

ADRIK FRANCIS RICHTER

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO EM
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Felipe Fagherazzi

**LAGES
2018**

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

Richter, Adrik Francis

Produção e Qualidade de Genótipos de Morangueiro
em Diferentes Sistemas de Cultivo / Adrik Francis
Richter. - Lages , 2018.

105 p.

Orientadora: Aike Anneliese Krezschmar

Co-orientador: Antonio Felipe Fagherazzi

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, Lages, 2018.

1. Fragaria x annassa Duchesne . 2.
Produtividade . 3. Morango . 4. Cultivo Hidropônico
. 5. Cultivo Suspenso . I. Krezschmar , Aike
Anneliese . II. Fagherazzi , Antonio Felipe. ,
.III. Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título.

ADRIK FRANCIS RICHTER

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO EM
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

Banca Examinadora:

Orientador: _____



Profa. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias (CAV-UDESC)

Membro interno: _____



Prof. Dr. Leo Rufato
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias (CAV-UDESC)

Membro externo: _____



Profa. Dra. Carine Cocco
Universidade de Caxias do Sul (Campus Caxias do Sul)

Lages, SC, 13 de julho de 2018.

A minha mãe Silvani “in memoriam”

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Ronhald e Silvani “in memoriam”, pelo amor incondicional e apoio infinito.

Aos meus avós Décio e Gladis que sempre foram como pais para mim.

À minha orientadora Profa. Dra. Aike Anneliese Kretzschmar pelo apoio e orientação.

Ao professor, colega, vizinho, amigo e coorientador deste trabalho Prof. Dr. Antonio Felipe Fagherazzi, pela orientação qualificada e por todos os conhecimentos transmitidos durante toda as etapas de desenvolvimento deste trabalho e do meu mestrado.

Ao Prof. Dr. Leo Rufato, por todo apoio e estrutura que disponibilizou para a execução desse trabalho.

A minha colega de trabalho e amiga Adrielen Canossa pela amizade e companheirismo até o ultimo caractere desse trabalho. Com toda certeza tua amizade deixou esse caminho mais leve e feliz.

Ao meu colega e amigo, Juliano Berguetti, pela amizade, convivência, por todas as horas de descontração e por ser minha família em Lages.

Aos meus amigos Atilio, Felipe, Jeferson, e Tobias, por toda amizade e apoio, que sempre foram e para sempre vão ser essências para mim.

Aos meus coelgas e amigos do grupo das pequenas frutas Fernanda, Daniel, Juliana, Aline, Brayan, Marlon e Katiana, pelo incondicional apoio prestado na execução das atividades. Tem um pouco de cada um de vocês neste trabalho.

Ao grupo da Fruticultura CAV/UDESC, por todo apoio prestado na execução das atividades, pela troca de saberes, pelas amizades, pela união da equipe e pelos integrantes que eternamente serão lembrados.

À Universidade do Estado de Santa Catarina, pelo ensino de qualidade e ao auxilio e estrutura disponibilizados para que todas as atividades pudessem ser desenvolvidas em pleno êxito.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, os meus mais sinceros agradecimentos.

“A felicidade desta vida não consiste no repouso de um espírito satisfeito, pois não existe o "finis ultimus", nem o "summum bonum", de que se fala nos livros dos antigos filósofos morais.

[...] A felicidade é um contínuo progresso do desejo.”

Thomas Hobbes

RESUMO

RICHTER, Adrik Francis. **Produção e qualidade de genótipos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo**. 2018. 105p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2018.

É cada vez maior a busca pelo desenvolvimento de novas técnicas para o cultivo do morangueiro, com intuito de aumentar a produção e a qualidade dos frutos. Em virtude disso, atualmente pode-se cultivar morangos de várias formas e em vários sistemas de produção. Na região sul do Brasil, o sistema mais empregado durante muito tempo foi em canteiros no solo. Entretanto é cada vez maior a migração dos produtores para os sistemas de cultivos fora do solo, tendo em vista o melhor aproveitamento das áreas e as facilidades do manejo e colheita. Em virtude dessa migração é de grande necessidade entender o comportamento do morangueiro e de diferentes genótipos em cada sistema de cultivo. O objetivo do trabalho foi quantificar e avaliar as particularidades de três sistemas de cultivo de morangueiro, a fim de verificar os aspectos produtivos e qualitativos de diferentes genótipos de morangueiro. A partir dos resultados gerados verificou-se que existe interação entre os sistemas de cultivo e os genótipos de morangueiro, ou seja, as mesmas apresentam comportamento diferente em função do seu leito de cultivo, sendo que o sistema de cultivo semi-hidropônico permite maior produtividade, bem como menores perdas de frutas comerciais em virtude de danos causados por pragas e doenças. O sistema de cultivo em solo possibilita a produção de frutas com maior qualidade, principalmente em características relacionadas ao sabor, demonstrando maior aceitação dos consumidores, que manifestaram preferência por frutas mais doces e com acidez moderada. O sistema hidropônico possibilita produção com maior qualidade física, nas características relacionadas a cor e firmeza de polpa.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duchesne. Produtividade. Morango. Cultivo hidropônico. Cultivo suspenso

ABSTRACT

RICHTER, Adrik Francis. **Production and quality of strawberry genotypes in different cropping systems**. 2018. 105p. Dissertation (Master in Plant Production) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2018.

The search for the development of new techniques for strawberry cultivation is increasing, aiming to increase fruit production and quality. As a result, strawberries can be grown in various forms and in various production systems. In the southern region of Brazil, the system most used for a long time was in beds in the soil. At the same time, there is increasing migration of farmers to off-land cropping systems, with a view to better utilization of areas and management and harvesting facilities. Due to this migration, it is very necessary to understand the behavior of strawberry and different genotypes in each cropping system. The objective of this work was to quantify and evaluate the particularities of three strawberry cultivation systems in order to verify the productive and qualitative aspects of different strawberry genotypes. From the generated results it was verified that there is interaction between the cropping systems and the strawberry genotypes, that is, they have different behavior as a function of their cultivation bed, and the semi-hydroponic cultivation system allows higher productivity, as well as lower losses of commercial fruits due to damages caused by pests and diseases. The soil cultivation system allows the production of fruits with higher quality, mainly in characteristics related to the taste, demonstrating greater acceptance of the consumers, who manifested preference for sweet fruits with moderate acidity. The hydroponic system allows production with higher physical quality, in the characteristics related to color and firmness of pulp.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duchesne. Productivity. Strawberry. hydroponic cultivation, Suspended cultivation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Cultivo de morangueiro no solo no estado de Santa Catarina. Lages, UDESC, 2018.....37
- Figura 2 – Cultivo de morangueiro fora de solo em semi-hidropônia com substrato no estado de Santa Catarina. Lages, UDESC, 2018.....39
- Figura 3 – Cultivo de morangueiro fora de solo em hidropônia tipo NFT no estado de Santa Catarina. Lages, UDESC, 2018.....41
- Figura 4 – Plantas de morangueiro cultivadas em NFT; Imagem 1 planta de morangueiro com sistema radicular sadio. Imagem 2 plantas de morangueiro com sistema radicular com sintomas de declínio. no estado de Santa Catarina, Lages UDESC, 2018.....56
- Grafico 1 – Distribuição da produção total acumulada dos genótipos em detrimento dos sistemas de cultivo durante os meses de cultivo do ciclo agrícola 2017/2018. Lages, UDESC, 2018.....63

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Número de frutas colhidas (um planta⁻¹) produção (g planta⁻¹) produtividade (t ha⁻¹) e massa fresca da fruta (g fruta⁻¹) de seis genótipos de morangueiro nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018.....53
- Tabela 2 - Correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas no estudo realizado no Planalto Sul Catarinense durante os ciclos de avaliações. Lages, UDESC, 2018.....57
- Tabela 3 - Percentual da classificação total da produção, distinta pelas frutas consideradas comerciais (Comercial), pequenas (Pequena), deformadas (Deformada), com sintomas de doença (Doença) e com sintomas de podridões causadas por lesões de insetos (Lesão por praga) de seis genótipos nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018.....61
- Tabela 4 - Sólidos solúveis (SS), acidez total (AT), relação entre (RATIO SS/AT), firmeza de polpa (FIR) e massa seca (MS) de seis genótipos nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018.....74
- Tabela 5 - Correlação de Pearson entre as variáveis qualitativas e de análise sensorial de diferentes genótipos de morangueiro no solo. Lages, UDESC, 2018.....75
- Tabela 6 - Correlação de Pearson entre as variáveis qualitativas e de análise sensorial de diferentes genótipos de morangueiro cultivado em semi-hidroponia. Lages, UDESC, 2018..... 76
- Tabela 7 - Correlação de Pearson entre as variáveis qualitativas e de análise sensorial de diferentes genótipos de morangueiro em hidroponia. Lages, UDESC, 2018.....77
- Tabela 8 - Análise sensorial referente aos valores médios do Aroma (AR), Acidez (AC), Doçura (DO), Sabor (SB), de seis genótipos de morangueiro nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018.....79
- Tabela 9 - Análise sensorial referente aos valores médios da Aparência (AP), Textura (TE), Global (GL) e Intenção de Compra (IC) de seis genótipos nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018.....81
- Tabela 10 - Avaliação dos aspectos qualitativos referentes à luminosidade (L), Saturação da cor / chroma (C) e tonalidade da cor / ângulo hue (h°) da cor da epiderme das frutas de seis genótipos nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018.....83

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	22
1.1	OBJETIVOS	25
1.1.1	Objetivo Geral	25
1.1.2	Objetivos Específicos	25
1.2	HIPÓTESES.....	25
1.3	JUSTIFICATIVA	26
2	REVISÃO DA LITERATURA	29
2.1	HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MORANGUEIRO.....	29
2.2	CARACTERIZAÇÃO DO MORANGUEIRO.....	30
2.3	CULTIVARES.....	32
2.3.1	Albion	33
2.3.2	San Andreas	34
2.3.3	Pircinque	34
2.3.4	Jonica	34
2.4	SISTEMAS DE CULTIVO.....	35
2.4.1	Sistema de cultivo no solo	36
2.4.2	Sistema Semi-hidropônico (com substrato)	38
2.4.3	Sistema Hidropônico (NFT)	40
3	CAPÍTULO 1 - SISTEMAS DE CULTIVO INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO	43
3.1	RESUMO.....	43
3.2	ABSTRACT	43
3.3	INTRODUÇÃO	44
3.4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
3.4.1	Caracterização experimental	46
3.4.1.1	<i>Sistemas de Cultivo</i>	46
3.4.1.2	<i>Genótipos e transplante das mudas</i>	47
3.4.1.3	<i>Nutrição e irrigação</i>	47
3.4.1.4	<i>Controle Fitosanitário</i>	48
3.4.1.5	<i>Colheitas</i>	49
3.4.2	Variáveis avaliadas	49
3.4.2.1	<i>Variáveis de produção</i>	49
3.4.3	Delineamento experimental	50
3.4.4	Análise estatística	51

3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
3.6	CONCLUSÕES	65
4	CAPÍTULO 2 - QUALIDADE E ANÁLISE SENSORIAL DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO.....	67
4.1	RESUMO.....	67
4.2	ABSTRACT	67
4.4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	69
4.4.1	Caracterização experimental.....	69
4.4.2	Variáveis avaliadas.....	70
4.4.2.1	<i>Análises físico-químicas.....</i>	<i>70</i>
4.4.2.2	<i>Análise sensorial</i>	<i>71</i>
4.4.3	Análise estatística	72
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
4.6	CONCLUSÃO.....	85
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
	REFERÊNCIAS.....	89
	ANEXOS	101
	APÊNDICES	103

1 INTRODUÇÃO GERAL

O morangueiro é considerado a espécie de maior importância econômica dentre aquelas que compõem o grupo das pequenas frutas. Tal destaque se deve à sua grande aceitação tanto para o consumo *in natura* ou ainda na forma de produtos industrializados como doces, iogurtes, geleias e sorvetes. A produção de morangos é realizada principalmente em propriedades de pequeno e médio porte, com até 20 hectares, por agricultores que utilizam a mão-de-obra familiar (SPECHT; e BLUME, 2011, SILVA e SILVA, 2012).

