 48 and 40 thousand plants per hectare. The design was in randomized blocks (DBC), with four blocks, and an experimental unit composed of seven useful plants. The harvests were between the months of September to February during the 2020/21 and 2021/22 harvests. Quantitative and qualitative variables were evaluated. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and when significant the means were submitted to multivariate analysis using Principal Component Analysis (PCA). The different spacings influenced the variables analyzed in both cycles. Among different planting spacings, the one that stood out in the first cycle, 5 cm with productivity (84 t/h-1), and 30 cm spacing, with greater production of small fruits and discards (24.97 and 2.50 %), still in the same production cycle in relation to quality, the largest spacings were observed, resulting in higher values of soluble solids and acidity. (9.83 g and 0.34 g). In the second production cycle, it is observed that the interrelationship between the variables remained the same, with the largest spacings resulting in higher yields per plant (841.60 g/plant-1, however, with a smaller spacing of 5 cm, with higher productivity (63.38 t/h-1). Therefore, the general evaluation of the present study was possible to conclude that the spacing of 5, 10 and 15 cm and the more efficient planting density to improve productivity and quality in pircinque strawberry in Lages-SC conditions

Keywords: Strawberry; planting spacing; production; Performance; fruit quality

4.3. INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria* x *ananassa* Duchesne) é mundialmente cultivado e apresenta grande importância em função do seu valor econômico. Todas as espécies de morangueiro são do gênero *Fragaria*, pertencente à família das Rosaceae.

A Produção mundial de morangos gira entorno de 8.861.381 milhões de toneladas, onde os maiores produtores são China, Estados Unidos, Turquia, Espanha, Egito, México, Polônia, Coreia do Sul, Japão e Alemanha (FAO, 2020). A América do Sul contribui com 60% da produção mundial e o Brasil produz cerca de 165.440 toneladas (FAO, 2020). Apesar de não estar entre os cinco primeiros principais produtores de morango do mundo, o Brasil se destaca como o maior produtor da América do Sul. Dentro do cenário nacional, os estados de Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Brasília, Espírito Santo, Bahia e Santa Catarina são os maiores produtores. Além do aspecto econômico, o morango também ganha notoriedade em função do aspecto nutricional, visto que o pseudofruto apresenta elevada quantidade de micronutrientes e ácido ascórbico que são essenciais para a manutenção da saúde humana. (AFRIN et al., 2016). No entanto, a falta de densidade de plantio adequada, pode interferir na porcentagem de frutas subdimensionadas e não comercializáveis, além disso, a produção, a distribuição da biomassa entre os diferentes órgãos da planta e incidência de pragas e doenças.

O fator densidade de plantio é necessário para se otimizar o uso das estruturas e da área de cultivo, a fim de se obter maior rendimento por unidade de área. A densidade de plantio pode interferir no crescimento das plantas, distribuição de biomassa entre órgãos de plantas, produção, produtividade, tamanho e qualidade de frutos (PEREIRA PORTELA et al., 2012). Além disso, outro fator que pode modificar significativamente as características agrônômicas é o manejo de poda verde. Esse tipo de manejo se insere como uma alternativa para os produtores que cultivam a mesma planta em anos/ciclos consecutivos, com o intuito de reduzir custos com a compra e implantação de novas mudas.

Acrescentar sobre fatores de manejo importantes para diferentes densidades de plantio. A poda é importante durante todo o ciclo produtivo. Colocar sobre a tendência de dois ou mais ciclos produtivos.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a densidades de plantio na produção e na qualidade de morangos do cultivar Pircinque.

4.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no município de Lages, Região do Planalto Sul de Santa Catarina, sob coordenadas geográficas de 27°47' Latitude Sul e 50°18' Longitude Oeste e com altitude média de 923 m.

Segundo a classificação de KÖPPEN, o município de Lages apresenta clima tipo Cfb (clima temperado com verão fresco), temperatura média anual de 15,6 °C e precipitação pluvial média anual de 1.400 mm com chuvas bem distribuídas durante o ano todo.

Foi utilizado o sistema semi-hidropônico, em uma estufa do tipo “guarda-chuva” (15x45 metros), em calhas suspensas formadas com filme tubular de polietileno branco (plástico slab) de 33 cm de diâmetro e 100 micras de espessura, suspensas por arame esticados no interior do filme, sustentadas por estacas de madeira e preenchidas com substrato comercial na seguinte proporção: 40% casca de arroz carbonizada, 40% casca de pinus decomposta e 20% de turfa, coberto com plástico (“mulching”).

As mudas utilizadas foram do tipo torrão e produzidas pelo grupo de fruticultura, esse material foi propagado por meio de estolões, os mesmos foram coletados e limpos (foi retirado o excesso de material vegetal), plantados em bandejas, preenchidas com substrato comercial na seguinte proporção: 60% casca de arroz, 20% casca de pinus e 20% húmus, mantidas em casa de vegetação, recebendo irrigação e fertirrigação até o estágio final de formação.

Foi utilizado mudas cultivar Pircinque do tipo torão de (Dia Curto), que foram transplantadas em uma única linha, e os tratamentos foram constituídos de seis diferentes espaçamentos entre plantas (5, 10, 15, 20, 25 e 30 cm), assim, uma densidade de plantio equivalente a 240, 120, 80, 60, 48 e 40 mil plantas por hectare, respectivamente).

Nas duas safras agrícolas (planta de primeiro e segundo ano) supracitada, onde plantas de primeiro ano, permaneceram e passaram para segundo ano, já na segunda safra foi plantado novas mudas que são considerados plantas de

primeiro ano, o plantio ocorreu em meses maio, após plantio foram feitos tratamentos culturais, bem como, solução nutritiva completa, em três fases diferentes, controle de invasoras foi realizado de forma manual, assim como, retirada de folhas doentes e senescentes, e remoção de estolões, semanalmente, conforme necessidade. Ademais, aplicações fitossanitárias foram realizadas com produtos registrados para o cultivo do morangueiro, conforme o sistema de tratamentos culturais.

O sistema de irrigação utilizado foi tubos gotejadores, com espaçamento entre gotejadores de 15 cm, as plantas receberam irrigação e solução nutritiva de acordo com o clima e sua necessidade. A composição nutricional foi realizada conforme recomendação para cada fase de desenvolvimento da cultura, listada acima, mantendo a condutividade elétrica dentro da caixa de 1,2 a 1,4 mS/cm e do drenado de 0,8 a 1,2 mS/cm, e pH na faixa de 5,5 a 6,5 na caixa e no drenado.

As colheitas foram realizadas semanalmente e em período de safra mais intensa, duas vezes na semana, entre os meses de setembro de 2020 até abril de 2021 (plantas em primeiro ciclo de produção). No mês de maio de 2021 foi realizada uma limpeza drástica para prosseguir com as plantas no segundo ciclo de produção, onde a colheita foi realizada entre os meses de junho de 2021 até janeiro de 2022, representando a safra agrícola 2021/2022.

Variáveis avaliadas

As frutas colhidas foram levadas ao laboratório e avaliadas as variáveis quantitativas e qualitativas.

Para as variáveis quantitativas, primeiramente as frutas foram contadas, pesadas e classificadas, de acordo com os seguintes critérios:

- **Comerciais:** Frutos sem a presença de deformações e podridões, que apresentarem massa fresca maior ou igual a 10 g.
- **Pequenas:** Frutos sem a presença de deformação e podridões, e que apresentarem massa fresca menor que 10 g.
- **Deformadas:** Frutos que apresentarem massa fresca maior ou igual a 10 g. e apresentarem superfície deformada, perdendo seu valor comercial.
- **Podres:** Frutos com presença de podridões provocadas por *Botrytis* spp. e *C. fragariae* e *Oidium* sp.

Os resultados foram expressos em: produção total por planta (g planta^{-1}), massa fresca de frutas comerciais (g fruta^{-1}), produtividade (t ha^{-1}), percentual de produção de frutas pequenas – PP (%) e percentual de produção de frutas deformadas – PD (%).

Para as variáveis qualitativas, as análises físico-químicas foram realizadas uma vez no mês durante o período de colheita de cada safra agrícola, foram coletadas amostras homogêneas de cinco frutas por parcela e realizadas as seguintes avaliações:

- **Coloração da epiderme:** determinada com o auxílio de um colorímetro digital de bancada, realizando leitura em duas faces opostas de cada fruta, obtendo os valores de luminosidade (L), croma (C), e ângulo hue ($^{\circ}\text{hue}$).
- **Firmeza de polpa:** determinada em newton (N) e transformada para grama (g), com o auxílio de um penetrômetro digital, com ponteira de 2 mm e penetração de 10 mm em dois lados opostos de cada fruta.
- **Sólidos solúveis:** determinada pela porcentagem do teor de açúcares e ácidos orgânicos presentes das frutas ($^{\circ}\text{Brix}$), com o auxílio de um refratrômetro, onde foi depositado 1 ml de amostra sobre o prisma, tendo o resultado expresso em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de açúcares solúvel. A amostra utilizada foi o suco extraído das 5 frutas com o auxílio de um espremedor manual.
- **Acidez titulável:** determinada através de uma amostra de 5ml de suco das frutas, diluída em 45 ml de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 N até pH 8,1, com auxílio de um titulador automático.
- **Relação sólidos solúveis/Acidez titulável (RATIO):** Obtida através da razão entre sólidos solúveis e acidez titulável da amostra.
- **O diâmetro médio de frutas:** foi obtido por medição de comprimento e largura dos frutos através de fita métrica, sendo avaliados cinco frutos de cada análise. O resultado foi expresso em milímetros (mm).