O sucesso no cultivo do morangueiro está ligado a fatores como o nível de conhecimento tecnológico dos produtores, o manejo empregado, as condições edafoclimáticas, a escolha de cultivares adaptadas às condições locais e também do seu sistema de cultivo.

A falta de cultivares adaptadas as regiões produtoras bem como a falta de informação para escolha das mesmas são hoje os maiores entraves que enfrenta o produtor. Plantas não adaptadas ao ambiente em que estão inseridas, não expressam seu potencial produtivo devido ao alto índice de agressões causadas pelo meio, fazendo com que a planta direcione os fotoassimilados para sua sobrevivência, e não para a produção dos frutos, causando redução no tamanho, e na quantidade dos frutos (PEREIRA e MARCHI, 2000; CASTRO et al., 2004).

Tradicionalmente o morangueiro é cultivado a campo, em cultivo feito no solo sob canteiros cobertos por plástico preto e cobertura plástica, porém como alternativa existem outros dois sistemas de produção feitos fora do solo, o semi-hidropônico, geralmente conduzido em sacolas plásticas preenchidas com substrato ("slabs"), com fertirrigação por fitas de gotejo, e o hidropônico também chamado de NFT (técnica de fluxo laminar de nutrientes, em inglês) que consiste em um tubo de PVC ou de polipropileno onde circula uma solução nutritiva adequada à cultura. (FURLANI 2001)

Devido ao aumento da área explorada com morangueiro, quando cultivado no solo intensificaram-se problemas como o uso em larga escala de defensivos agrícolas. Com isso, além do aumento dos custos de produção ocorreu uma desvalorização da imagem do produto junto aos consumidores, além dos problemas causados ao meio ambiente (GOTO e TIVELLI, 1998). Outro problema é a alta demanda por rotação das áreas em virtude da suscetibilidade do morangueiro ao

ataque de fungos de solo e bacterioses, e embora a rotação das áreas seja eficaz, é dificultada principalmente em cultivos protegidos em detrimento da migração das estruturas (PASSOS, 1997).

Além dos problemas fitossanitários e de manejo, outro fator relevante é a ascensão do consumo aliada à exigência de qualidade do morango, englobando características como aparência, tamanho, forma, sabor, odor, valor nutritivo e ausência de defeitos, (CHITARRA, 1999).

Como alternativa e visando superar tais problemas está sendo utilizado o cultivo protegido, em vista das alterações positivas que proporciona no ambiente para a cultura (GOTO e TIVELLI, 1998) e da menor ocorrência de doenças fúngicas e bacterianas devido à redução do molhamento foliar (RESENDE e MALUF, 1993; PIRES et al., 1999). Aliado ao cultivo protegido, as técnicas de cultivo fora de solo proporcionam facilidade de colheita e manejo por serem executadas em um cultivo suspenso a 80 cm acima do nível do solo, e ainda dispensam o uso de solo, pela utilização de substratos inertes ou somente solução nutritiva (CAÑADAS, 1999).

Na região Sul do país o sistema mais empregado sempre foi o de plantio no solo, também chamado de convencional ou ainda este em ambiente protegido do tipo túnel baixo. Entretanto é cada vez maior a migração dos produtores para os sistemas de cultivos fora do solo, isso se deve aos excelentes resultados que os sistemas vêm mostrando quanto à produtividade e, principalmente, ao fato de evitar a contaminação do solo e otimizar o uso das áreas dispensando a rotação da cultura (FURLANI, 2001).

Ao migrar para um sistema suspenso, os produtores devem levar em consideração estudos de adaptabilidade, que permitem revelar o comportamento das cultivares tanto em relação aos fatores edafoclimáticos locais bem como em relação ao sistema de cultivo, a fim de obter o produto final desejado, seja de ordem produtiva ou de qualidade, atendendo o mercado consumidor.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar três sistemas de cultivo (solo, semi-hidropônico, hidropônico) a fim de verificar qual é mais adequado para diferentes cultivares de morangueiro quanto à produtividade e qualidade.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) aumentar a produtividade por área, recomendando o sistema de cultivo mais produtivo para determinada cultivar;
- b) contribuir para obtenção da sazonalidade produtiva ou maior período produtivo das plantas;
- c) apontar qual sistema de cultivo e cultivar poderá proporcionar maior qualidade das frutas, incrementando o teor de sólidos solúveis, sabor, firmeza de polpa e coloração;
- d) identificar possíveis diferenças entre os sistemas de cultivo na aceitação sensorial de consumidores da fruta;
- e) contribuir para o fortalecimento da cultura do morangueiro na Região do Planalto Sul Catarinense, através da divulgação dos dados obtidos.

1.2 HIPÓTESES

- a) sistemas de cultivo hidropônico e semi-hidropônico podem proporcionar maior produtividade por área e maior percentagem de frutas comercializáveis quando comparados ao sistema de cultivo no solo;
- b) é possível estender a produção dos frutos de morangueiro por um período mais prolongado, através de sistemas hidropônicos;
- c) a avaliação dos genótipos possibilitará estabelecer as cultivares mais indicadas para cada sistema de cultivo;
- d) a correta recomendação do sistema de cultivo aliada à recomendação de cultivares aumentará a produtividade, acarretando em incremento de renda aos produtores.

1.3 JUSTIFICATIVA

O cultivo do morangueiro é uma opção economicamente viável, principalmente para pequenos produtores rurais, devido à atratividade e elevado valor agregado das frutas, tendo em vista o curto período vegetativo da planta e extenso período de colheitas. Quando comparada com outras frutíferas de clima temperado, a cultura permite um rápido retorno econômico.

A maior razão para a realização deste trabalho é a busca por alternativas ao sistema convencional de cultivo atualmente feito no solo, o qual tem problemas relacionados ao uso e rotação das áreas de produção. Ao retirar o cultivo do morangueiro do solo e introduzir em sistemas de cultivo fora de solo, também chamado de cultivo suspenso, há um maior aproveitamento de áreas, uma vez que é dispensada a rotação de áreas. Além disto, o maior adensamento de plantas que os sistemas de cultivo elevado permite, proporciona uma maior produtividade por área.

O uso de sistemas protegidos e cultivos fora do solo podem trazer bons resultados quanto à sazonalidade ou expansão do período produtivo, devido ao resfriamento das raízes proporcionado pelo sistema de irrigação e fertirrigação, aumento da produção e qualidade das frutas devido a constante disponibilidade de nutrientes.

Sistemas de cultivo suspenso podem ainda melhorar a qualidade de vida do produtor pela redução na dificuldade do trabalho, principalmente na questão ergonômica que se evidencia pela elevada frequência das colheitas e tratos culturais realizados rente ao solo, em posição extremamente desconfortável. A forma de realizar o trabalho acaba também dificultando a disponibilidade de mão-de-obra para esse tipo de cultivo. Além da redução da penosidade do trabalho, o cultivo suspenso também propicia uma redução do período utilizado para a colheita, necessitando menor utilização de mão de obra para colheita e demais tratos culturais.

Tendo em vista essa migração para sistemas de cultivo fora de solo é fundamental utilizar cultivares adaptadas a este ambiente uma vez que as cultivares de morangueiro expressam comportamentos distintos em condições ambientais diferentes. A seleção de cultivares adaptadas ao seu ambiente produtivo pode aumentar a chance dessas plantas expressarem melhor seu potencial produtivo, ao mesmo tempo em que produzem frutos aceitáveis pelo mercado consumidor.

É indispensável a avaliação de cultivares em diferentes sistemas de cultivo, visto que os mesmos possuem distinção no sistema de suporte de planta, fornecimento de água, nutrientes e tratos culturais. Tendo em vista esta necessidade, trabalhos de caracterização de cultivares foram realizados, a fim de fornecer informações ao produtor das cultivares mais adaptadas aos diferentes sistemas de cultivo, os quais estão descritos no presente trabalho:

- **Capítulo I:** Sistemas de cultivo influenciam a produtividade de cultivares de morangueiro

- **Capítulo II:** Qualidade e análise sensorial de genótipos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MORANGUEIRO

Frutíferas de clima temperado como a amora preta (*Rubus sp.*), a framboesa (*Rubus idaeus L.*), o morango (*Fragaria x ananassa Duch*) e o mirtilo (*Vaccinium sp.*) formam um grupo chamado de frutas vermelhas ou pequenas frutas (BARBIERI e VIZZOTTO, 2012). O morango é considerado uma das espécies mais conhecidas e de maior expressão econômica entre as pequenas frutas (RIGON et al., 2005). Trata-se de uma das frutas mais apreciadas pelos consumidores em diversas regiões do mundo, destacando-se pela sua coloração, aroma, sabor e diversificação dentro da culinária, gastronomia e pelos altos teores de vitamina C (BRAHM, et al., 2005; ORTIGOZA, 1999).

A atual superfície mundial cultivada com morangueiro representa cerca de 373,4 mil hectares, e uma produtividade média é de 21,7 toneladas por hectare, gerando uma produção anual que gira em torno de 8,1 milhões de toneladas. Atualmente essa produção de morango fica concentrada principalmente na Ásia, com cerca de 48 % da produção mundial, seguidos da América (26 %), Europa (20 %), África (5,5 %) e Oceania com 0,5%. Do total da produção mundial de morangos, aproximadamente 15% é exportada como fruta fresca (FAOSTAT, 2018).

Estima-se que a América do Sul produza 318.686 toneladas em 11.884 hectares, sendo o Brasil, Argentina e Chile os responsáveis pela maior parte da produção (ANTUNES; PERES, 2014). No Brasil o início do cultivo do morangueiro ainda não é bem conhecido (CAMARGO; PASSOS, 1993). Seu início deu-se nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, porém na época eram utilizadas cultivares vindas dos Estados Unidos e da Europa, que apresentavam pouca adaptabilidade ao clima e solo dessas regiões. Somente com o lançamento da cultivar Campinas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (PASSOS, 1997), a cultura começou a se expandir a partir de 1960. Essa cultivar se mostrava mais adaptada as condições de solo e clima locais, com produtividade e frutos de qualidade (MADAIL, 2008).

A produção brasileira se destaca em sete estados: Minas Gerais (2000 ha), Paraná (650 ha), Rio Grande do Sul (550 ha), São Paulo (300 ha), Espírito Santo (230 ha), Santa Catarina (225 ha) Distrito Federal (200 ha), (FAGHERAZZI 2017). No estado de Santa Catarina, a maior zona produtora fica próximo ao município de Rancho Queimado com cerca de 43 % da produção estadual (MOLLINA, 2016). Porém é crescente o cultivo em regiões de maior altitude, nos municípios de São Joaquim, Urupema, Urubici, Bom Retiro, Capão Alto, Campo Belo do Sul, Bom Jardim da Serra, Fraiburgo e Lages, região que permite a produção em quase todos os meses do ano, tendo em vista as temperaturas mais amenas na primavera, efeito da maior altitude, aliadas a utilização de cultivares de dia neutro. (BRUGNARA et al., 2011; FAGHERAZZI et al., 2014).

Atualmente no estado catarinense estão envolvidas no cultivo do morangueiro aproximadamente 726 famílias, que cultivam uma superfície de 225 hectares, gerando uma produção anual de 9,9 mil toneladas. O cultivo do morangueiro se tornou uma importante fonte de renda para a agricultura familiar, levando em conta o elevado valor agregado, e por ser uma boa alternativa para a diversificação da propriedade rural. (MOLINA, 2015).

A nível nacional é crescente o interesse pelos produtores em cultivar morango fora do solo. No estado do Rio Grande do Sul, que é um dos pioneiros nessa técnica, cerca de 45% do cultivo já é feito fora de solo. (CARVALHO et al, 2014; FAGHERAZZI et al, 2017). No estado de Santa Catarina 87% do cultivo de morango já é protegido com plástico, sendo que dessa área 57% dos municípios produtores ainda cultivam o morango no solo sob sistemas de tuneis baixos. Porém existe uma crescente migração para cultivos fora de solo, tendo em vista que em todas as regiões do estado já possuem sistemas de cultivo fora de solo, chegando a 43% dos municípios do estado, na maioria em “slabs” ou travesseiros e em menor proporção calhas. (MOLINA 2015)

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO MORANGUEIRO

O morangueiro pertence à família das *Rosaceae* subfamília *Rosoidea*, tribo *Potentilla*, e ao gênero *fragaria*, que dão origem à espécie *Fragaria x ananassa* Duch, (SANHUEZA, 2005), tem origem no continente americano pelo cruzamento de duas espécies a *Fragaria virginiana* e a *Fragaria chiloensis* e pode ser produzido em

várias regiões de clima ameno (13°C à 26°C) (ORTIGOZA, 1999; HANCOOK & LUB, 1993)

O morango é conhecido como a fruta do morangueiro, entretanto essa estrutura carnosa de cor vermelha é botanicamente um pseudofruto, em volta do mesmo que se dispõem os verdadeiros frutos, chamados de aquênios. É uma planta perene, mas que devido à grande incidência de doenças durante sua produção, é cultivada de forma anual (CAMARGO, 1963).

A planta do morangueiro possui raízes fasciculadas e superficiais, com um comprimento médio de 50 a 60cm, sendo renováveis, porém 90% das mesmas ficam a menos de 10 cm da superfície do solo (ALVES, 2005; FILGUEIRA, 2000). As raízes secundárias são geradas a partir das primárias com funções principalmente quanto à absorção de água, nutrientes e armazenamento de substâncias de reserva (BRAZANTI, 1989). Enquanto as raízes mais velhas vão morrendo, as mais novas vão se formando em posição superior no rizoma da planta (PIRES et al., 1999). Esse processo de reposição radicular é importante para a sobrevivência da planta, podendo ser influenciado pela falta de água, pouca aeração, patógenos de raízes.

A coroa é a parte central da planta que aparece para fora do solo, formada por entrenós bem curtos e circundada pela parte foliar, também chamado de eixo caulinar. É dela que se originam as ramificações e as folhas. A medula é proeminente e sensível a geadas. Com o passar do tempo ela pode gerar de oito a dez novas coroas. (GROPPO et al., 1997).

O caule tem hábito rizomatoso, estolhoso, cilíndrico e retorcido, com entrenós curtos em cujas gemas nascem as folhas, estolhos e inflorescências (RONQUE, 1998). Os estolhos ou estolões são estruturas que crescem sob a superfície do solo e tem a capacidade de enraizar e formar ramos aéreos. Se enterrados enraízam e formam novas plantas, este material dará origem às novas plantas, seu desenvolvimento depende das condições de nutrição, umidade e interações com o meio (FERRI et al., 1969).

As folhas têm origem na coroa de forma helicoidal. Sua cor e forma podem variar de acordo com a cultivar, podendo ser constituída de três até cinco folíolos em um pecíolo. São do tipo dentado e podem conter até 400 estômatos por mm², indicando uma alta vulnerabilidade a falta de água e altas temperaturas, o que ressalta a necessidade de uma formação radicular adequada (BRAZANTI, 1989).

Suas flores estão agrupadas em inflorescências, que por sua vez são hermafroditas autopolinizantes. Após a fecundação seu receptáculo perde a forma e se transforma no pseudofruto ou como é conhecido popularmente no fruto morango (FOLQUER, 1986).

Para a maioria das espécies cultivadas a floração é dependente do fotoperíodo, que é determinado pelo comprimento do dia, o fotoperiodismo é um mecanismo da planta que quantifica intervalos de luz, com intervalos de escuro, a que as mesmas ficam expostas (BARUZZI, 2005; MOLLINA, 2015). Em função dessa resposta, podem ser classificadas em plantas de 'dia curto', 'dia longo' ou dia neutro' (STEWART, 2010).

Em geral, para as cultivares de dia curto, fotoperíodos entre 8 e 11h são necessários para a indução floral, situação que normalmente ocorre no final do verão, no outono e inverno. Porém, a indução floral nas cultivares de 'dia curto' é um processo fisiológico com controle facultativo, pois elas induzem as flores em condições de 'dia curto' quando a temperatura é maior que 15 °C, enquanto que com temperaturas menores que 15 °C formam gemas florais independentemente do fotoperíodo (SONSTEBY, 1997; SONSTEBY; HEIDI, 2001).

Cultivares classificadas como de 'dia longo' iniciam a emissão de flores quando os fotoperíodos diários são maiores que 12h, pois são dependentes de dias longos (SILVA et al., 2007). Porém, tendo em vista que estes fotoperíodos são atingidos apenas no final da primavera e início do verão, essas cultivares tem pouca importância comercial.

Nas cultivares de 'dia neutro' a indução floral é independente do fotoperíodo, pois é uma ação controlada pela temperatura. A indução floral ocorre sempre que a temperatura estiver abaixo dos 28 °C independentemente do fotoperíodo. Assim podem apresentar floração e frutificação o ano todo, desde que as temperaturas fiquem entre 10 a 28 °C (SANTOS; MEDEIROS, 2003).

2.3 CULTIVARES

Uma das mais importantes decisões na implantação do cultivo do morangueiro é a escolha das cultivares a serem utilizadas. A introdução de cultivares não adaptadas em uma determinada região sistema de produção ou uma

prévia avaliação nas condições ecológicas é um dos grandes entraves para uma alta produtividade e qualidade final do produto (DUARTE FILHO, 2006).

A escolha da cultivar, associada ao manejo da planta, serão determinantes para a produtividade e a qualidade dos morangos, com forte influência na comercialização, devido as preferências de mercado (ANTUNES et al., 2010). Embora exista uma tendência a utilização de cultivares de dia neutro, atualmente no Brasil as cultivares mais utilizadas ainda são as de dia curto. Atualmente no mercado nacional as cultivares mais utilizadas são Albion, San Andreas e Camarosa e em menores proporções Oso Grande, Camarosa, Aromas. Outras cultivares ainda utilizadas são Camino Real, Tudla, Dover, Ventana, Portola, Toyonoka, Monterey, Strawberry Festival (FAGHERAZZI, 2017)

Associado aos sistemas de cultivo, a introdução de cultivares de dia neutro vem sendo utilizada como estratégia para estender o período produtivo do morangueiro e agregar valor ao fruto, especialmente em regiões de maior altitude e com verão ameno (FAGHERAZZI, 2013). É no período da entressafra que ocorre durante o verão e início do outono que os produtores podem receber até 5 vezes mais pelo quilograma da fruta, em relação ao pico da safra, que para a maior parte das regiões produtoras de morango se inicia no inverno e se estende até a primavera, (julho a novembro) (ANTUNES & PERES, 2013; PEREIRA, 2014)

Apresenta-se a seguir as cultivares estudadas neste trabalho com suas principais características.

2.3.1 Albion

Cultivar de dias neutros, lançada na Universidade da Califórnia, EUA. Possui arquitetura de planta aberta e produção bem distribuída ao longo do ciclo produtivo, fatores estes que facilitam as operações de colheita. As frutas são de boa qualidade gustativa, tornando-a uma cultivar indicada para consumo *in natura*. Dependendo da temperatura, sua frutificação se dá em temperaturas suficientemente altas para manter o crescimento vegetativo. Possuem alta capacidade de produção de frutas com tamanhos variáveis (EMBRAPA, 2005; ANTONIOLLI et al., 2007).

2.3.2 San Andreas

Cultivar de dia neutro, originária da Universidade da Califórnia, por cruzamento entre Albion e a seleção CAL 97.86-1. Cultivar própria para consumo *in natura*. Fruto vermelho, ligeiramente mais leve que Albion; grandes e longos, com peso médio de 31,6 g; firmeza e sabor semelhante a Albion; polpa mais escura e vermelha do que Albion; época e padrão de produção semelhante ao Albion (EMBRAPA, 2005). Atualmente está sendo a cultivar mais procurada pelos produtores realizarem os plantios, principalmente ao fato de ter apresentado bom potencial produtivo nos cultivos em sistemas de cultivo fora do solo e se mostrou bem adaptada ao cultivo de segundo ano com as mesmas plantas. (FAGHERAZZI et al., 2017a).

2.3.3 Pircinque

Cultivar obtida através do cruzamento entre Ventana x Nora, desenvolvida pelo Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria - Unità di Ricerca per la Frutticoltura (CREA-FRF), da cidade de Forlì (Itália), no ano de 2006. Cultivar de dias curtos com baixa exigência em frio, com maturação das frutas precoce. Apresenta plantas vigorosas, principalmente em solos com elevada fertilidade, sendo necessário adequado aporte nutricional. Frutos de formato cônico alongado e elevada massa média durante todo o período de produção. As plantas apresentam elevado desenvolvimento de novas coroas, hábito vegetativo elevado, com vigor muito elevado e produtividade média a elevada. A floração é precoce similar à da Ventana, frutos com massa média elevada, formato cônico alongado e muito regular, elevada firmeza, coloração vermelho-brilhante, polpa vermelha-brilhante, consistência elevada, média acidez e muito doce (FAEDI et al., 2014; FAGHERAZZI et al., 2017b).

2.3.4 Jonica

Cultivar obtida de uma polinização livre de Kilo [Rosalinda x Demetra (Irvine x Tudla)] desenvolvida pelo Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria - Unità di Ricerca per la Frutticoltura (CREA-FRF), da cidade

de Forlì (Itália), selecionada em Scanzano Jonico (sul da Itália) no ano de 2006. É uma cultivar de dias curtos com baixa necessidade de frio e maturação precoce.

Apresenta frutos com massa média constante durante todo o período de produção. Uma característica que a distingue das demais cultivares é a manutenção das pétalas no fruto maduro durante o período invernal de produção. Apresenta plantas com um desenvolvimento de novas coroas durante o período de produção de médio a elevado, hábito vegetativo compacto, médio vigor, produtividade de média a elevada. A floração é precoce, com colheita aproximadamente dez dias antes da cultivar Candonga, que é a cultivar mais utilizada no sul da Itália. O fruto apresenta elevada massa média, formato cônico regular, boa firmeza de polpa, cor vermelho-brilhante, elevada consistência e média acidez (FAEDI et al., 2014; FAGHERAZZI et al., 2017b).

2.4 SISTEMAS DE CULTIVO

É cada vez maior a busca pelo desenvolvimento de novas técnicas de produção intensivas com reduzida poluição ambiental, ao mesmo tempo que cresce a exigência por parte dos consumidores por produtos de maior qualidade e, também, atentos aos aspectos envolvidos na produção, bem como à procedência dos alimentos. Em contraponto os produtores têm buscado por sistemas de cultivo mais práticos, com melhores condições de trabalho, principalmente relacionadas a postura, menor contato com agrotóxicos e que possibilitem a otimização da terra e utilização da mão-de-obra, garantindo a viabilidade do retorno financeiro (MARQUES, 2016)

Em virtude disso, atualmente o morangueiro é produzido em diferentes sistemas de cultivo. Na região Sul do país o sistema mais empregado sempre foi o de solo, também chamado de convencional seja a céu aberto como em ambiente protegido do tipo túnel baixo (FURLANI, 2001)

Entretanto, é cada vez maior a migração dos produtores para os sistemas de cultivos fora do solo ou hidropônicos. Isso se deve aos excelentes resultados que os sistemas vêm mostrando quanto a produtividade e, principalmente, ao fato de otimizar o uso das áreas, dispensando a rotação da cultura. Tendo em vista que, a utilização sucessiva das mesmas áreas para plantios da mesma cultura, pode trazer prejuízos já no segundo ano de cultivo. Isso devido à contaminação do solo por

microrganismos. Em decorrência da maior possibilidade de infestações nas plantas, levando à diminuição da produção e qualidade dos frutos. Nos sistemas hidropônicos, quando ocorre algum foco de doença, há maior facilidade de controle, podendo ser removido antes de ocasionar maiores perdas para a cultura ou contaminação de outras plantas (FURLANI, 2001).