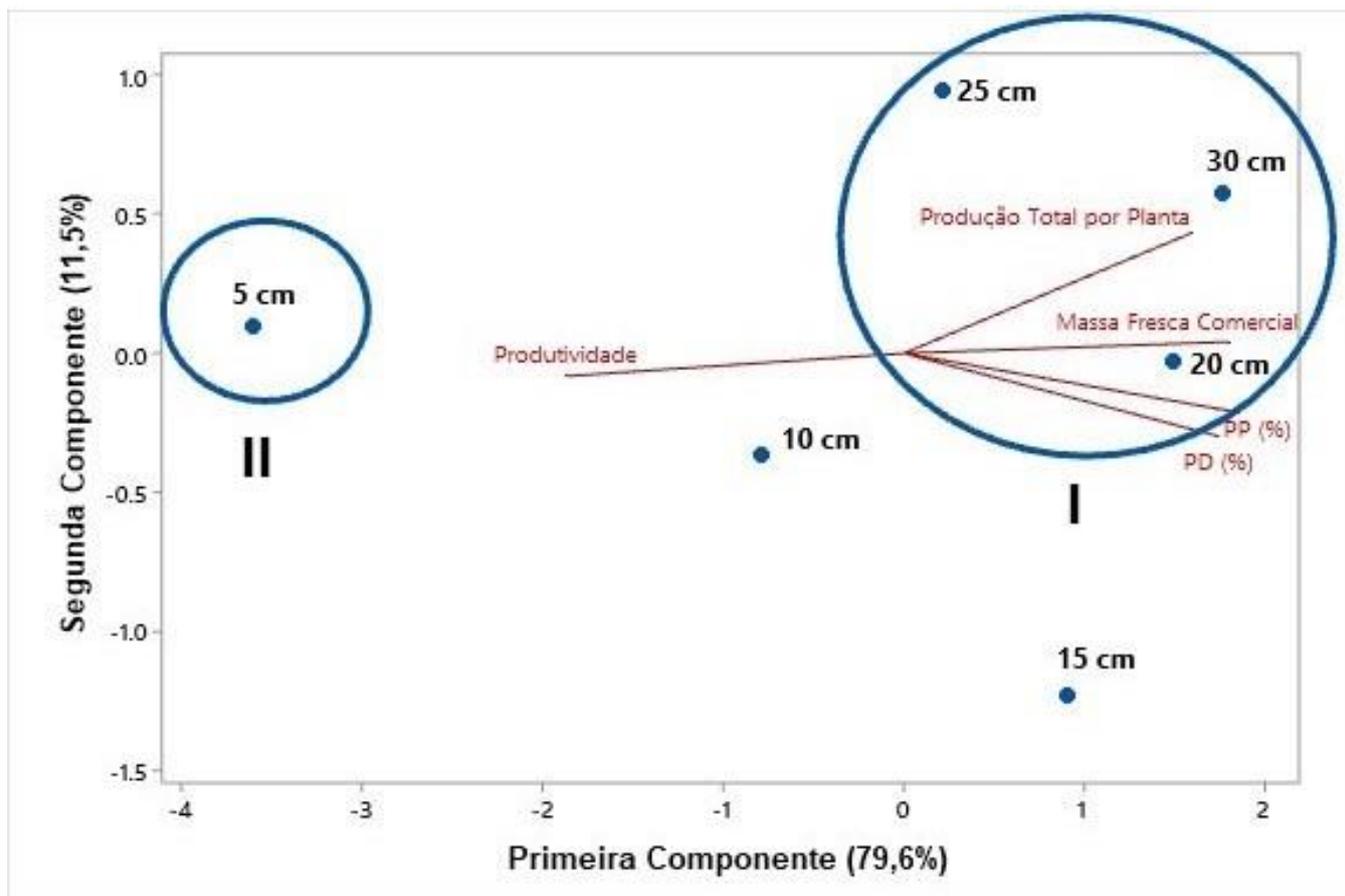
Delineamento utilizado e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), com quatro blocos, e unidade experimental composta por sete plantas úteis. Posteriormente os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para a verificação da normalidade dos resíduos. Atendidas a essas duas pressuposições, aplicou-se a análise da variância (ANOVA) e quando significativa foi realizada análise multivariada, através do método de análise de componentes principais (PCA), com auxílio do programa Minitab.

4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 8, onde temos as variáveis quantitativas nas plantas em primeiro ciclo de produção, 79,6 % da variação dos tratamentos pode ser explicada pela primeira componente principal, eixo x. Dessa forma, destacam-se os espaçamentos 20, 25 e 30 cm (Grupo I), sendo aqueles que resultaram em maiores produções por planta e massa fresca comercial, seguido das variáveis de PP (%) e PD (%), apesar de apresentar as menores produtividades. O espaçamento de 5 cm (Grupo II) resultou na menor produção por planta, massa fresca comercial PP (%) e PD(%), apesar de apresentar maior produtividade, sendo semelhante com os resultados obtidos por De Lima et al. (2021), onde as maiores médias de produtividade foram observados para o menor espaçamento (5 cm).

Figura 8- Análise de componentes principais do desempenho quantitativo do cultivar 'Pircinque' em plantas no primeiro ciclo de produção, safra 2020/2021, Lages/SC.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Brugnara e Colli (2019), observaram queda no rendimento para o espaçamento de 20 cm quando comparados à 40 cm. Em um estudo recente realizado por De Lima et al. (2021), encontraram maiores médias de frutos colhidos por planta para o espaçamento de 30 cm comparando com 5 cm, com valores médios de 40,0 e 53,5 frutos por planta comparando com espaçamentos menores de 5 cm. Essa diferença, também, foi observada por Tariq et al. (2013), na densidade 15 cm x 30 cm obtiveram, maior número de frutos por planta. O aumento do rendimento de morangos em cenários de maior densidade pode ser devido ao aumento do número de plantas. Por outro lado, (Hazarika, Lalchhanmawia e Nautiyal, (2019) observaram um aumento de 40 % no rendimento em maiores espaçamentos entre plantas (50 x 40 cm). Isso pode ser explicado pela maior atividade fotossintética, devido à maior área foliar e maior

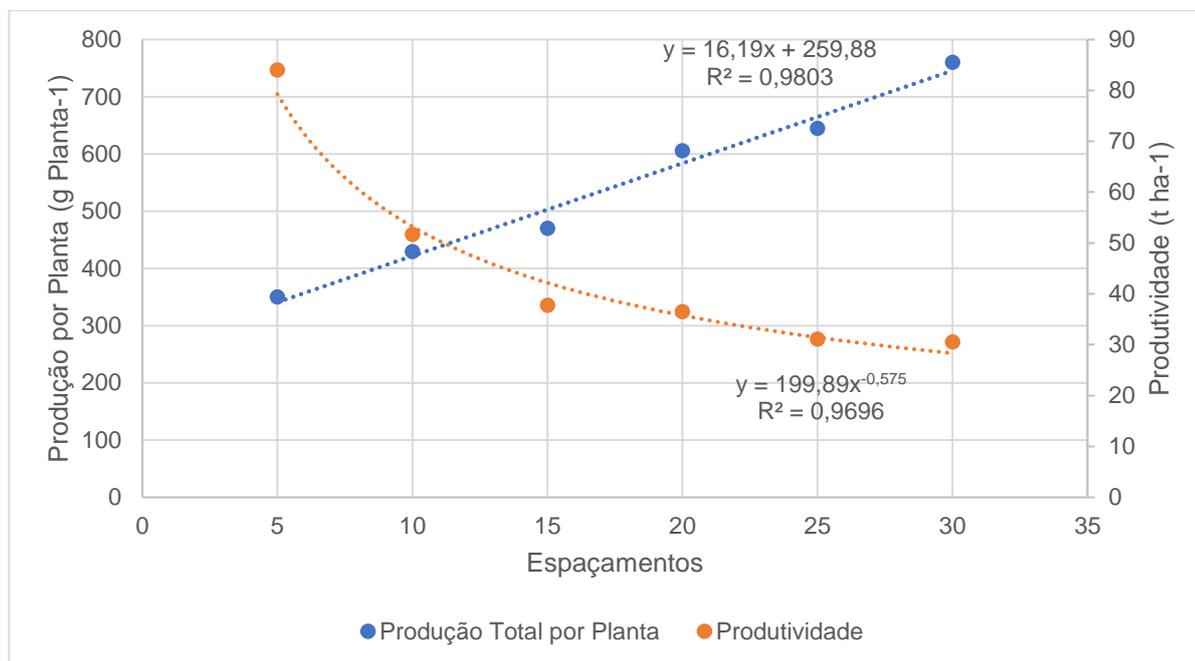
número de folhas expostas à luz solar. Vale ressaltar que cultivos com o maior espaçamento exige maior tempo de crescimento. Por outro lado, em cenários de maior densidade de plantas pode haver maior competição por fatores abióticos (água, luz e nutrientes).

(De Lima et al., 2021); Chahil e Lal (2020), relataram que o menor espaçamento apresentou o rendimento máximo por hectare, isso pode ser decorrente da maior densidade de plantas. Por outro lado, elevadas produtividades também podem ser visualizadas em situações de menores densidades de plantas. Em outro estudo realizado por (Khalil et al., 2022), onde observaram produtividade total da planta de tomate ($4,71 \text{ kg. planta}^{-1}$), e para o morangueiro, rendimento total da planta ($408,55 \text{ g planta}^{-1}$), resultado semelhante do presente estudo.

Conforme o gráfico apresentado na figura 9, foi possível observar que a produção por planta seguiu uma tendência linear ascendente onde os menores espaçamentos resultaram em menores produções por planta. A produtividade seguiu uma tendência inversa, onde os menores espaçamentos resultaram em maiores produtividades.

O aumento do espaçamento entre plantas reduziu a produtividade, contudo, a dedução ocorreu a taxas menores a partir de 15 cm de espaçamento entre plantas. Vale ressaltar que apesar do espaçamento de 30 cm ter resultado em um aumento de produção por planta de 117% comparativamente ao espaçamento de 5 cm, a produtividade total observada no espaçamento de 5 cm foi 175% maior do que o espaçamento de 30 cm. Figura 8.

Figura 9- Produção por planta e produtividade do cultivar 'Pircinque' em plantas no primeiro ciclo de produção registrados na safra 2020/2021 em Lages/SC.



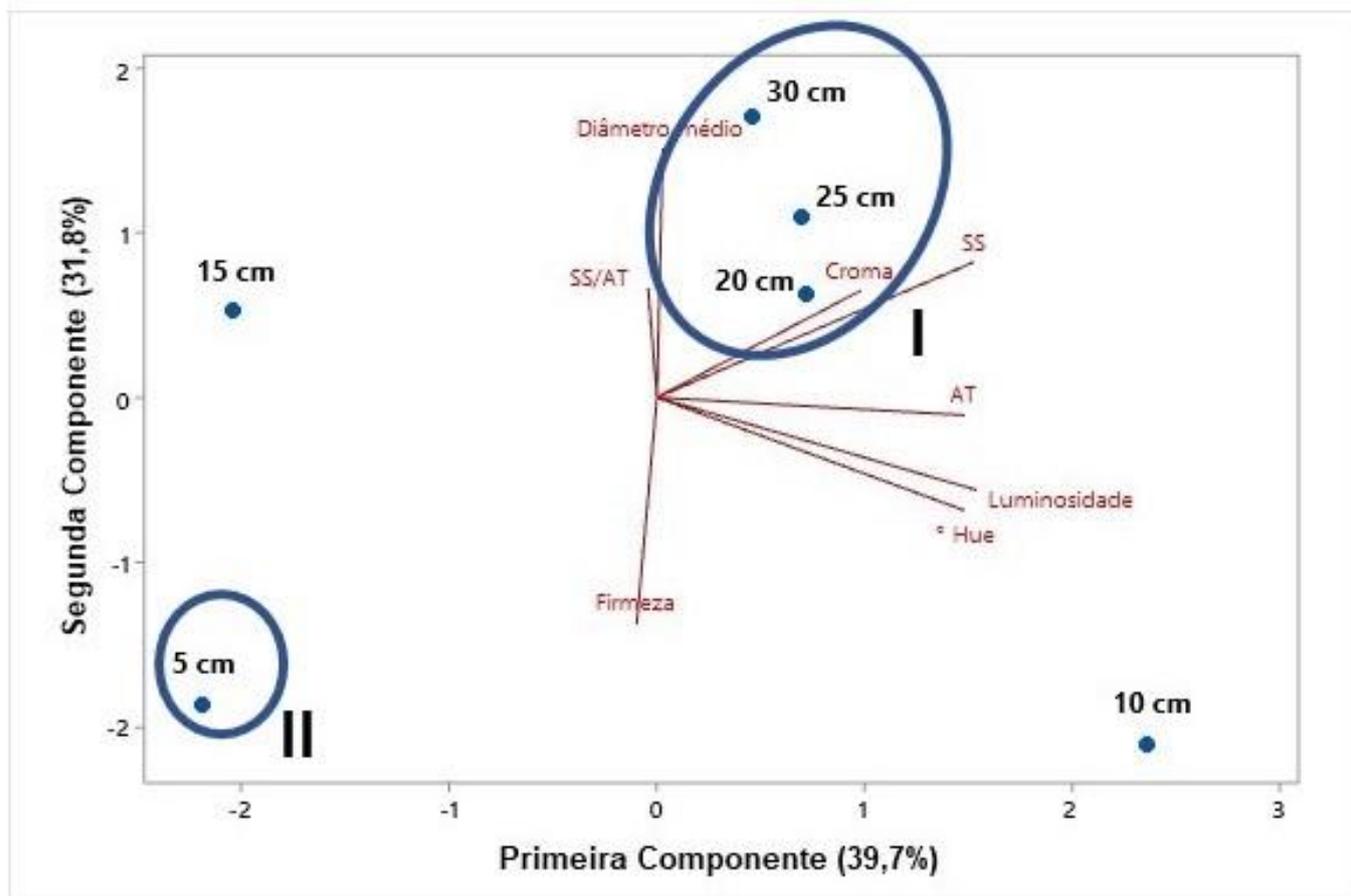
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Nesse cenário, em função da menor competição intraespecífica, há um maior desenvolvimento do sistema radicular resultando em maior absorção de água e nutrientes. Outro relatado na literatura por pesquisadores em relação produtividade no menor espaçamento aponta que, a floração precoce nas plantas cultivadas em densidade média (25 plantas/m²), pode produzir o maior número de flores por inflorescência e conseqüentemente a produtividade da cultura (COSTA et al., 2017). Em outro estudo, (PEREIRA PORTELA et al., 2012), relataram que o aumento da densidade de plantas não revelou menor produtividade do morango 'Camino Real'. Os maiores valores de produtividade foram encontrados em densidades de 15,0, 9,3, 10,7 e 12,5 plantas m⁻² (com rendimentos de 2,98, 1,85, 2,25, e 2,79 kg m⁻², respectivamente), mas foram inferiores aos relatados neste estudo.

Para as variáveis de qualidade nas plantas em primeiro ciclo de produção (Figura 10), a primeira componente principal, eixo x e a segunda, eixo y, explicam juntas 71,5 % das variações nos tratamentos. Foi possível observar, que os maiores espaçamentos (Grupo I), resultaram em maiores valores de sólidos solúveis e acidez do que os menores espaçamentos. No entanto, ao aumentar

os valores das duas variáveis, a relação SS/AT manteve-se similar para 5 cm e para 30 cm (10,35 e 10,67, respectivamente).

Figura 10- Desempenho qualitativo de cultivar 'Pircinque' em plantas de primeiro ciclo de produção na safra 2020/2021 em Lages/SC.



Segundo TARIQ et al. (2013) observou maior acidez para o espaçamento de 15 cm x 30 cm entre plantas. Segundo (MICHALSKI LAMBRECHT et al., 2020) quando as plantas têm fotoperíodo mais curto, no caso das cultivares de dia curto, têm maior área foliar e maior produção de fotoassimilados, pois estes são considerados os principais drenos na planta, favorecendo assim o maior teor de sólidos solúveis totais e diminuição da acidez. Vale ressaltar que maiores valores de acidez podem ser observados em maiores densidades de plantas por meio do efeito de sombreamento, visto que nesse cenário, a conversão de açúcares é dificultada. De acordo com (GECER et al., 2022), encontraram,

valores de teor de ácido titulável nos frutos foi determinado entre 0,780% e 1,047%.

O sabor dos frutos é determinado principalmente pela razão sólidos solúveis totais/acidez titulável, de modo que quanto maior o valor obtido para essa relação, maior será a possibilidade de aceitação das frutas pelos consumidores. Uma alta relação solúvel totais (SST) / acidez titulável (AT), dá às frutas um melhor equilíbrio entre doce e ácido, dando o sabor mais agradável e tornando-os mais atraentes para os consumidores (BRACKMANN et al., 2011).

A firmeza de polpa foi inversamente proporcional ao diâmetro do fruto. Os frutos resultantes de plantas com 5 cm de espaçamento (Grupo II) foram mais firmes do que os frutos de plantas com 30 cm de espaçamento (85,29 e 59,37 g, respectivamente).

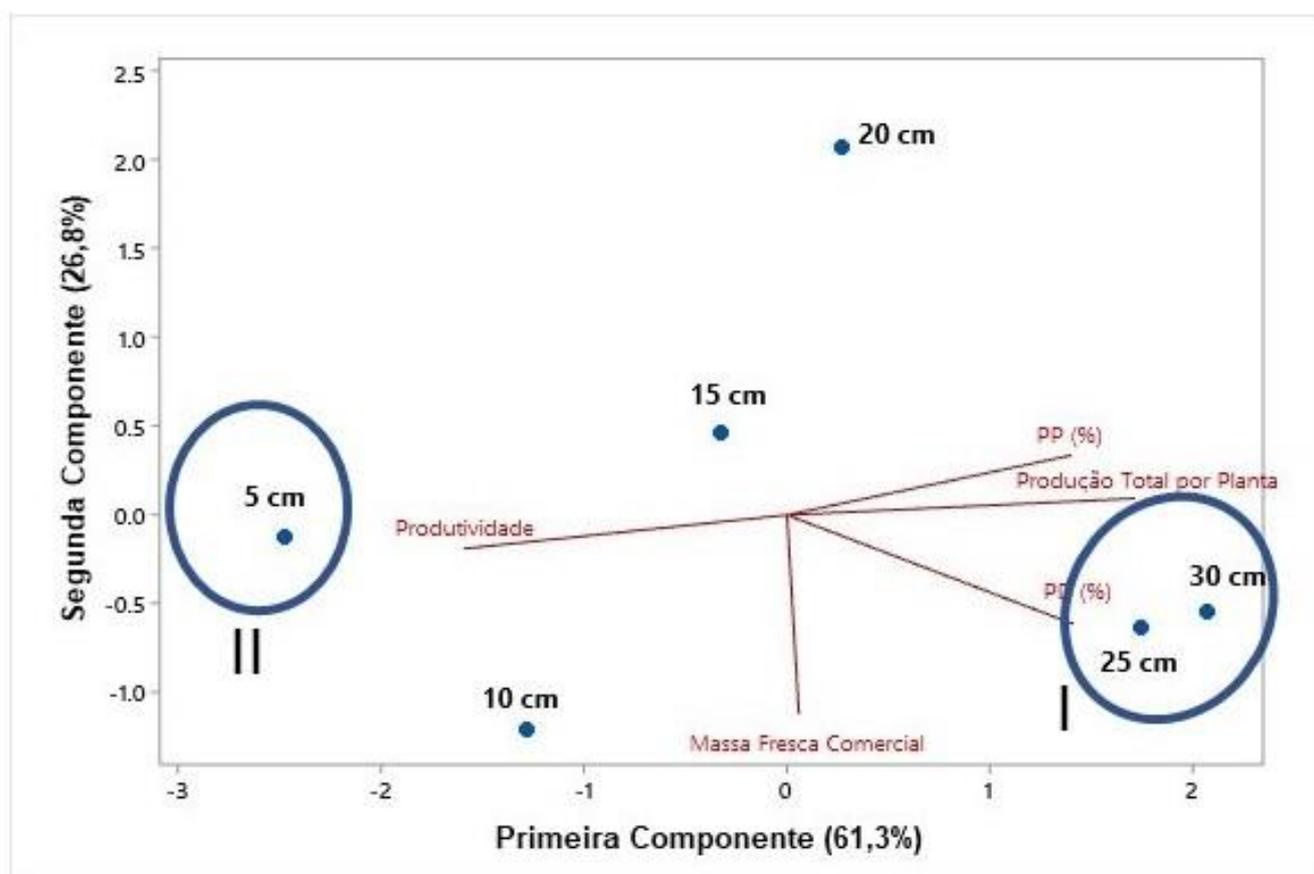
Resultados similares foram observados por Fagherazzi et al. (2021) onde observou tamanho de frutas nos espaçamentos maior. Por outro lado, Shahzad et al. (2018) não observou diferenças para o tamanho (largura e comprimento) de morangos entre os espaçamentos entre plantas do ponto de vista comercial, os morangos menores são menos valiosos e também são difíceis de comercializá-los, uma vez que são preteridos pelos consumidores. A firmeza da polpa e consistência estão relacionadas com a manutenção das características qualitativas, resistência e durabilidade do fruto (CHEN et al., 2011) e são atributos importantes quando se deseja transportá-los para longas distâncias até os grandes centros consumidores. Cocco et al. (2020) ressaltam que a firmeza da polpa é um dos parâmetros qualitativos de extrema importância, pois está relacionada com a capacidade de conservação dos frutos em pós-colheita. As características físico-químicas dos frutos foram influenciadas pela densidade de plantas. Hazarika, Lalchhanmawia e Nautiyal (2019), observaram maiores valores de SS (8,96 Brix) no para o menor espaçamento entre plantas (20 x 20 cm). Por outro lado, Sonkar; Ram; Meena, (2012), registraram maiores valores de SS para os maiores espaçamentos entre plantas E Brugnara, e Colli (2019), não observaram diferenças significativas para os sólidos solúveis em diferentes espaçamentos entre plantas em duas safras para as cultivares Camarosa (6,6 e 6,5°Brix, respectivamente) e Camino Real (6,6 e 6,8°Brix, respectivamente). No presente foi encontrado 9,83°Brix em espaçamentos maiores. O teor de sólidos solúveis é composto por alguns polissacarídeos, entre os quais glicose, sacarose