2.4.1 Sistema de cultivo no solo

O sistema de cultivo no solo foi o primeiro a ser utilizado para a cultura do morangueiro, por volta do ano de 1750 o que o tornou conhecido também como sistema convencional. Esse consiste de um preparo inicial do solo com arações, gradagem, e em geral as plantas são cultivadas em canteiros para facilitar a drenagem. O terreno deve ser levemente inclinado, principalmente em regiões chuvosas e devem contar ainda com boa exposição solar. É recomendado o uso de estufas ou túneis baixos, que permitem a produção de frutos de melhor qualidade, reduzindo as perdas por geadas ou excesso de chuvas. Neste sistema é crucial a rotação das áreas para diminuir o risco de patógenos nos plantios futuros (EMBRAPA, 2005).

A adubação é feita com base na análise do solo, realizada no mínimo 120 dias antes do transplântio das mudas, o pH deve ser corrigido para uma faixa aproximada entre 6,0 e 6,5 é recomendada uma adubação pré-plantio à base de fósforo e potássio. A adubação orgânica é uma prática muito utilizada a fim de aumentar o nível de matéria orgânica no solo, proporciona maiores índices de produtividade, sendo dificilmente substituída totalmente pela adubação inorgânica. (EMBRAPA, 2005).

A utilização do revestimento dos canteiros com plástico filme de polietileno de cor preta, denominado de *mulching*, tem como função manter a temperatura do solo, evitando perdas rápidas para o ambiente, reduzindo perda de água no solo e facilitando o crescimento da planta e absorção dos nutrientes (CORTEZ et al., 1995); é eficiente no controle do desenvolvimento de daninhas entre a cultura, e ainda proporciona maior proteção de fungos e bactérias presentes no solo. Além disso evita o contato dos frutos com o solo, tendo em vista que esses não podem ser lavados após a colheita, devido à alta atividade respiratória, diminuindo o tempo de prateleira do morango (GOTO & DUARTE FILHO, 1999).

Figura 1 - Cultivo de morangueiro feito no solo no estado de Santa Catarina, Lages, UDESC, 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

É indicada a proteção do ambiente de cultivo por coberturas plásticas, principalmente em regiões de frio, onde essas estruturas protegem as primeiras flores da geada. Além disso, a cobertura protege a planta das chuvas durante o período de colheita diminuindo a incidência de doenças foliares e podridões nos frutos (MARTIN, 1989). Outra característica bastante importante na utilização de plásticos na cultura do morangueiro é a maior intensidade de radiação fotossinteticamente ativa disponível para a cultura (GOTO & DUARTE FILHO, 1999). O sistema de cobertura em canteiros no solo mais utilizado é em túnel baixo devido aos bons índices produtivos e pela facilidade e baixo custo de implantação, ou ainda em estufas que apesar do custo elevado de implantação garante boa produção, facilidade de manejo e colheita (EMBRAPA, 2005).

Em experimento conduzido no município de Lages-SC o cultivo em túnel baixo possibilitou índices de produtividade de 31,0 t ha⁻¹ para a cultivar San Andreas, 26,7 t ha⁻¹ para a cultivar Albion, e 39,4 t ha⁻¹ para a cultivar Pircinque (FAGHERAZZI et al., 2017b).

Atualmente no Brasil o cultivo em sistema de solo ainda é o mais utilizado. Esse sistema vem sendo gradativamente substituído por sistemas de cultivos sem solo ou fora do solo (ANTUNES E PERES, 2013; FAGHERAZZI et al., 2014; FAGHERAZZI et al., 2017b). Devido à alta exigência de rotação de áreas e o emprego exagerado de insumos, causando dependência financeira e tecnológica do produtor. Além disso há o impacto ambiental que o uso inadequado das técnicas agrônômicas pode causar problemas de erosão, baixa produtividade das terras e culturas, produção de dejetos, efluentes ou resíduos que são considerados lixo, e

são depositados diretamente na natureza (SAMINÉZ, 2000; DAROLT, 2003).

O cultivo do morangueiro realizado no solo, além dos problemas relacionados ao controle fitossanitário e contaminação do solo por patógenos altamente agressivos a cultura vem enfrentando problemas relacionados a saúde dos trabalhadores principalmente problemas ergonômicos, devido a frequência e a postura exigida na colheita e tratos culturais que vem dificultando a disponibilidade de mão-de-obra para esse tipo de cultivo (GIMENÉZ; ANDRIOLO; GODOI, 2008).

2.4.2 Sistema Semi-hidropônico (com substrato)

Sistemas hidropônicos ou semi-hidropônicos cada vez mais são utilizados como alternativa de cultivo em ambiente protegido (FAGHERAZZI et al., 2017b). Nesse sistema, o solo é substituído pelo substrato e solução nutritiva, onde estão contidos todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, sendo também conhecido como cultivo sem solo. Esta técnica vem sendo cada vez mais utilizada, devido a exigente rotação da cultura no solo, aos elevados custos da terra, da produção e das exigências de mercado. As maiores vantagens desse sistema se encontram no bom desenvolvimento das plantas, em menor tempo, com melhor qualidade e com maior retorno econômico (COSTA, 2001; CARMO JR, 2000)

A hidropônia em geral tem destaque por ser considerado um cultivo limpo, além de apresentar facilidade no manejo. Destaca-se possibilidade de eliminação de moléstias que venham a atacar o morangueiro, já que nesse sistema pode-se remover a planta atacada ou a parte da sacola em que ela esteja, sem comprometer significativamente a produção (CAÑADAS, 1999). Também facilita as operações de manejo e colheita, diminuindo os efeitos prejudiciais ao trabalho humano, principalmente aos relativos a ergonomia, pois o cultivo situa-se a uma altura de um metro do solo. As frutas apresentam maior qualidade e o período de colheita pode ser estendido em pelo menos dois meses (BORTOLOZZO, 2006).

Figura 2 - Cultivo de morangueiro fora de solo em semi-hidropônia com substrato no estado de Santa Catarina, Lages, UDESC, 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O cultivo em sacolas horizontais também conhecido como slabs ou travesseiros é uma técnica utilizada para diversas espécies, inclusive para o morangueiro. As plantas são mantidas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade, preenchidos com substratos das mais variadas composições, que ficam sobre bancadas, fabricadas de estacas de madeira ou mesmo de concreto, na posição horizontal. Dentro destes travesseiros preenchidos com substratos e através de fitas gotejadoras ou mangueiras circula a solução nutritiva com formulação adequada para a cultivar (FURLANI, 2001).

Outra possibilidade de cultivo semi-hidropônico são as colunas verticais, sendo basicamente a mudança da disposição dos “slabs”. Os sacos de polietileno com espessura de 0,15mm, com 150 mm de diâmetro e 2 m de altura, são preenchidos com uma mistura com substratos, onde o fundo é amarrado para evitar a queda do substrato e o topo para contrair o mesmo, promovendo um formato de “lingüiça”. O topo é amarrado e pendurado na casa de vegetação, dando o efeito de uma coluna de cultivo. Este sistema permite uma menor compactação do substrato utilizado e um maior aproveitamento da área (RESH, 1997).

Através do uso de substratos é possível melhorar a sustentação das plantas e proporcionar maior fixação das raízes melhorando assim a absorção e disponibilização dos nutrientes para as demais partes da planta. O fornecimento de água e nutrientes pode ser melhor ajustado às necessidades da planta, tendo em vista que o substrato pode manter umidade adequada às raízes, mesmo em casos de breve falta de água ou quedas de energia. É importante que o substrato tenha elevada capacidade de retenção de água, boa distribuição das partículas para

manter a aeração, decomposição lenta, disponibilidade no mercado e baixo custo (MELO; CARVALHO; GUIMARÃES, 2005). Em avaliação de um sistema semi-hidropônico, no município de Pelotas-RS Alves (2015), apontaram produtividade de 31,83 t ha⁻¹ para a cultivar Albion, 30,69 t ha⁻¹ para a cultivar aromas e 21,70 t ha⁻¹ para a cultivar Monterey.

2.4.3 Sistema Hidropônico (NFT)

A hidropônia foi criada por volta de 1970, surgiu como uma técnica altamente racional, na qual se consegue uma otimização do uso da água, do espaço, do tempo, dos nutrientes e da mão-de-obra (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994). Os sistemas hidropônicos ganharam algumas adaptações com o passar do tempo entre essas destaca-se o tipo NFT (Nutrient Film Technique). Neste sistema, a planta se desenvolve com dois terços de seu sistema radicular submerso na solução nutritiva, fornecida à planta sob a forma de um fluxo intermitente, onde exclusivamente ela retira os nutrientes, enquanto a porção restante do sistema radicular se desenvolve ao ar livre para a absorção de oxigênio (FOSSATI 1986).

Para a cultura do morangueiro os canais devem ter diâmetros de 100mm, diferente dos habituais canais de 50mm utilizados para a cultura da alface, essa mudança se deve pelo fato de que as raízes do morangueiro são maiores, e essas podem impedir a correta circulação da solução nutritiva. Esses canais devem ter comprimento máximo de 25m e declividade entre 1 e 3%, para promover circulação e favorecer a oxigenação solução nutritiva (DONNAN, 1997; FURLANI, 1998).

O sistema hidropônico em NFT com bancadas em seção, quando comparadas a sistemas de bancadas horizontais, promove um melhor aproveitamento da área da casa de vegetação, podendo conseguir-se uma otimização de 100% de espaço de área plantada (CARMO Jr et al., 1999).

Um dos maiores entraves desse sistema é o alto custo de instalação e a necessidade de conhecimentos técnicos na área, porém proporcionam bons resultados comerciais. Assim como para os demais sistemas hidropônicos esse sistema permite o controle da acidez e da concentração de nutrientes da solução nutritiva com a medição do pH e da condutividade elétrica da solução (COSTA, 2004).

Figura 3 - Cultivo de morangueiro fora de solo em hidropônia tipo NFT no estado de Santa Catarina, Lages, UDESC, 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O cultivo de morango por hidropônia em ambiente protegido possibilitou o cultivo em épocas e regiões menos favoráveis a cultura, com produtividade semelhante à das tradicionais regiões produtoras (GUSMÃO, 2001).

Em avaliação de um sistema hidropônico em Jundiá - SP, Fernandes Junior et al. (2002), alcançaram a produtividade de $42,1 \text{ t ha}^{-1}$ com a cultivar Campinas. Em Jaboticabal – SP, Gusmão (2000), em época considerada favorável (julho a novembro) cultivando morangueiro em sistema NFT, conseguiu uma produtividade total de $10,7$ e $24,5 \text{ t ha}^{-1}$ para as cultivares “Seascape” e Campinas, respectivamente. No entanto, o autor relatou uma progressiva morte das plantas a partir do início de novembro, época de menor oferta de morango no mercado nacional.

Avaliando diferentes concentrações nutricionais no crescimento, produtividade e qualidade de morangos para cultivar Camarosa em hidroponia em sistema NFT com telhas de fibrocimento, Portela et al., (2012), observaram em dois anos de avaliação, maior produtividade no primeiro ano, com 23 t ha^{-1} com a CE de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ e no segundo ano com 57 t ha^{-1} com a CE de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$.