e frutose estão presentes em concentrações mais altas (BERMÚDEZ-ORIA et al., 2019).

Dessa forma, para as plantas de primeiro ano da cultivar Pircinque plantadas em espaçamentos diferentes, pode-se destacar que o menor espaçamento utilizado (5 cm) resultou em maior produtividade e similares condições de qualidade de fruto, do que os demais espaçamentos testados.

Para as plantas de segundo ano, nas variáveis da produção (Figura 11), a primeira e a segunda componente principal, eixo x e y, respectivamente, explicaram 88,1 % da variação nos tratamentos. Observa-se que a inter-relação entre as variáveis permaneceu a mesma, com os maiores espaçamentos resultando em maiores produções por planta, no entanto, com menor produtividade (Grupo I). Todavia, o percentual de descarte também permaneceu maior nas plantas de maiores espaçamentos.

Figura 11- Análise de componentes principais do desempenho quantitativo do cultivar 'Pircinque' em plantas no segundo ciclo de produção, safra 2021/2022, Lages/SC.



Legenda: PP%= Percentual de produção de frutas pequenas; PD%= Percentual de produção de frutas descartes.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

As plantas em segundo ciclo de produção também apresentaram maior produtividade no espaçamento de 5 cm (Grupo II). Figura 11.

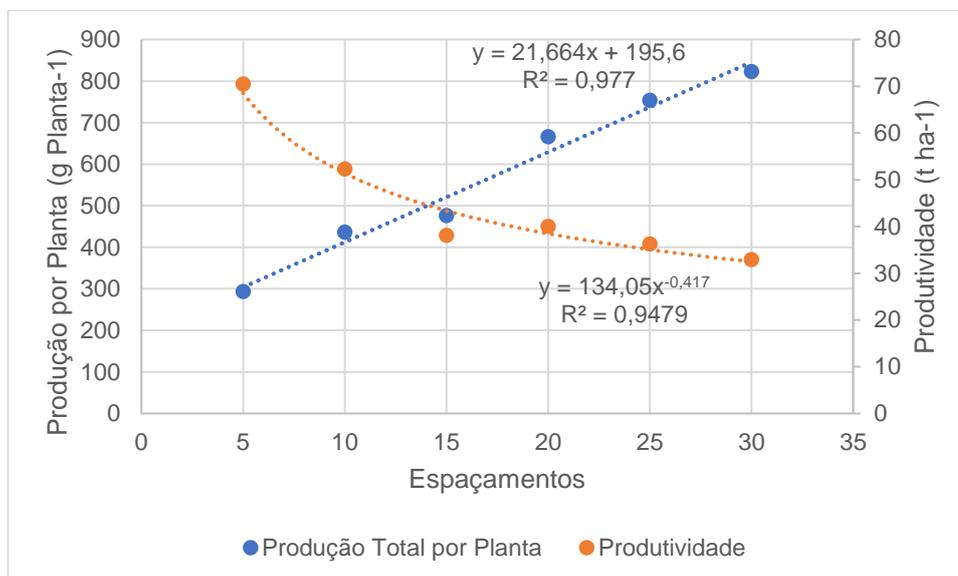
A produtividade de plantas é um importante indicador de desempenho agrícola na cultura do morango. No presente trabalho o espaçamento entre plantas afetou a produtividade, uma vez que a planta permaneceu produzindo no menor espaçamento no segundo ano, presumivelmente porque as plantas por estarem melhor estabelecidas são mais hábeis em competir pelos recursos disponíveis (água, luz e nutrientes). Diferentemente encontrado por Chahil; Ial, (2020), onde relatou que a produtividade foi maior no segundo ano. Costa et al., (2017) realizou um trabalho utilizando cultivar 'Albion' e verificou que a densidade não prejudicou a produtividade. Isso pode estar relacionado com arquitetura da planta, uma que está por suas folhas estarem mais abertas são capazes de interceptar maior radiação solar, resultando na maior produção de fotoassimilados. Em outro estudo realizado por (Sayđi, 2022), onde Aplicação de fertilizantes orgânicos no (*Fragaria vesca* L), relataram a maior produtividade por planta ocorreu com as aplicações de vermicomposto e esterco de galinha. Sendo uma variável importante que deve ser alcançado em termos de eficiência de área unitária na produção agrícola

Em relação ao número total de frutos por planta, cultivares Sabrina, Pircinque e Jonica apresentaram as maiores médias Zanin et al. (2020). Os altos rendimentos são importantes para garantir o retorno econômico necessário para viabilizar cultivos, principalmente em cultivos tipicamente cultivados em pequenas áreas, como é o caso do morango (RONQUE et al.,2013).

A relação encontrada entre as produções por planta e produtividade de acordo com os espaçamentos também foi mesma nas plantas em segundo ciclo de produção (Figura 12).

Produção por planta e produtividade do cultivar 'Pircinque' em plantas no segundo ciclo de produção registrados na safra 2021/2022 em Lages/SC.

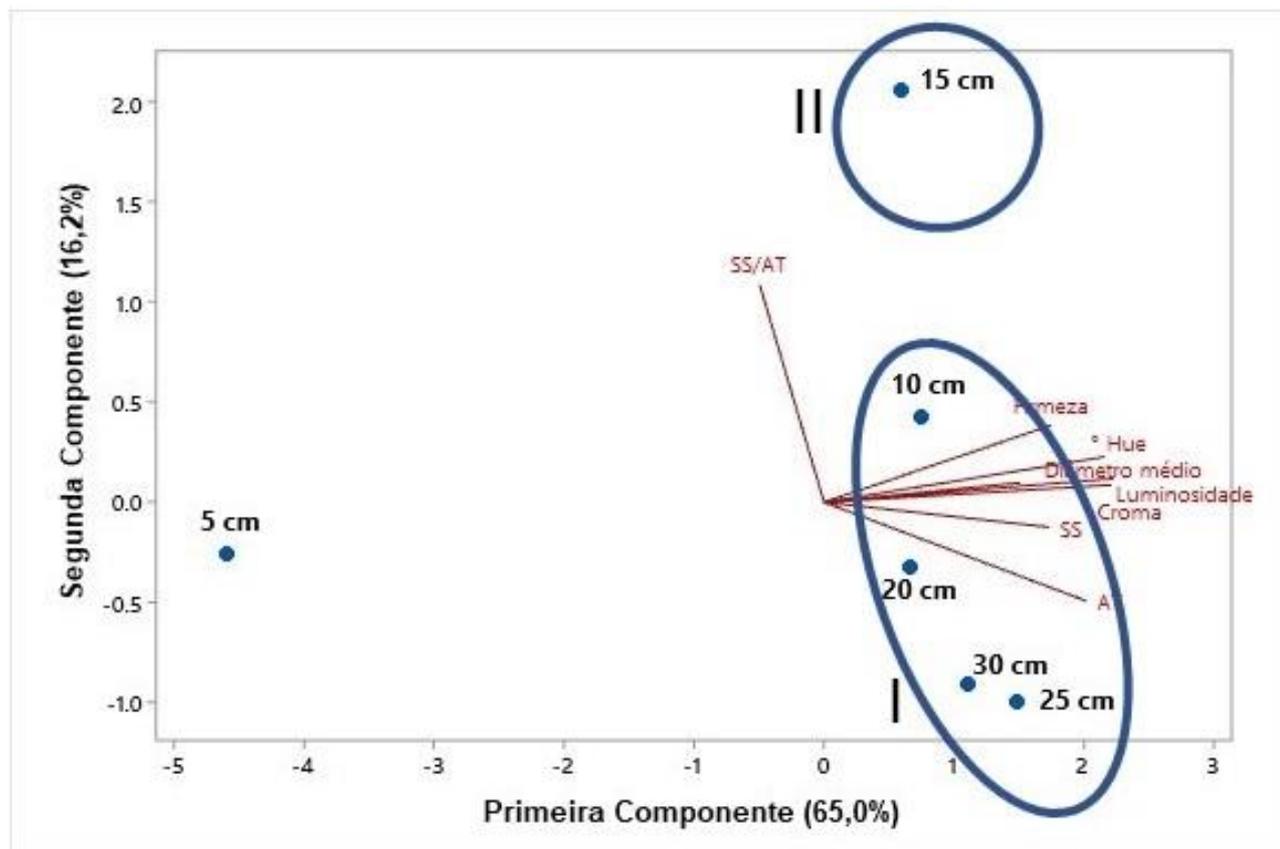
Figura 12- Produção por planta e produtividade do cultivar 'Pircinque' em plantas no segundo ciclo de produção registrados na safra 2021/2022 em Lages/SC.



A produtividade permaneceu significativamente maior nos menores espaçamentos, no entanto, vale ressaltar que a diferença de produtividade diminuiu à medida que se aumentou o espaçamento entre plantas para mais de 15 cm. Ou seja, o balanço entre produção por planta e quantidade de plantas tende a manter a produtividade estabilizada à medida que se aumenta o espaçamento entre as plantas.

Quanto às variáveis de qualidade, nas plantas em segundo ciclo de produção, as componentes principais, primeira, eixo x e segunda, eixo y, explicam juntas 81,2 % das variações nos tratamentos (Figura 13). O diâmetro foi influenciado pelo espaçamento entre plantas 10, 20, 30 e 25 cm. Porém, nas plantas em segundo ciclo de produção, o diâmetro deixou de ser significativo para diferenciar os tratamentos. (Grupo I).

Figura 13- Análise de componentes principais do desempenho qualitativo de cultivar 'Pircinque' em plantas no segundo ciclo de produção, safra 2021/2022, Lages/SC.



Legenda: AT= Acidez Titulável; SS= Sólidos Solúveis; SS/AT= Relação Sólidos solúveis/ Acidez Titulável; Hue = ângulo Hue da epiderme.

O tamanho de fruto é um parâmetro importante porque é um dos fatores que contribuem para o rendimento/planta. O tamanho do fruto também influencia a lucratividade do produtor, visto que a colheita de frutos menores é mais dispendiosa e demorada em relação a colheita dos frutos maiores. Neste estudo, o diâmetro de morangos foi influenciado pelo espaçamento em as plantas, porém não interferiu no primeiro e segundo ciclo. Wurz; Fagherazzi; Rufato, (2021) observaram maior diâmetro de frutos nos cultivares Albion e Pircinque. Em uma pesquisa com cultivar San Andreas, de cultivo no solo e semi-hidropônico, RICHTER et al. (2018) verificaram maior diâmetro de frutos. O diâmetro médio do fruto é uma das características mais importantes no cultivo de morango, uma vez que agrega um retorno econômico para produtor. Em um estudo realizado (Adel et al., 2020), relataram que cultivar Albion se destacou pelo diâmetro médio do fruto.

O parâmetro de luminosidade da epiderme, que confere brilho aos frutos, foi verificada no fruto da cultivar pircinque. Cocco et al. (2020) obteve os maiores valores de luminosidade para Irma em relação Albion. Em outro estudo realizado por (SUN; ZHANG; LUO, 2018), relataram que o tratamento com ABA teve pouco efeito sobre os valores de L^* em uvas, mas nenhum efeito sobre h° valores A luminosidade, tonalidade de cor e saturação são três parâmetros importantes que afetam a cor do morango e são representadas respectivamente pelos valores de L^* , h° e valores de C^* .

A principal diferença das plantas de espaçamento 5 cm no segundo ano foi em relação a firmeza, que reduziu em comparação aos demais espaçamentos, e a relação SS/AT, que foi maior que para os espaçamentos de 20, 25 e 30 cm.

Cocco (2014) comparou valores de firmeza de polpa com diferentes genótipos de morangos, e identificou o maior valor para firmeza de polpa no cultivar Jonica. Fagherazzi et al. (2017), também verificaram valor de firmeza de polpa de 373 g de 'Albion'. No presente estudo, as médias de valores para a firmeza de polpa no segundo ciclo de produção foram maiores para os espaçamentos menores.

No presente estudo relação sólido solúveis/acidez titulável foi mais elevada para espaçamento 15 cm (Grupo II), nas plantas em segundo ciclo de produção. Em outro trabalho observaram essa relação em cultivares diferentes (ZANIN 2019). A relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez é um importante parâmetro para determinar a maturação das frutas. Porém, a relação entre estas duas variáveis está diretamente ligada à aceitação do produto, observando-se que maiores valores de SS/AT proporcionam melhor percepção do sabor da fruta, sendo preferido pelos consumidores (COCCO et al., 2020).

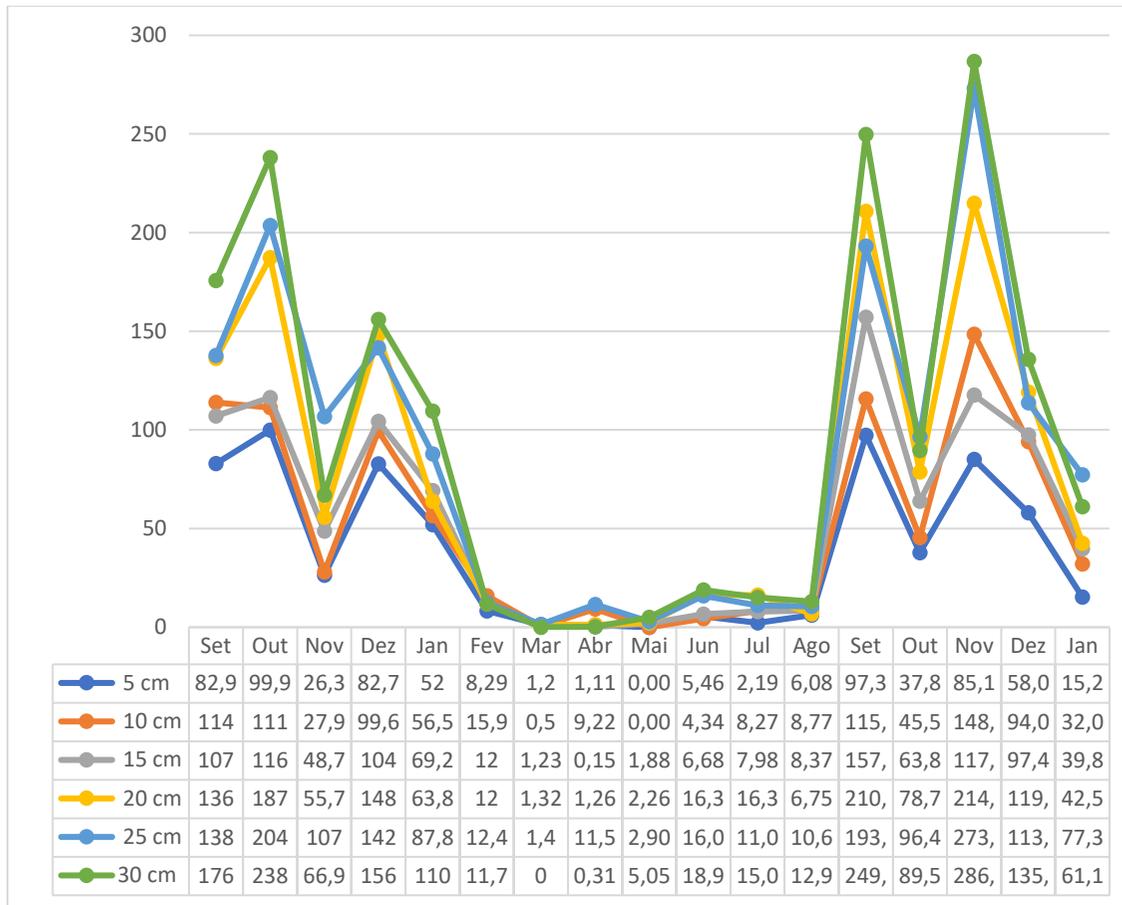
É possível observar essa forte influência, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e a sua relação entre os meses de avaliação, visto que pode estar relacionada com a temperatura do ar e do fotoperíodo. Segundo Ahmadi e al. (2017), também encontraram valores elevados de relação SS/AT para a cultivar Sabrina cultivada sob diferentes variações de fotoperíodo.

A qualidade nutricional do morango está relacionada com as concentrações de açúcares e ácidos presentes nos frutos (SCOTT et al., 2021). O teor de sólidos solúveis nos frutos é condicionado pela presença de monossacarídeos, sendo o principal a glicose e frutose. Suas concentrações nos frutos aumentam

ao longo do processo de maturação, onde os polissacrídeos (como, por exemplo a sacarose), é degradada a açúcares simples. Os elevados teores de SS verificados em 'Pircinque' se confirmam com o estudo realizado por Fagherazzi et al. (2017) nas condições do Planalto Sul Catarinense. No presente estudo foi observado essa diferença nos espaçamentos próximos de 20 cm, com o mesmo cultivar estudado. Cocco et al. (2015) destacaram que os principais fatores que influenciam a qualidade de frutos e a capacidade antioxidante são as técnicas de manejo da cultura e condições ambientais do local de produção que podem interferir na sua produção. No estudo de (Scott et al., 2021), essa relação parece ocorrer dependente da cultivar. Por exemplo, em Monterey a concentração de o foi maior. Os dados obtidos neste experimento demonstraram a dependência da cultura em adoção de espaçamento adequado para ter um rendimento melhor.

Diante dos dados apresentados por ano de produção, o gráfico da Figura 16 apresenta os valores de produção por planta mês a mês, na expectativa de avaliar a viabilidade de manter as plantas dois anos em campo. Conforme já esperado, há uma crescente produção por planta a medida que o espaçamento entre plantas aumenta. Além disso, o gráfico demonstra valores semelhantes de produção por planta nos mesmos meses em anos diferentes, com totais de produção por planta semelhantes nos dois anos de colheita. Dessa forma, independente do espaçamento utilizado, é possível observar a viabilidade de manter a cultivar Pircinque por dois anos no campo.

Figura 14- Produção de morangos por planta do cultivar ‘pircinque’, nos dois anos de produção, nas safras 2020/2021 e 2021/2022 em Lages/SC.