3 CAPÍTULO 1 - SISTEMAS DE CULTIVO INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO

3.1 RESUMO

O emprego de sistemas de cultivo fora de solo vem sendo amplamente utilizado para suprimir problemas relacionados a rotação de áreas, mão de obra, sazonalidade produtiva, e já é uma realidade para muitos produtores de morango do Sul do Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar as características produtivas de genótipos de morangueiro cultivados em três sistemas de cultivo na Região do Planalto Sul Catarinense. O experimento foi conduzido no ciclo agrícola 2017/2018 em ambiente protegido (estufa) na sede do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, no município de Lages (SC). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, por esquema bifatorial 3x6, sendo o primeiro fator o sistema de cultivo (solo, semi-hidropônico e hidropônico), e o segundo a composição dos seis genótipos de morangueiro (Albion, San Andreas, Pircinque, Jonica, FRF 57.6 e FRF 104.1). A unidade experimental utilizada foi de nove plantas úteis. Foram avaliados parâmetros referentes à produção, produtividade, classificação e sazonalidade produtiva das frutas. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando significativo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. A produção acumulada por planta e a emissão de frutos foi superior nos cultivos realizados no solo e em semi-hidropônia, frente a NFT. Em razão do maior adensamento quando estimada a produtividade ($t\ ha^{-1}$) o sistema semi-hidropônico permitiu acréscimo de 28% na produtividade de 'San Andreas' e 22% em 'FRF 104.1' em relação ao solo. Em NFT, os genótipos Albion e FRF 57.6 alcançaram médias de produtividade semelhantes aos demais sistemas. Os sistemas de cultivo no solo e semi-hidropônico tiveram comportamento produtivo semelhante quanto a sazonalidade ao longo dos meses com significativa queda no mês de março de 2018. Já o NFT apresentou pico de produção inicialmente maior. Cultivos fora de solo permitiram menores perdas de frutas comerciais por danos causados por pragas e doenças independente dos genótipos avaliados. Dentre os genótipos, a capacidade de produção por planta no sistema de cultivo de solo foi superior em relação aos sistemas de cultivo fora do solo. O sistema de cultivo semi-hidropônico obteve maior produtividade. Os genótipos San Andreas, FC 104.1 e Albion são indicados ao cultivo em sistema semi-hidropônico.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duchesne. Produção. Hidropônia. Cultivo em solo. Cultivo fora de solo. NFT.

3.2 ABSTRACT

The use of off-farm cropping systems has been widely used to suppress problems related to the rotation of areas, productive seasonal labor, and is already a reality for many strawberry producers in the South of Brazil. The objective of this work was to evaluate and compare the productive characteristics of strawberry genotypes grown in three cropping systems in the Planalto Sul Catarinense Region. The experiment

was conducted in the agricultural cycle 2017/2018 in a protected environment (greenhouse) at the headquarters of the Agroveterinary Sciences Center of the State University of Santa Catarina, in the municipality of Lages (SC). The experimental design was a randomized complete block design, using a 3x6 bifactorial scheme. The first factor was the cultivation systems (soil, semi-hydroponic and hydroponic), and the second was the composition of the six strawberry genotypes (Albion, San Andreas, Pircinque, Jonica, FRF 57.6 and FRF 104.1). The experimental unit used was nine useful plants. Parameters related to production, productivity, classification and productive seasonality of fruits were evaluated. The results were submitted to analysis of variance, and when significant the means compared by the Tukey test, at 5% probability of error. The accumulated production per plant and the fruit emission was higher in the crops grown in the soil and semi-hydroponics, compared to NFT. Due to the higher density when productivity was estimated ($t\ ha^{-1}$), the semi-hydroponic system allowed a 28% increase in 'San Andreas' productivity and 22% in 'FRF 104.1' in relation to the soil. In NFT, the genotypes Albion and FRF 57.6 reached productivity averages similar to the other systems. Soil and semi-hydroponic cropping systems had similar productive behavior regarding seasonality over the months, with a significant drop in the month of March, 2018. The NFT showed an initially higher production peak. Soil crops allowed lower commercial fruit losses due to pest and disease damages independent of the evaluated genotypes. Among the genotypes, the production capacity per plant in the soil cultivation system was superior in relation to the systems of cultivation outside the soil. The semi-hydroponic cultivation system obtained higher productivity. The genotypes San Andreas, FC 104.1 and Albion are indicated for cultivation in a semi-hydroponic system.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duchesne. Productivity. Hydroponics, Out of soil. NFT.

3.3 INTRODUÇÃO

A produção mundial de morango em 2014 foi de aproximadamente 8,1 milhões de toneladas em uma superfície cultivada com cerca de 241 mil hectares, totalizando uma produtividade média próxima as 22 toneladas por hectare (FAOSTAT, 2014). Atualmente a produção brasileira de morango gira em torno de 154 mil toneladas anuais em aproximadamente 4.300 hectares cultivados. A produtividade média é de aproximadamente 36 toneladas por hectare (FAGHERAZZI et al., 2017a). Segundo Camargo Filho e Camargo (2009) em determinados anos a produção nacional de morango era insuficiente para atender a demanda do consumo *in natura*.

O desempenho produtivo do morangueiro depende diretamente da escolha de cultivares adaptadas às condições locais e do seu sistema de cultivo. Plantas não adaptadas ao ambiente em que estão inseridas, podem perder seu potencial produtivo devido ao alto índice de agressões causadas pelo meio, fazendo com que

a planta drene os fotoassimilados para sua sobrevivência, e não para a produção dos frutos, podendo ocorrer redução no tamanho, e na quantidade dos frutos (PEREIRA e MARCHI, 2000; CASTRO et al., 2004).

Atualmente, no Brasil a maior parte do morango comercializado ainda é produzido no solo (MOLINA, 2015). Apesar do baixo custo e da produtividade satisfatória o cultivo no solo tem alta demanda por rotação das áreas em virtude da suscetibilidade da planta ao ataque de fungos de solo e bacterioses, que diminuem drasticamente a produtividade. Embora a rotação das áreas seja eficaz, é dificultada principalmente em cultivos protegidos em detrimento da migração das estruturas (PASSOS, 1997).

O emprego de sistemas de cultivo fora de solo está se tornando uma alternativa, afim de suprimir tais problemas, sendo uma realidade para muitos produtores de morango do Sul do Brasil. Em várias localidades, verifica-se o avanço acelerado do cultivo do morangueiro semi-hidropônico utilizando substrato, demonstrando, na prática, que esta forma de produção vem suprimindo as necessidades e expectativas do produtor (BORTOLOZZO et al., 2007).

O cultivo hidropônico é utilizado em menor escala para esta cultura quando comparado ao cultivo semi-hidropônico no Brasil. Este sistema, além de dispensar a utilização de substrato, promove a coleta e a reutilização da solução nutritiva. Entretanto, poucas são as informações disponíveis sobre o manejo, utilização de cultivares e as respostas da cultura em sistema hidropônico. (PORTELA, 2012).

Um dos principais fatores que proporcionam aumento de produtividade em sistemas de cultivos fora de solo é a possibilidade de aumentar a densidade de plantio e o controle da nutrição. Em função disso é fundamental a escolha de cultivares que se adaptem a cada um dos diferentes sistemas (PORTELA, 2012).

A escolha incorreta de uma cultivar ao seu sistema de cultivo pode trazer prejuízo ao produtor, uma vez que ultrapassada a densidade limite de plantas, podem ocorrer competições por fatores essenciais de crescimento como nutrientes, luz e água, podendo trazer prejuízos à produtividade devido a alterações no crescimento individual das plantas do dossel (OLIVEIRA et al., 2008).

Diante do exposto, este estudo teve por objetivo avaliar os aspectos produtivos, de seis genótipos de morangueiro em cultivados em três sistemas de cultivo na Região do Planalto Sul Catarinense.

3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

3.4.1 Caracterização experimental

O experimento foi conduzido em ambiente protegido (estufa) na área experimental do Grupo de Pesquisa em Fruticultura, no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), no município de Lages (SC), localizado na Região do Planalto Sul Catarinense. A área experimental está localizada nas coordenadas 27°47' de latitude Sul e 50°18' de longitude Oeste, e a uma altitude de 922 metros em relação ao nível do mar. O clima local é classificado como subtropical úmido mesotérmico Cfb, pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de 15,6°C (EPAGRI, 2015). O solo local é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico argiloso (EMBRAPA, 2013)

3.4.1.1 Sistemas de Cultivo

O sistema convencional no solo foi instalado utilizando quatro canteiros com 0,9m de largura por 6m de comprimento, cobertos apenas com “*mulching*” de polietileno de cor preta, com 50 micras de espessura. O espaçamento entre canteiros foi de 0,5m e entre plantas e linhas de plantio foi de 0,30 cm, totalizando uma densidade de 61.538 plantas/ha.

No sistema semi-hidropônico foram utilizadas sacolas plásticas (“slabs”) comerciais de cor branca com 0,30m de diâmetro por 1,40m de comprimento, preenchidos com substrato composto por casca de arroz (70%) e turfa (30%). Foram acomodadas horizontalmente sobre bancadas em nível de madeira a cerca de um metro de altura em relação ao solo. O espaçamento entre plantas neste sistema foi de 0,15cm, 9 mudas por sacola totalizando uma densidade de 79.120 plantas/ha. No lado inferior do slab foram feitos pequenos furos para permitir a drenagem do excesso de solução nutritiva, caracterizando a utilização de sistema de fertirrigação aberta.

No sistema hidropônico (NFT- Nutrient Film Technique) foram utilizados tubos de PVC de 150mm de diâmetro e 5,2m de comprimento perfurados na parte superior dos lados a cada 20cm, com um orifício de 5cm de diâmetro para acomodar as mudas, totalizando uma densidade de 138.461 plantas/ha. Os canos foram

acomodados em bancadas de madeira, há cerca de um metro de altura em relação ao nível do solo, e com declividade de 2% para que a solução nutritiva drenasse por gravidade e retornasse até o reservatório, classificando o sistema de fertirrigação de ciclo fechado.

3.4.1.2 Genótipos e transplante das mudas

Foram utilizados seis genótipos de morangueiro, sendo duas cultivares de dia neutro Albion, San Andreas de origem americana, duas cultivares de dia curto Pircinque e Jonica de origem italiana e duas seleções de dia neutro FRF 104.1 e FRF 57.6. As mudas frescas de raiz nua foram transplantadas no dia 06/05/17, tendo sido as mesmas produzidas por viveirista com RENASEM (serviço pelo qual o MAPA concede a inscrição e o credenciamento aos agentes do Sistema Nacional de Sementes e Mudas) localizado no estado do Rio Grande do Sul. Antes do plantio, as mudas foram lavadas, sendo separadas as mudas com tamanho abaixo ou acima da média geral, a fim de manter a uniformidade.

3.4.1.3 Nutrição e irrigação

A nutrição dos três sistemas de cultivo foi exclusivamente por solução nutritiva diluída em água (fertirrigação), adotando-se um programa de nutrição de origem comercial baseado na solução nutritiva proposta por Furlani e Fernandes (2004), com composição em g por m⁻³ de água: 218 g de fosfato monopotássico (22,7% P; 28,2% K), 520 g de nitrato de cálcio (15,5% N, 19,3% Ca), 313 g de nitrato de potássio (13% N, 38,2% K), 87 g de sulfato de potássio (41,5% K, 18% S), 354 g de sulfato de magnésio (9,5% Mg, 13% S) e 45 g de Ferromix (9,3% Fe, 2% Mn, 0,15% Cu, 0,2% Zn, 0,4% B, 0,1% Mo).

Para o cultivo realizado no solo foi utilizado sistema de irrigação e fertirrigação automatizado utilizando fitas gotejadoras com espaçamento de 0,10m entre gotejadores, e constituído basicamente por moto-bomba, tanques de fibra independentes para armazenagem da solução nutritiva, programador horário-eletromecânico e canais de circulação da solução. A programação foi ajustada para manter o solo com umidade adequada constantemente.

Para o cultivo das plantas de morangueiro em sistema semi-hidropônico foi utilizado sistema de irrigação e fertirrigação automatizado com fitas gotejadoras, com espaçamento de 0,10m entre orifícios. O conjunto foi constituído por moto-bomba, tanques de fibra independentes para armazenagem da solução nutritiva, programador horário-eletromecânico e canais de circulação da solução. A programação foi ajustada de acordo com a fase de desenvolvimento e condições meteorológicas para garantir umidade constante no substrato onde o excesso de água era drenado para fora do sistema. A solução drenada era semanalmente aferida afim de conferir pH e condutividade elétrica (CE). A CE foi mantida próxima de 1,2 dS m⁻¹ e pH para 6,5 considerados ideais para a cultura.