4.6. CONCLUSÃO

Os diferentes espaçamentos influenciam na variável quantitativas como produtividade, massa fresca comercial, percentual de frutos pequenos, e em relação variável qualitativas como: sólidos solúveis, acidez titulável e firmeza de polpa;

O espaçamento de 5 cm destaca-se com maior produtividade e similares condições de qualidade de fruto;

A produtividade permanece significativamente maior nos menores espaçamentos, independente do ciclo;

A diferença de produtividade diminui à medida que se aumenta o espaçamento entre plantas para mais de 15 cm;

Independente do espaçamento utilizado, é possível observar a viabilidade de manter a cultivar Pircinque por dois anos no campo;

Dentre espaçamentos estudados nesta pesquisa indicaria o espaçamento de 5 cm entre plantas, pois alcançou a produtividade de 84 t/ha⁻¹.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, a condução do experimento na condição de cultivo do agricultor pode elevado rigor nas práticas de manejo, tendo-se verificado alguma escassez de informação sobre exigência de horas de frio de genótipo FRF CRAPO 10, e espaçamento adequado para cultivar Pircinque, assim como no manejo de podas. Tal informação são pertinentes para um bom desempenho dos genótipos para que expressam o seu máximo potencial produtivo.

Vale destacar também, o potencial de produção e de frutos com elevado tamanho do genótipo FRF CRAPO 10, na qual demonstra é um genótipo que vai aumentar mais opções ou leques para produtores pequenas, além disso apresenta uma elevada carga de frutos, e elevada massa média, características bastante apreciadas pelos produtores. Ao que tudo indica, esta cultivar constitui uma opção viável para os produtores de morangos do Planalto Sul Catarinense. Salienta-se, que o genótipo FRF CRAPO 10, sendo neutro ao fotoperíodo, proporcionando a possibilidade de produção nos meses de entressafra.

Cultivar pircinque apresenta frutas sólidos solúvel muito boa, uma vez que, a selecionaram para frutas com elevada concentração de açúcares, também produz os frutos super doces, o que tende a elevar a relação de SS/AT.

Um ponto importante a ser ressaltado é a possibilidade de se cobrir os custos de produção no primeiro ano de cultivo com a utilização de mudas nacionais. No entanto as mudas vernalizadas, que vem de fora, as vezes essas mudas chegam tarde aos produtores, muitos cultivos são implantados de forma tardia, reduzindo consideravelmente o potencial produtivo nas lavouras no primeiro ano. Assim, vários produtores cultivam as mesmas plantas por dois ou mais anos para compensar os custos com a aquisição das mudas. No presente trabalho, em dois ciclos de avaliação (2020/2021 e 2021/2022) foi possível notar que o plantio no mês de abril ou início de maio com emprego de mudas nacionais de boa qualidade fisiológica e sanitária resulta em produções capazes de superar os custos e proporcionar o retorno financeiro esperado.

6. REFERÊNCIAS

- ADEL, A. et al. Effect of humic acid and chelated iron on yield and quality of two strawberry cultivars (*Fragaria X ananassa* Duch.). **Euphrates Journal of Agriculture Science**, v. 12, n. 2, p. 405–422, 2020.
- AFRIN, S. et al. **Promising Health Benefits of the Strawberry: A Focus on Clinical Studies**. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** American Chemical Society, , 8 jun. 2016.
- AGÜERO, J. J. et al. Factors Affecting Fruit Quality in Strawberries Grown in a Subtropical Environment. **International Journal of Fruit Science**, v. 15, n. 2, p. 223–234, 3 abr. 2015.
- AKIMOV, M. U. et al. [Nutrient value of fruit in promising strawberry varieties]. **Voprosy pitaniia**, v. 88, n. 2, p. 64–72, 2019.
- AL-MADHAGI, I. A. H.; AL-MUNIBARY, M.; AL-DOUBIBI, M. Effect of Chilling and Accumulative Photo-Thermal Units on Flowering of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Journal of Horticultural Research**, v. 26, n. 2, p. 25–35, 1 dez. 2018.
- ALVAREZ-SUAREZ, J. M. et al. **The effects of pre-harvest and post-harvest factors on the nutritional quality of strawberry fruits: A review**. **Journal of Berry Research** IOS Press, , 2014.
- ANTUNES, CORRÊA EDUARDO LUIS; BONOW, S.; JUNIOR, REISSER. Morango crescimento constante em area e produção. **Embrapa Clima Temperado (CPACT)**, v. 37, n. 2316–6304, p. 88–92, 25 maio 2020.
- BERMÚDEZ-ORIA, A. et al. Strawberry dietary fiber functionalized with phenolic antioxidants from olives. Interactions between polysaccharides and phenolic compounds. **Food Chemistry**, v. 280, p. 310–320, 15 maio 2019.

- BRACKMANN, A. et al. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial. **Rev. Ceres, Viçosa**, v. 58, p. 542–547, 29 set. 2011.
- BRUGNARA, E. C.; COLLI, M. P. Camino Real and Camarosa strawberries in reduced plant spacing. **Agropecuária Catarinense**, v. 32, n. 3, p. 84–88, 1 ago. 2019.
- BRUSTOLIN BACKES, D.; COCCO, C.; WEBER SCHILDT, G. Poda de renovação para segundo ciclo produtivo e origem da muda de morangueiro. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 6, n. 2, p. 110–119, 2 maio 2020.
- CAPOCASA, F. et al. Comparing nursery behavior, field plant yield and fruit quality of in vitro and in vivo propagated strawberry mother plants. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 136, n. 1, p. 65–74, 15 jan. 2019.
- CERVANTES, L. et al. Light exposure affects fruit quality in different strawberry cultivars under field conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 252, p. 291–297, 27 jun. 2019.
- CHOI, H. G. et al. Yield loss and quality degradation of strawberry fruits cultivated under the deficient insolation conditions by shading. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 55, n. 4, p. 263–270, 7 ago. 2014.
- COCCO, C. et al. Desempenho produtivo de genótipos de morangueiro de dia neutro na Serra Gaúcha. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 6, n. 2, p. 155–163, 7 maio 2020.
- CORREA DE SOUZA, D. et al. Variabilidade genética entre cultivares comerciais e híbridos experimentais de morangueiro com ênfase em análise de múltiplos fatores. **Magistra, Cruz das Almas**, v. 30, n. 2236–4420, p. 48–59, 2019.
- COSTA, R. C. et al. **Reduction of strawberry plants density grown on substrate in a greenhouse may guarantee efficiency and yield**. *Acta Horticulturae*. **Anais...International Society for Horticultural Science**, 31 jul. 2017.
- DE LIMA, J. M. et al. Planting density interferes with strawberry production efficiency in southern Brazil. **Agronomy**, v. 11, n. 3, 1 mar. 2021.

DE OLIVEIRA FRANCO, E.; ULIANA, C.; SIMONE MADRUGA LIMA, C. **Características físicas e químicas de morango 'San Andreas' submetido a diferentes posicionamentos de slab, densidades de plantio e meses de avaliação.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?>>.

DIEL, M. I. et al. Phyllochron and phenology of strawberry cultivars from different origins cultivated in organic substracts. **Scientia Horticulturae**, v. 220, p. 226–232, 16 jun. 2017.

DUARTE, A. DA F. et al. Bradysia aff. impatiens and Bradysia aff. ocellaris in the semi-hydroponic strawberry production system in Southern Brazil. **Ciência Rural**, v. 52, n. 7, 2022.

FAGHERAZZI, A. F. et al. Initial crown diameter influences on the fruit yield and quality of strawberry pircinque. **Agronomy**, v. 11, n. 1, 1 jan. 2021.

FAO; <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> em 15 /01/2021.

GECER, M. K. et al. Identification of Metabolites Changes and Quality in Strawberry Fruit: Effect of Cultivation in High Tunnel and Open Field. **Plants**, v. 11, n. 10, p. 1368, 21 maio 2022.

GONÇALVES DE PÁDUA, J. et al. Desempenho agrônômico e comportamento de cultivares de morangueiro quanto á mancha-de-pestalotiopsis e as podridões dos frutos. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 1, p. 65–73, mar. 2015.

HAZARIKA, T. K.; LALCHHANMAWIA, J.; NAUTIYAL, B. P. **Effect of planting density on growth, yield and quality of strawberry (Fragaria x ananassa) cv. Camarosal** **Indian Journal of Agricultural Sciences**. [s.l: s.n.].

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

IKRAM, S.; NAUMAN KHALLD. Flowering and fruting responses of strawberry to growth hormone and chilling grown under tunnel conditions. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 53, n. 04, p. 911–916, 1 set. 2016.

JOANNA, L. et al. **Evaluación de calidad de fruta y aceptabilidad de diferentes cultivares de frutilla**. Uruguay.: [s.n.].

KHALIL, N. H. et al. Effect of planting density, foliar spraying and overlapping system on the growth and productivity using soilless culture system. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, p. 1–5, 2022.

LEE, S. G. et al. Impact of moderate and extreme climate change scenarios on growth, morphological features, photosynthesis, and fruit production of hot pepper. **Ecology and Evolution**, v. 8, n. 1, p. 197–206, 1 jan. 2018.

LI, Y. et al. Transplant pre-chilling induces earlier flowering and fruiting for forcing-cultured June-bearing strawberries. **Scientia Horticulturae**, v. 288, 15 out. 2021.

MEHTA SMS, S. et al. Social and economic empowerment of farm men and women in strawberry based entrepreneurship for sustainable income. ~ 134 ~ **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 2, p. 134–136, 2019.

MEZZETTI, B. et al. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world. **Journal of Berry Research**, v. 8, n. 3, p. 205–221, 2018.

MICHALSKI LAMBRECHT, D. et al. Differences between strawberry cultivars based on principal component analysis. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 8, n. 6, p. 136–145, 1 jun. 2020.

MILECH, CHAIANE GOVEIA et al. _Revista Brasileira de Climatologia. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 23, n. 2237–8642, p. 106–115, 14 jul. 2018.

MOCHIZUKI, Y. et al. Photosynthetic Characteristics of Individual Strawberry (*Fragaria xananassa* Duch.) Leaves under Short-distance Lightning with Blue, Green, and Red LED Lights. **HortScience**, v. 54, n. 3, p. 452–458, 1 mar. 2019.

MOLINA ROJAS, A. M. et al. Diagnóstico da produção de morango em Santa Catarina em 2015. **Agropecuária Catarinense, Florianópolis**, v. 33, n. 2, p. 65–70, 30 jun. 2020.

MOREIRA, X. et al. Plant domestication decreases both constitutive and induced chemical defences by direct selection against defensive traits. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 12678, 23 dez. 2018.