O sistema hidropônico por se tratar de um sistema fechado, era totalmente independente e automatizado. A solução era armazenada em tanque de fibra com capacidade de 250L, bombeada através de moto-bomba até os canais de cultivo que retornaram por gravidade até o reservatório. Os pulsos da solução nutritiva foram controlados através de um programador horário-eletromecânico alternando em 15 minutos ligados e 15 minutos desligados durante o dia, já durante e noite os intervalos entre os pulsos com duração de 15 minutos foram de duas horas. A solução nutritiva do tanque era periodicamente aferida afim de manter níveis de condutividade elétrica (CE) próximos a 1,2 dS m⁻¹ e pH para 6,5, valores considerados ideais para a cultura nesse tipo de sistema (FURLANI, 2001).

3.4.1.4 Controle Fitossanitário

O tratamento fitossanitário foi efetuado conforme a presença de sintomas de doenças ou de pragas, de acordo com as recomendações para a cultura, e fazendo-se rotação de ingredientes ativos, no intuito de evitar o surgimento de pragas e patógenos resistentes. O controle químico de pragas foi feito com os seguintes produtos: abamectina, tiametoxam e lambda-cialotrina. Para o controle de doenças, por sua vez, foram utilizados: iprodiona, pyrimethanill, difenoconazol, tebuconazol, fluazinam e azoxistrobina. Controle feito para doenças como Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioidis*, *C. acutatum* e *C. fragariae*), Micosfarela (*Mycosphaerella fragaria*), Oídeo (*Sphaerotheca macularis*) e Mofo cinzento (*Botrytis cinerea* Pers).

3.4.1.5 Colheitas

As colheitas foram realizadas entre os meses de agosto (2017) a março (2018), realizadas com intervalo de cinco dias nos picos de produção e a cada sete dias em períodos de menor produção, até o momento em que as plantas atingiram o final do ciclo e cessaram a produção. A colheita das frutas era realizada durante as horas mais frescas do dia, e o parâmetro de colheita foi a coloração da epiderme, (cerca de 75% da epiderme em coloração vermelha uniforme). As frutas eram armazenadas em cumbucas plásticas próprias para o morango, e em seguida destinadas ao Laboratório de Fruticultura, pertencente ao Departamento de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, para as análises de contagem e pesagem de frutas.

3.4.2 Variáveis avaliadas

3.4.2.1 Variáveis de produção

Todas as mensurações de pesagens foram realizadas com auxílio de uma balança digital de precisão (0,01 g):

- a) número de frutas totais: expresso em unidades de frutas totais colhidas por planta (un planta^{-1}), obtido pela divisão entre o número total de frutas colhidas por repetição em razão do número de plantas vivas de cada repetição;
- b) produção total: expressa em gramas de frutas colhidas por planta (g planta^{-1}), obtida pela divisão entre o peso total das frutas colhidas por repetição, em razão do número de plantas contidas na repetição;
- c) produtividade total: expressa em toneladas de frutas colhidas por um espaço físico de um hectare (t ha^{-1}), obtida pela multiplicação da produção total, pelo número total de plantas cultivadas por hectare;
- d) massa fresca das frutas: expressa pelo peso individual das frutas

comerciais (g fruta⁻¹), obtida pela divisão da produção comercial de cada repetição, pelo número de frutas comerciais (com peso acima de 10g e sem a presença de defeito) obtidos na mesma repetição;

- e) produção comercial: quantificada pela contagem de frutas comerciais e expressada pelo percentual da produção de frutas comerciais em relação a produção total (% comercial);
- f) produção de frutas deformadas: quantificada pela contagem dos frutos deformados e expressada pelo percentual da produção de frutas deformadas em relação a produção total (% deformadas);
- g) produção de frutas pequenas: quantificada pela contagem de frutas e expressadas percentual da produção de frutas pequenas em relação a produção total (% pequenas), estimada pela produção das frutas com massa fresca individual inferior a 10 g fruta⁻¹;
- h) produção de frutas com sintomas de doença: quantificada pela contagem do número de frutas e expressadas percentual da produção de frutas colhidas com sintomas de ataque de fungos em relação a produção total (% frutos com doença);
- i) produção de frutas danificados por pragas: quantificada pela contagem de frutas com sintomas de ataque de pragas e expressadas pelo percentual da produção de frutas colhidas com sintomas de ataque de pragas em relação a produção total (% frutas danificadas por insetos).

3.4.3 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido utilizando delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema bifatorial 3x6, sendo o primeiro fator os sistemas de cultivo, convencional, hidropônico e semi-hidropônico; e o segundo fator constituído pela avaliação de seis genótipos de morangueiro, que combinados entre si geram um total de nove tratamentos, com quatro blocos, perfazendo um total de 72 parcelas. Cada parcela experimental foi composta por nove plantas, totalizando 648 plantas.

3.4.4 Análise estatística

Os valores médios das avaliações foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste de F, e quando significativo, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro com auxílio do programa estatístico SISVAR 4.2 (FERREIRA, 2003). Posteriormente foram analisadas as correlações existentes entre as variáveis avaliadas através do coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas houve interação entre os fatores sistemas de cultivo e cultivares. Esse resultado evidencia que o sistema de cultivo pode interferir nos aspectos produtivos de uma mesma cultivar.

Para o número total de frutas por planta, os sistemas de cultivo no solo e semi-hidropônico (SH) obtiveram superioridade em relação ao hidropônico (NFT) (tabela 1) para todos os genótipos avaliados. Verificou-se que a cultivar Jonica obteve um acréscimo de 30% no número de frutos quando cultivada no solo, em relação ao sistema semi-hidropônico (43,5 frutas un planta⁻¹), corroborando com os resultados de Mariani (2012) que avaliando produtividade de morangueiro em solo e substrato também obteve maior número de frutos em cultivo no solo. Em SH o genótipo FRF 104.1 produziu maior número de frutos que as demais cultivares não diferindo de FRF 57.6. E no sistema NFT não houve diferença entre as cultivares testadas, verificando-se os menores valores dentre os sistemas testados.

Através desses resultados constata-se que a variável número de frutas tem uma relação direta com a interação entre genótipo-ambiente, evidenciando que um genótipo demonstra comportamento diferente em função do ambiente de cultivo, incluindo as variáveis associadas à produtividade (OLIVEIRA; BONOW, 2012). O arranjo das plantas, ou ainda a eficiência da fertirrigação, apesar de ser a mesma, pode sofrer alterações na interação com o sistema de cultivo, seja pela porosidade, quantidades de matéria orgânica e oscilações no pH influenciando diretamente a produtividade do morangueiro (GODOI, 2009).

A produção média do sistema de cultivo no solo e SH foram de 695,7 e 627,9 g planta⁻¹ (Tabela 1) respectivamente, portanto semelhantes e ambas acima da produtividade média brasileira, que segundo Fagherazzi et al. (2017a), gira em torno de 600 g planta⁻¹, ficando abaixo disso somente o cultivo em NFT com média de 216,7 g planta⁻¹.

Tabela 1- Número de frutas colhidas (um planta⁻¹) produção (g planta⁻¹) produtividade (t ha⁻¹) e massa fresca da fruta (g fruta⁻¹) de seis genótipos de morangueiro nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018.

Genótipo	Sistema de Cultivo			MEDIA
	Solo	Semi Hidropônico	Hidropônico	
Nº frutos un planta⁻¹				
Albion	46,9 aB	42,9 aB	19,1 bA	36,3 B
San Andreas	50,4 aB	48,5 aAB	14,4 bA	37,7 AB
Pircinque	53,1 aAB	44,5 aB	16,8 bA	38,1 AB
Jonica	66,8 aA	43,5 bB	11,3 cA	40,5 AB
FRF 104.1	60,1 aAB	61,3 aA	14,8 bA	41,44 AB
FRF 57.6	57,3 aAB	49,1 aAB	17,9 bA	45,4 A
MEDIA	55,8 a	48,3 b	15,7 c	
CV%				17,11
Produção g planta⁻¹				
Albion	672,3 aA	670,6 aABC	306,0 bA	549,6 AB
San Andreas	758,7 aA	770,8 aA	210,4 bAB	580,01 A
Pircinque	699,6 aA	591,3 aBCD	246,8 bAB	512,6 AB
Jonica	766,6 aA	486,6 bD	139,1 cB	464,1 B
FRF 104.1	646,1 aA	712,8 aAB	161,9 bAB	506,9 AB
FRF 57.6	631,1 aA	535,4 aCD	235,6 bAB	467,1 B
MEDIA	695,7 a	627,9 b	216,7 c	
CV%				15,37
Produtividade t ha⁻¹				
Albion	41,3 aA	53,1 aABC	42,3 aA	45,6 A
San Andreas	46,6 bA	60,1 aA	29,1 cAB	45,7 A
Pircinque	43,1 abA	46,8 aBCD	34,1 bAB	41,3 AB
Jonica	47,1 aA	38,5 aD	19,2 bB	34,9 B
FRF 104.1	39,7 bA	56,3 aAB	22,4 cAB	39,5 AB
FRF 57.6	38,8 aA	42,3 aCD	32,6 aAB	37,9AB
MEDIA	42,8 b	49,6 a	30,0 c	
CV%				16,8
Massa media g fruta⁻¹				
Albion	17,0 bA	17,9 abAB	19,6 aA	18,2 A
San Andreas	17,9 aA	18,8 aA	18,2 aAB	18,3 A
Pircinque	17,2 aA	17,3 aABC	17,3 aABC	17,3 AB
Jonica	16,3 aAB	17,0 aABC	16,6 aBC	16,6 BC
FRF 104.1	14,1 aB	15,7 aBC	15,7 aC	15,2 D
FRF 57.6	14,4 bB	14,9 abC	16,7 aBC	15,4 CD
MEDIA	16,2 b	16,9 ab	17,43 a	
CV%				6,76

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

*Letras minúsculas na linha comparam o fator sistema de cultivo e letras maiúsculas na coluna comparam o fator cultivar. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna e na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 %.

Quando comparados individualmente podemos destacar novamente a Cultivar Jonica que teve um acréscimo de 57,5% (Tabela 1) quando produzida no solo em relação a SH, obtendo uma produção 280g superior em relação ao sistema semi-hidropônico. Os demais genótipos apresentaram comportamento similar quando cultivadas no solo e em SH, diferindo, apenas quando cultivadas em hidropônia. A maior produtividade de $g\ planta^{-1}$ em Jonica neste sistema está diretamente ligado ao número de frutas emitidas que como demonstrado anteriormente também foi maior em relação a SH e NFT.

No sistema SH a cultivar San Andreas (770,8g) teve a maior produção de frutas, não diferindo do genótipo FRF 104.1 (712,8g) e Albion (670,6g), sendo Jonica (486,6g) com o menor desempenho nesta variável ao contrário do que ocorre quando cultivada no solo. A maior produção por planta de San Andreas em sistemas semi-hidropônicos também foi verificado, no trabalho de Junior (2018) que comparou cultivares em diferentes composições de substrato. O alto desempenho de produção por planta de San Andreas e Albion está diretamente ligado à sua massa média de fruta que tem os maiores valores quando comparados as demais cultivares (Tabela 01).

No cultivo NFT foram verificados os mais baixos acúmulos de produção (Tabela 1) em todas as cultivares quando comparados ao solo e SH, porém a cultivar Albion obteve um acréscimo de 41,2% quando comparada à média das cultivares neste sistema, demonstrando uma maior adaptabilidade da cultivar ao sistema. A baixa produtividade do sistema NFT se deve ao fato do ciclo produtivo ter se encerrado precocemente, no mês de dezembro para todas as cultivares. (Gráfico 01). O ciclo foi encerrado pelo definhamento das plantas, que já no mês de outubro começaram a apresentar sintomas de murcha, com progressão até a morte na maior parte dos genótipos, sem distinção de bloco, com exceção de Albion e FRF 57.6 que tiveram um período maior de sobrevivência, encerrando seu ciclo apenas em dezembro. Esse mesmo problema foi relatado por Gusmão (2000) analisando o comportamento do morangueiro em cultivo hidropônico onde os mesmos sintomas de murcha com posterior morte das plantas também ocorreram no mesmo período.

Os sintomas de declínio das plantas que foram verificados no estudo, podem estar associados a doenças causadas por *Verticillium alboatrum*, *Phytophthora cactorum*, *Rizoctonia solani* (ULRICH et al., 1980, BRANZANTI, 1989, DIAS, 1999). Também podem estar associados a efeitos provocados por fatores ligados à solução

nutritiva, como pH muito ácido ou alcalino, condutividade elétrica muito elevada ou ainda o desequilíbrio nutricional (ULRICH et al., 1980, SAROOSHI & CRESSWELL, 1994, RESH, 1997, GRASSI FILHO et al., 1999, COSTA & GRASSI FILHO, 1999). Fatores climáticos, principalmente ligados à temperatura muito altas também foram verificados por Branzanti (1989) em cultivo de morangueiro.

Outra possibilidade pode ser a falta e/ou a baixa quantidade de oxigênio encontrada pelas raízes. A baixa oxigenação pode estar atrelada diretamente a solução nutritiva. Segundo Carmelo (1996) a absorção de nutrientes é um processo que requer energia obtida através do metabolismo da planta, à custa da respiração, para que as raízes das plantas possam absorver os elementos essenciais ao seu desenvolvimento, é fundamental a oxigenação adequada.

Devido à falta de sintomas visíveis, dos resultados obtidos através de testes patológicos (BDA) feitos em laboratório, não encontrarem agentes causais de doenças nas plantas analisadas bem como o controle e adequação diária do pH e condutividade elétrica da solução nutritiva tais hipóteses foram descartadas. Contudo observando a época em que as plantas começaram a apresentar os sintomas de murcha (mês de outubro), percebe-se que coincide com o período do ano em que inicia o aumento das temperaturas no município de Lages (Apêndice 02), elevando assim a temperatura da solução nutritiva (30C⁰) (Apêndice C) que circula nos canais de cultivo, baixando então os níveis de oxigênio, conforme também já relatado por Santos (2002), no cultivo hidropônico do meloeiro. De acordo com Faquin e Furlani (1999) quando a solução nutritiva apresenta baixos níveis de oxigênio (O²), ocorre uma baixa absorção de água e nutrientes devido a morte dos meristemas radiculares. Tal fator corrobora com os resultados da pesquisa, onde foi constatada a morte do sistema radicular, e a ausência da emissão de novas raízes (Figura 04) somente nas plantas cultivadas no NFT.

Figura 4 – Plantas de morangueiro cultivadas em NFT; Imagem 1 planta de morangueiro com sistema radicular sadio. Imagem 2 plantas de morangueiro com sistema radicular com sintomas de declínio no estado de Santa Catarina, Lages, UDESC, 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Outro fator determinante para o sucesso e retorno financeiro no cultivo do morangueiro, é produtividade por área, a qual leva em consideração o arranjo espacial das plantas. Conforme verificado através da análise de correlação de Pearson (Tabela 2), constatou-se correlação significativa entre as variáveis de números de frutas e produtividade no sistema NFT. A correlação positiva demonstra que a maior produtividade está diretamente relacionada em função da emissão do número de frutas corroborando com Oliveira e Bonow (2012), onde relatam que a produção está diretamente relacionada ao número de frutas emitidas por planta e com o tamanho das frutas.

Quando estimada a produtividade por hectare os sistemas mostraram menores variações entre si. Porém o sistema SH destacou-se quando utilizada a cultivar San Andreas e o Genótipo FRF 104.1 que alcançaram incremento de 28% e 41% (Tabela 1) respectivamente, em relação ao cultivado no solo, que por sua vez foi maior em relação ao NFT. Esse incremento por área quando utilizados sistemas semi-hidropônicos também foi verificado por Furlani (2004) com elevação da produtividade de morangueiro em 126%, utilizando a semi-hidropônia com adensamento de plantas.

Tabela 2. Correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas no estudo realizado no Planalto Sul Catarinense durante os ciclos de avaliações. Lages, UDESC, 2018.

Solo									
VARIAVEL	NF	PP	PH	MF	CO	PQ	DF	DO	PO
NF	-	0,16	0,16	-0,53	-0,76	0,91**	-0,10	0,03	-0,58
PP			1**	0,72	0,38	-0,24	0,68	-0,57	0,44
PH				0,72	0,38	-0,24	0,68	-0,57	0,44
MF					0,77	-0,79	0,49	-0,37	0,69
CO						-0,92**	0,55	-0,63	0,60
PQ							-0,38	0,30	-0,73
DF								-0,80*	0,71
DO									-0,26
PO									-

Semi Hidropônico									
VARIAVEL	NF	PP	PH	MF	CO	PQ	DF	DO	PO
NF	-	0,44	0,45	-0,49	-0,37	0,44	-0,02	-0,20	-0,11
PP			1**	0,47	0,61	-0,60	-0,51	0,07	0,33
PH				0,46	0,59	-0,60	-0,53	0,09	0,36
MF					0,90**	-0,83*	-0,31	-0,08	0,23
CO						-0,88*	-0,42	-0,08	0,10
PQ							0,53	-0,38	-0,51
DF								-0,43	-0,59
DO									0,84*
PO									

Hidropônico									
VARIAVEL	NF	PP	PH	MF	CO	PQ	DF	DO	PO
NF	-	0,91**	0,91**	0,51	-0,55	0,62	-0,76	0,68	-0,37
PP			1**	0,79	-0,66	0,49	-0,86*	0,85*	-0,60
PH				0,79	-0,66	0,49	-0,86*	0,85*	-0,60
MF					-0,71	0,13	-0,69	0,88*	-0,64
CO						0,24	0,23	-0,93**	0,21
PQ							-0,77	0,01	-0,29
DF								-0,55	0,73
DO									-0,47
PO									

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

NF: número de frutas (un planta⁻¹); PP: produção total (g planta⁻¹); PH: produtividade (t ha⁻¹); MF: massa fresca (g fruta⁻¹); CO: produção comercial (%); DF: produção de frutas deformadas (%); PQ: produção de frutas pequenas (%); DO Sintomas de doença, PO: produção de frutas com podridão (%); *significativo (< 0,05 %); ** altamente significativo (< 0,01 %).

A maior produtividade de San Andreas e FRF 104.1 está atrelada como já visto anteriormente, à produção individual quando cultivadas em SH. Porém, o que garante o destaque das mesmas neste sistema, frente aos demais sistemas de cultivo é a possibilidade do maior adensamento da população de plantas em sistemas fora de solo (PORTELA 2012; COSTA, 2004).

No sistema de cultivo no solo, as cultivares mantiveram a tendência da produção por planta, e não se diferenciaram entre si em produtividade, diferentemente do que quando cultivadas em SH e NFT, justamente por não terem se diferenciado na produção que são variáveis altamente correlacionadas conforme resultado da correlação de Pearson (Tabela 2). Essa estabilidade produtiva das cultivares quando produzidas no solo pode estar ligada ao maior poder tampão do mesmo a qualquer tipo de erro na fertirrigação. Apesar de ter sido a mesma formulação, pode sofrer alterações na interação com o sistema de cultivo, seja pela porosidade, quantidades de matéria orgânica e oscilações no pH que em sistemas hidropônicos são facilmente evidenciadas (GODOI, 2009).

É notável uma resposta positiva do sistema de NFT para produções em larga escala, quando estimamos a produtividade $t\ ha^{-1}$, tendo destaque nesse sistema a cultivar Albion com produtividade estimada de $42,3\ t\ ha^{-1}$ e o genótipo FRF 57.6 de $32,6\ t\ ha^{-1}$ (Tabela 1). A produtividade de Albion foi acima da média nacional, que segundo Fagherazzi et al. (2017a), gira em torno 36 toneladas/ha. Além do incremento em 41% e 8% respectivamente em relação à média geral de produtividade do sistema, alcançaram produtividades semelhantes do que quando cultivadas nos demais sistemas. Esse aumento de produtividade por área já foi relatado por Santos (2014), testando sistemas de cultivo, onde Albion produziu $36,0\ t\ ha^{-1}$ no cultivo em calha, sendo superior ao sistema de solo, não diferindo do cultivo SH.

A produtividade por área do sistema NFT para essas cultivares confirmam um dos mais importantes benefícios do sistema de cultivo fora do solo, a capacidade de boa produtividade com maior adensamento, garantindo o melhor aproveitamento da estrutura e investimentos realizados pelo produtor (MARCO, 2017; PORTELA, 2012).

A massa média das frutas nos sistemas fora de solo foram maiores em relação ao no solo. Individualmente podemos observar que a cultivar Albion e o genótipo FRF 57.6 com peso médio de $17,9$ e $14,9\ g\ fruta^{-1}$ respectivamente no

sistema SH e 19,6 e 16,7 g fruta⁻¹ quando cultivados em NFT se diferenciaram positivamente do que quando cultivados no solo que alcançaram valores médios de 17,0 e 14,4 g fruta⁻¹ respectivamente. Tais resultados foram satisfatórios, tendo em vista que serem superiores em todos os sistemas também estudados por Furlani (2000), que não verificou diferença entres os sistemas, alcançando peso médio da fruta de apenas 9,1 g no solo, 8,7 g em NFT e 8,4 em SH. Esses resultados foram muito semelhantes aos encontrados por Junior (2000) que obteve peso médio de fruta de 9,1g no solo, 8,7 em NFT e 8,4 em SH. Por outro lado Santos (2014), observou destaque da cultivar Albion quando cultivada no solo e NFT com peso médio de 11,7 e 11,4 g fruta⁻¹ respectivamente, tendo SH com o pior desempenho alcançando apenas 10,8 g fruta⁻¹.

A maior massa média das frutas em NFT possivelmente está ligado ao seu ciclo ter sido de menor duração (4 meses) (Figura 01). Conforme verificado por De Oliveira (2011), é característica da maioria das cultivares de morangueiro a diminuição da massa média de frutas em função da evolução do ciclo produtivo.

Observando a análise de correlação de Pearson (Tabela 2) nota-se que a massa fresca da fruta tem correlação positiva na porcentagem de frutas comerciais para o cultivo em SH, atestando o bom desempenho desse sistema para obtenção de frutas com maior massa. Tendo em vista que no cultivo do morangueiro, para que se possa garantir uma boa rentabilidade, a diminuição dos custos de mão de obra e uma satisfatória emissão de frutas, são fatores fundamentais, porém a exigência em qualidade e atratividade é cada vez maior. Treftz (2016) ao realizar análise sensorial de morangos produzidos em diferentes sistemas de cultivo, destaca que o tamanho das frutas é um dos fatores mais notados pelo consumidor, em sistemas semi-hidropônicos, além da maior atratividade, tem-se também a vantagem de um maior rendimento individual de colheita.

Como em qualquer cultivo agrícola no morangueiro podem ocorrer perdas de produção, seja por características genéticas da planta, como produção de frutos pequenos ou deformados, ou mesmo pelo ataque de pragas e doenças. Esta classificação é um fator importante, que o produtor deve levar em consideração na escolha do sistema de cultivo e cultivar que irá utilizar, pois mesmo sendo produtivo tanto o sistema coma a cultivar, o que de fato traz retorno financeiro ao produtor é o índice de frutas com potencial de comercialização in natura, onde as frutas são comercializadas com maior valor agregado.

Conforme os resultados (Tabela 3) podemos perceber que apesar da interação entre os sistemas e as cultivares, os sistemas fora de solo foram os que proporcionaram as maiores porcentagens de frutas consideradas comerciais.

Tanto em SH (80,1%) como em NFT (82,5%) (Tabela 3) com exceção de San Andreas todas as demais cultivares tiveram aproveitamento superior à média dos genótipos quando produzidas no solo (69,8%), demonstrando um incremento de 10,3% para SH e de 12,7% para NFT na porcentagem de frutas comerciais em relação ao cultivo no solo. O menor desempenho do sistema de cultivo no solo também foi verificado por Guimaraes et al. (2015), no município de Datas (MG) que verificou aproveitamento de apenas 66 % da produção média comercial.

No sistema de cultivo no solo podemos destacar apenas a cultivar San Andreas com aproveitamento de 80,3% de frutas comerciais (Tabela 3), a maior porcentagem de frutas consideradas comerciais dentro do próprio sistema em relação às demais, com um incremento de 10,5% em relação à média do sistema de solo, mantendo o mesmo desempenho que quando cultivada fora de solo.