MORITZ, P. et al. Fenologia, produção e produtividade de cinco genótipos de morangueiro nas condições edafoclimáticas do Município de Laranjeiras do Sul – PR. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e25310514864, 6 maio 2021.

NESTBY, R.; SØNSTEBY, A. Effect of plant type and delayed planting on growth and yield parameters of two short day strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars in open field. **Journal of Berry Research**, v. 7, n. 3, p. 179–194, 18 ago. 2017.

OPSTAD, N. et al. Seasonal timing of floral initiation in strawberry: Effects of cultivar and geographic location. **Scientia Horticulturae**, v. 129, n. 1, p. 127–134, 25 maio 2011.

OVIEDO, V. R. S.; ENCISO-GARAY, C. R.; FIGUEREDO, E. I. G. Vernalizing pre-transplants improved the agronomic characteristics of strawberry genotypes under tropical conditions. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 3, p. 653–659, 2020.

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

PEREIRA PORTELA, I. et al. Densidade de plantio, crescimento, produtividade e qualidade das frutas de morangueiro “camino real” em hidroponia. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP**, v. 34, n. 3, p. 792–798, 10 ago. 2012.

PINEDA, D. S.; TORRES, N. R. Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa. **Engenharia USBMed**, v. 8, n. 2027–5846, p. 7–11, 7 set. 2017.

RICHTER, F. et al. Produtividade e qualidade de cultivares de morangueiro sob cultivo de solo e semi-hidropônico. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 1, p. 193–203, 28 fev. 2018.

SAMUEL STRASSBURGER, A. et al. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Bragantia, Campinas**, v. 69, n. 3, p. 623–630, 2010.

SAYGI, H. Effects of Organic Fertilizer Application on Strawberry (*Fragaria vesca* L.) Cultivation. **Agronomy**, v. 12, n. 5, p. 1233, 21 maio 2022.

SCOTT, G. et al. Exploring Plant Performance, Fruit Physicochemical Characteristics, Volatile Profiles, and Sensory Properties of Day-Neutral and Short-Day Strawberry Cultivars Grown in Texas. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 69, n. 45, p. 13299–13314, 17 nov. 2021.

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

SONKAR, PRIYANVADA,; RAM, R. B.; MEENA, M. L. Effect of various mulch materials and spacing on growth, yield and quality of strawberry. **HortFlora Research Spectrum**, v. 4, n. 2250–2823, p. 323–327, 18 maio 2012.

SØNSTEBY, A.; OPSTAD, N.; HEIDE, O. M. Environmental manipulation for establishing high yield potential of strawberry forcing plants. **Scientia Horticulturae**, v. 157, p. 65–73, jun. 2013.

SOUZA, DE ALMEIDA MAIONE; BATISTA, JUNHO EDER; MENEZES, TEIXEIRA FLAVIA ANA. **Panorama nacional da produção de morangos • Revista Campo & Negócios**. Uberlândia: [s.n.].

SRINIVASAN, V.; KUMAR, P.; LONG, S. P. Decreasing, not increasing, leaf area will raise crop yields under global atmospheric change. **Global Change Biology**, v. 23, n. 4, p. 1626–1635, 1 abr. 2017.

SUN, B. O.; ZHANG, Y.; LUO, Y. A. **Abscisic Acid Affects Strawberry Fruit Quality FAN MO 1a , CONG GE 1b , YANLING LI 1c , HAO-RU TANG 1d , QING CHEN 1e**. [s.l: s.n.].

TARIQ, R. et al. **Effect of planting density and growing media on growth and yield of strawberry** **Pakistan J. Agric. Res.** [s.l: s.n.].

TEMOCICO, G. et al. Evaluation of strawberry fruit quality for new selections and cultivars. **Romanian Biotechnological Letters**, v. 24, n. 4, p. 742–748, 20 ago. 2019.

TREVISAN, F.; SIMONE MADRUGA LIMA, C.; ZANELLA PINTO, V. **Ácido Salicílico no desenvolvimento de plantas e nas características físico-químicas de frutas de morango “Milsei-Tudla.”** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?>>.

. V.; CHAHIL, B. S.; LAL, D. Effect of spacing and mulching on vegetative growth, fruit yield and quality of strawberry cultivars (Faragria× ananassa Duch.). **International Journal of Chemical Studies**, v. 8, n. 1, p. 1604–1608, 1 jan. 2020a.

. V.; CHAHIL, B. S.; LAL, D. Effect of spacing and mulching on vegetative growth, fruit yield and quality of strawberry cultivars (Faragria× ananassa Duch.). **International Journal of Chemical Studies**, v. 8, n. 1, p. 1604–1608, 1 jan. 2020b.

VERDIAL, M. F. **Frigoconservação e vernalização de mudas morangueiro (fragaria x ananassa duch.) produzidas em sistema de vasos suspensos.** Piraciaba: [s.n.].

WANG, J. et al. Influence of high-intensity ultrasound on bioactive compounds of strawberry juice: Profiles of ascorbic acid, phenolics, antioxidant activity and microstructure. **Food Control**, v. 96, p. 128–136, 1 fev. 2019.

WEI, H.; LIU, C.; RYONG JEONG, B. An Optimal Combination of the Propagation Medium and Fogging Duration Enhances the Survival, Rooting and Early Growth of Strawberry Daughter Plants. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 557, 12 abr. 2020.

WELTER, D. P. **Adaptabilidade e desempenho agrônômico de genótipos de morangueiro de origem italiano em regiões do sul do Brasil.** Lages: [s.n.].

WURZ, D. A.; FAGHERAZZI, A. F.; RUFATO, L. Agronomic performance of strawberry genotypes cultivated in ‘planalto norte catarinense. **Ciência Agrícola, Rio Largo**, p. 211–218, 2021.

ZAHEDI, S. M.; SARIKHANI, H. The effect of end of day far-red light on regulating flowering of short-day strawberry (*Fragaria x 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, SUEK DANIEL. **Divergencia genetica morfoagronômica e seleção de genótipos avançados de morangueiro**. Lages, sc: [s.n.].

ZEIST, A. R. et al. Phenology and agronomic components of first and second-cycle strawberry. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 29–34, 1 jan. 2019a.

ZEIST, A. R. et al. Phenology and agronomic components of first and second-cycle strawberry. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 29–34, 1 jan. 2019b.

ZHANG, Y. et al. Effect of Red and Blue Light on Anthocyanin Accumulation and Differential Gene Expression in Strawberry (*Fragaria x ananassa*). **Molecules**, v. 23, n. 4, p. 820, 3 abr. 2018.

APENDICE

Variável Quantitativas: Produção total (g planta⁻¹), massa fresca de frutas comerciais (MFFC; g fruta⁻¹), produtividade (t ha⁻¹), Produção de frutas pequenas (%) Produção de descartes (%), nas plantas de 1 ano e plantas de 2 anos, em genótipo (FRF CRAPO 10) submetidos a diferentes horas de frio na safra (2020/2021). Lages, UDESC, 2022.

Horas de frio	Produção Total (g planta ⁻¹)		Massa fresca de frutas comerciais (g fruta ⁻¹)		Produtividade (t ha ⁻¹)		Produção de frutas pequenas (%)		Produção de descartes (%)	
	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano
0	697,5 d	485,1 b	18,1 c	18,1 a	66,7 f	46,5 d	24,8 a	11,5 bc	4,79 b	4,01 d
150	718,5 c	561,7 a	18,2 c	18,0 a	68,3 e	53,9 a	24,48 ab	11,3 c	4,81 b	4,85 c
300	747,9 b	543,8 a	21,0 a	18,5 a	66,5 f	52,7 ab	22,4 bc	10,4 d	4,67 b	5,34 c
450	643,3 f	527,3 ab	19,1 b	16,9 b	70,2 d	50,5 c	24,8 ab	13,2 a	5,53 a	5,23 c
600	932,0 a	530,6 ab	19,2 b	18,6 a	89,4 a	50,9 bc	21,9 c	9,85 d	4,01 c	5,20 c
750	675,3 e	538,3 a	19,1 b	18,1 a	72,3 c	51,6 bc	23,6 abc	12,1 b	5,44 a	5,94 b
900	638,6 g	841,6 a	19,3 b	17,9 a	73,3 b	51,1 bc	25,3 a	12,2 c	4,93 b	6,72 a
Média	721,9	531,30	19,18	18,03	72,34	51,07	23,84	11,39	4,88	5,33
CV	0,04	3,81	1,55	2,3	0,24	1,5	3,4	3,9	3,5	4,8

Letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

*CV: coeficiente de variação

NS: não significativo

Variável Qualitativas: Firmeza de polpa (FP; g), sólidos solúveis (SS; ° Brix), acidez titulável (AT; g 100 g⁻¹ de ácido cítrico) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), e diâmetro médios de frutas (DMF; mm), nas plantas de 1 ano e plantas de 2 anos, em genótipo (RFF CRAPO 10) submetidos a diferentes horas de frio na safra (2020/2021). Lages, UDESC, 2022.

Horas de frio	Luminosidade		Croma		°Hue		FP		SS		AT		SS/AT		DMF	
	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano
0	36,7 bc	29,2 c	40,4 b	31,6 b	34,3 a	28,3 bc	117,2 e	53,6 f	6,2 c	5,5 ns	1,12 b	0,44 ns	3,87 f	14,1 ab	3,48 c	4,4 ab
150	37,1 ab	26,1 e	41,1 b	28,5 cd	33,5 bc	25,7 d	117,2 e	68,9 a	6,8 a	5,2 ns	1,46 a	0,47 ns	4,21 e	10,4 b	3,40 d	4,1 abc
300	36,3 b	27,6 d	41,3 b	29,7 c	34,4 a	26,5 cd	121,9 d	61,1 e	6,5 ab	5,5 ns	0,92 c	0,51 ns	6,10 d	11,5 ab	3,65 b	4,0 abc
450	36,3 b	26,2 cd	40,4 b	27,6 d	33,1 cd	25,9 cd	156,6 b	63,3 d	6,6 a	5,6 ns	0,75 d	0,39 ns	7,49 b	15,1 ab	3,72 a	3,3 c
600	36,4 b	35,8 a	41,4 b	37,0 a	32,5 d	35,1 a	162,3 a	63,0 d	6,3 bc	5,2 ns	0,58 f	0,43 ns	12,3 a	13,9 ab	3,52 c	4,5 a
750	37,2 a	25,9 e	42,5 a	27,2 d	34,3 ab	25,4 d	137,6 c	67,5 b	6,1 c	5,5 ns	0,70 e	0,43 ns	6,71 c	14,1 ab	3,65 b	3,4 bc
900	36,3 b	31,3 b	40,9 b	32,2 b	33,1 cd	30,8 b	113,4 c	64,0 c	6,1 c	6,1 ns	0,71 e	0,40 ns	7,70 b	16,4 a	3,77 a	4,4 ab
Média	36,64	28,90	41,19	30,57	33,61	28,37	85,5	63,16	6,41	5,54	0,89	0,44	6,87	13,53	0,67	4,01
CV*	0,5	2,6	1,3	2,7	1,2	4,1	2,4	0,5	2,2	10,4	1,2	15,4	1,2	16,4	3,6	11,6

Letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

*CV: coeficiente de variação

NS: não significativo

Variável Quantitativas: Produção total (g planta⁻¹), massa fresca de frutas comerciais (MFFC; g fruta⁻¹), produtividade (t ha⁻¹), Produção de frutas pequenas (%) Produção de descartes (%), cultivar 'Pircinque', submetidos a diferentes espaçamentos em plantas de 1 ano e plantas de 2 anos, durante a safra 2020/2021. Lages, UDESC, 2022

Espaçamentos (cm)	Produção Total (g planta ⁻¹)		Massa fresca de frutas comerciais (g fruta ⁻¹)		Produtividade (t ha ⁻¹)		Produção de frutas pequenas (%)		Produção de descartes (%)	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
5	349,9 c	266,5 d	17,11 ns	13,5 a	83,99 a	63,9 a	22,56 b	50,9 ns	1,00 c	2,5 a
10	429,1 bc	377,0 c	17,79 ns	11,9 b	45,23 b	45,2 b	24,48 bc	51,8 ns	1,59 b	2,4 a
15	469,9 bc	500,3 b	18,30 ns	13,0 ab	37,59 c	40,0 bc	25,29 a	51,9 ns	2,71 a	2,6 a
20	605,3 abc	578,6 b	19,40 ns	13,2 ab	36,32 c	34,7 c	24,83 ab	49,9 ns	2,38 a	1,3 b
25	644,5 ab	800,6 a	19,18 ns	13,6 a	31,14 d	38,4 c	24,32 ab	51,3 ns	1,51 b	1,9 ab
30	760,3 a	841,6 a	19,71 ns	13,4 ab	30,41 d	33,6 c	24,97 ab	51,3 ns	2,50 a	1,6 ab
Média	543,2	560,7	18,25	13,1	44,11	44,1	24,39	51,2	9,49	22,2
CV	20,5	7,5	7,29	5,1	2,67	5,1	4,73	6,1	1,95	2,1

Letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

*CV: coeficiente de variação

NS: não significativo

Variáveis Qualitativas: Luminosidade, cor, ângulo *hue* ($^{\circ}$ hue), firmeza de polpa (FP; g), sólidos solúveis (SS; $^{\circ}$ Brix), acidez titulável (AT; g 100 g⁻¹ de ácido cítrico), relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) e diâmetro médios de frutas (DMF; mm) em morangos Pircinque submetidos a diferentes espaçamentos (2020-2021).

Espaçament cm	Luminosidade		Croma		$^{\circ}$ Hue		FP		SS		AT		SS/AT		DMF	
	1 ^o ano	2 ^o ano														
5	39,3 c	40,8 ns	36,5 ns	46,7 a	33,5 c	36,3 ns	137,04 a	85,3 ab	8,7 ns	8,9 ns	0,34 ab	0,56 ns	11,9 ns	15,7 ns	4,0 ns	3,1 b
10	44,2 a	40,7 ns	36,6 ns	44,2 b	35,6 a	35,7 ns	78,91 b	95,4 a	8,4 ns	8,3 ns	0,31 b	0,43 ns	13,1 ns	15,2 ns	3,8 ns	3,4 ab
15	40,1 bc	41,2 ns	36,3 ns	46,2 a	33,4 c	36,3 ns	64,83 bc	76,4 bc	8,0 ns	8,9 ns	0,37 ab	0,56 ns	13,5 ns	14,9 ns	4,1 ns	3,5 ab
20	40,8 b	41,0 ns	36,7 ns	44,7 a	34,7 ab	35,5 ns	69,41 bc	74,3 bc	9,6 ns	8,5 ns	0,49 ab	0,57 ns	12,2 ns	13,6 ns	4,4 ns	3,6 a
25	40,9 b	40,6 ns	37,2 ns	46,6 ab	34,3 bc	36,1 ns	73,52 bc	68,7 c	8,8 ns	8,5 ns	0,43 ab	0,52 ns	12,7 ns	14,5 ns	4,3 ns	3,7 a
30	40,7 b	41,1 ns	36,7 ns	44,9 ab	33,4 c	36,2 ns	59,38 c	78,0 bc	9,6 ns	10,0 ns	0,53 a	0,50 ns	13,5 ns	17,7 ns	4,5 ns	3,8 a
Média	41,0	40,9	36,7	45,2	34,2	36,0	80,51	79,6	9,0	8,91	0,41	0,51	12,84	15,31	4,22	3,58
CV*	1,1	2,6	2,3	1,8	1,2	4,3	9,3	9,3	8,5	11,6	22,8	23,9	13,3	12,6	8,3	5,6

Letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

*CV: coeficiente de variação

NS: não significativo

Variável Quantitativas: Produção total (g planta⁻¹), massa fresca de frutas comerciais (MFFC; g fruta⁻¹), produtividade (t ha⁻¹), Produção de frutas pequenas (%) Produção de descartes (%), cultivar 'Pircinque', submetidos a diferentes espaçamentos em plantas de 1 ano e plantas de 2 anos, durante a safra 2021/2022. Lages, UDESC, 2022

Espaçamentos (cm)	Produção Total (g planta ⁻¹)		Massa fresca de frutas comerciais (g fruta ⁻¹)		Produtividade (t ha ⁻¹)		Produção de frutas pequenas (%)		Produção de descartes (%)	
	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano	1° ano	2° ano
5	353,4 d	293,5 d	19,5 a	13,7 ns	84,8 a	70,4 a	12,3 bcd	28,7 a	3,0 b	3,0 b
10	345,2 d	435,9 c	16,2 b	13,9 ns	41,4 b	52,3 b	11,3 d	27,3 ab	1,9 c	3,9 ab
15	401,6 c	475,8 c	19,5 a	13,3 ns	32,1 bc	38,0 c	11,9 cd	25,2 bcd	3,4 b	4,2 ab
20	504,6 b	666,2 b	19,6 a	13,0 ns	30,2 bc	39,9 c	13,8 abc	26,4 abc	2,9 b	3,1 b
25	545,6 a	753,7 a	19,2 a	13,9 ns	21,9 d	36,2 c	13,9 ab	23,8 cd	5,4 a	4,8 a
30	559,2 a	823,0 a	19,9 a	13,9 ns	22,3 d	32,9 c	14,3 a	22, d	2,7 bc	5,1 a
Média	451,60	574,57	19,01	13,61	78,82	45,0	12,96	25,72	3,25	4,08
CV	2,6	5,9	4,1	5,2	10,3	11,6	6,8	5,1	10,5	13,3

Letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

*CV: coeficiente de variação

NS: não significativo

Variável Qualitativas: Luminosidade, cor, ângulo *hue* ($^{\circ}$ hue), firmeza de polpa (FP; g), sólidos solúveis (SS; $^{\circ}$ Brix), acidez titulável (AT; g 100 g⁻¹ de ácido cítrico), relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) e diâmetro médios de frutas (DMF em morangos Pircinque submetidos a diferentes espaçamentos (2021-2022).

Espaçamentos (cm)	Luminosidade		Croma		$^{\circ}$ Hue		FP		SS		AT		SS/AT		DMF	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
5	35,7 a	24,3 ns	39,5 ns	26,1 ns	32,3 ns	22,8 ns	69,5 bc	52,2 c	7,4 ns	5,9 b	0,74 ns	0,56 ns	10,3 ns	11,3 ns	3,8 ns	2,8 b
10	34,1a	32,1 ns	37,8 ns	35,5 ns	31,2 ns	30,9 ns	59,9 cd	81,4 a	8,1 ns	6,5 ab	0,82 ns	0,63 ns	10,8 ns	11,1 ns	4,0 ns	3,2 ab
15	29,4 c	31,6 ns	33,8 ns	34,9 ns	26,7 ns	29,2 ns	66,1 cd	78,6 ab	7,7 ns	6,7 ab	0,71 ns	0,62 ns	11,6 ns	12,1 ns	3,7 ns	3,8 a
20	30,2 b	30,5 ns	34,1 ns	32,9 ns	27,6 ns	28,3 ns	55,1 d	83,3 a	8,2 ns	7,3 a	0,78 ns	0,67 ns	10,8 ns	11,1 ns	3,8 ns	2,9 b
25	32,0 b	31,5 ns	37,8 ns	35,5 ns	28,4 ns	28,1 ns	79,3 ab	75,2 ab	8,4 ns	7,1 a	0,75 ns	0,68 ns	11,5 ns	10,7 ns	3,8 ns	3,9 a
30	35,5 a	32,4 ns	39,6 ns	36,3 ns	32,1 ns	29,5 ns	84,3 a	63,9 bc	8,1 ns	6,5 ab	0,82 ns	0,68 ns	10,6 ns	10,8 ns	4,0 ns	3,8 a
Média	32,85	30,45	36,89	33,53	29,76	28,09	69,04	72,48	8,02	6,72	0,77	0,64	10,97	11,21	3,91	3,44
CV*	4,6	12,6	14,7	21,3	15,5	20,2	7,4	9,3	8,6	7,1	16,8	22,1	18,9	19,8	11,5	10,7

Letras iguais minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

*CV: coeficiente de variação

NS: não significativo