O maior aproveitamento das frutas nos sistemas fora de solo está ligado a menor porcentagem de frutas com sintomas de doença e lesões causadas por pragas sendo verificado uma redução de 230% (Tabela 3) na média das cultivares com sintoma de doença quando cultivado em SH e de 156% em NFT em relação à média das mesmas quando cultivada no solo. Em relação às frutas atacadas por pragas, verificou-se um declínio de 327% na média geral das cultivares com frutas lesionadas por pragas em NFT e de 900% em SH quando comparada à média das cultivares cultivadas no solo.

Tabela 3 - Percentual da classificação total da produção, distinta pelas frutas consideradas comerciais (Comercial), pequenas (Pequena), deformadas (Deformada), com sintomas de doença (Doença) e com sintomas de podridões causadas por lesões de insetos (Lesão por praga) de seis genótipos nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018

Genótipos	Sistema de Cultivo			
	Solo	Semi Hidropônico	Hidropônico	MEDIA
Comercial %				
Albion	72,7 bAB	82,2 aAB	73,8 bB	76,2 B
San Andreas	80,3 aA	87,7 aA	85,1 aA	84,4 A
Pircinque	72,4 bAB	82,9 aAB	83,6 aAB	79,6 AB
Jonica	63,3 bB	76,8 aB	84,0 aAB	74,7 B
FRF 104.1	67,4 bB	75,9 aB	83,5 aAB	75,6 B
FRF 57.6	62,7 cB	75,3 bB	85,0 aA	74,3 B
MEDIA	69,8 b	80,1 a	82,5 a	
CV%				6,3
Pequena %				
Albion	8,7 aC	7,8 aB	5,5 aB	7,3 B
San Andreas	7,5 aC	8,2 aB	9,4 a AB	8,4 B
Pircinque	12,2 aBC	13,9 aAB	7,7 aAB	11,3 B
Jonica	20,2 aA	18,8 abA	13,8 aA	17,6 A
FRF 104.1	18,9 aAB	19,1 aA	13,9 aA	17,3 A
FRF 57.6	18,4 aAB	18,2 aA	12,2 bAB	16,3 A
MEDIA	14,3 a	14,3 a	10,4 b	
CV%				26,45
Deformada %				
Albion	0,5 aA	0,5 aA	0,2 aB	0,4 A
San Andreas	1,1 aA	1,4 aA	1,1 aAB	1,2 A
Pircinque	0,5 bA	0,6 abA	1,9 aA	1,0 A
Jonica	0,7 bA	2,1 aA	0,9 bAB	1,2 A
FRF 104.1	0,5 aA	1,0 aA	0,4 aAB	0,3 A
FRF 57.6	0,6 abA	1,8 aA	0,1 bB	0,8 A
MEDIA	0,7 b	1,2 a	0,8 b	
CV%				25,77
Doença %				
Albion	11,4 abA	5,3 bA	20,4 aA	12,4 A
San Andreas	1,6 aB	1,1 aA	3,8 aB	2,2 B
Pircinque	7,6 aB	1,3 bA	6,3 abB	5,0 B
Jonica	8,1 aB	0,9 bA	0,4 bB	3,1 B
FRF 104.1	6,6 aB	1,8 aA	1,9 aB	3,5 B
FRF 57.6	10,3 aA	3,2 bA	2,5 bB	5,4 B
MEDIA	7,6 a	2,3 b	5,9 c	
CV%				37,64
Lesão por praga %				
Albion	8,4 aA	4 bA	0 cA	4,1 A
San Andreas	9,1 aA	1,3 bB	0,4 bA	3,6 A
Pircinque	7,1 aA	1,1 bB	0,3 bA	2,9 A
Jonica	7,5 aA	1,2 bB	0,7 bA	3,1 A
FRF 104.1	6,3 aA	2,0 bAB	0,2 cA	2,8 A
FRF 57.6	7,7 aA	1,2 bB	0 bA	3,0 A
MEDIA	7,7 a	1,8 b	0,2 c	
CV%				20,2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

*Letras minúsculas na linha comparam o fator sistema de cultivo e letras maiúsculas na coluna comparam o fator cultivar. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna e na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 %.

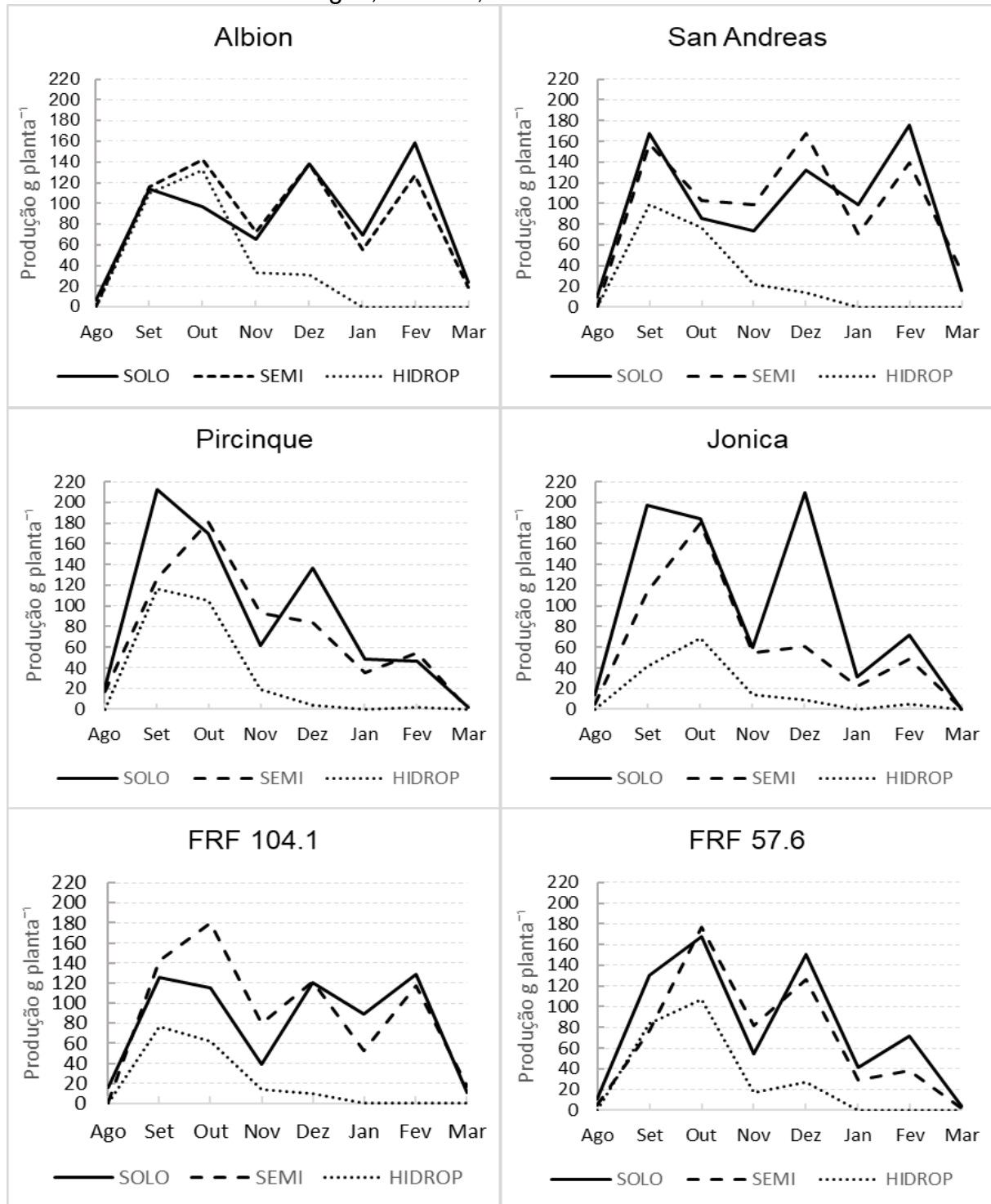
A diminuição de problemas fitossanitários em sistemas de cultivo suspenso já foi relatada por Gonçalves (2016) e pode estar relacionada à distância em relação a superfície do solo onde a pressão de inóculo é maior, e também à disposição das plantas que nestes sistemas facilitam aeração, diminuindo a umidade que é fator chave para a maioria dos fungos patogênicos (PAGNAN & MONEGAT, 2015). Além da menor incidência de patógenos, mesmo existindo a ocorrência, a mitigação de problemas fitossanitários nesses sistemas é facilitada, uma vez que é possível a eliminação de partes do leito de cultivo no caso de sistema semi-hidropônico ou ainda pelo controle da qualidade da água utilizada para fertirrigação que são fatores essenciais para que se diminua a probabilidade de ataques de patógenos (MARTINEZ; FILHO, 2006; EMBRAPA 2005).

As vantagens dos sistemas de cultivo fora de solo em relação à incidência de pragas foram relatadas por Gonçalves (2014) por se utilizar de porções de substratos, alocados em bancadas, sem manter contato com o solo, e com sistemas de irrigações interno, o que facilita a organização das plantas, diminui o espaço utilizado para as plantações, e otimizando principalmente o monitoramento.

Além disto, a ocorre a distribuição da produção durante os meses do ano ou mesmo um alongamento do ciclo produtivo, tendo em vista que os morangos colocados no mercado na entressafra têm maior valor agregado. A antecipação da colheita visando colocar o produto no mercado na época de maior retorno econômico é um importante aspecto a ser observado pelo produtor na hora da escolha dos sistemas de cultivo e das cultivares a serem utilizadas. A definição correta de cultivares pode determinar a sazonalidade e se bem manejadas, podem produzir frutas durante quase todos os meses do ano.

Nos sistemas de cultivo NFT e SH se verificaram os maiores picos produtivos nos meses de setembro e outubro, (Gráfico 1) quando utilizada a cultivar Albion, e em SH quando utilizado o genótipo FRF 104.1 em relação ao cultivo das mesmas no solo, antecipando produção de 40 g planta⁻¹ para ambos os genótipo no mês de outubro. Resultados semelhantes ao encontrados por Santos (2014) que verificou maior pico produtivo inicial da cultivar Albion em sistemas fora de solo.

Grafico 01 - Distribuição da produção mensal dos genótipos em detrimento dos sistemas de cultivo durante os meses de cultivo do ciclo agrícola 2017/2018. Lages, UDESC, 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A maior produtividade precoce destas cultivares em sistemas hidropônicos em relação ao solo, pode estar ligada à necessidade das plantas cultivadas no solo, inicialmente terem um gasto energético em direcionar os fotoassimilados para crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, aumentando a absorção de nutrientes e água, e somente após disponibilizar mais fotoassimilados para crescimento vegetativo e produção de frutos. Por outro lado, plantas cultivadas em sistemas hidropônicos, já dispõem de nutrientes em quantidades suficientes durante todo ciclo da planta, portanto, disponibilizam mais rapidamente fotoassimilados para crescimento vegetativo e produção de frutos. Resultado semelhante foi encontrado por Francescangeli et al. (2006), trabalhando com sistemas hidropônicos com substrato em calha e sacola.

Após o primeiro pico os genótipos Albion e FRF 104.1 apresentaram comportamento semelhante aos de dia neutro San Andreas e FRF 57.6 com a produção em 3 picos bem distribuídos e com pouca diferença entre os sistemas SH e solo. Esse comportamento em picos bem distribuídos em cultivares de dia neutro já foi relatado e observado por Fagherazzi (2017b) comparando cultivares no Planalto Sul Catarinense.

No sistema NFT nota-se apenas um pico produtivo logo no início do ciclo, com declínio linear até o mês de dezembro para todas as cultivares, provocado pelo definhamento das plantas conforme já mencionado anteriormente.

Já para as cultivares de dia curto Jonica e Pircinque pode-se notar um comportamento diferente, apesar de apresentar três picos como as demais cultivares, a produção decai conforme avançam os meses ou ainda conforme se aproximam do verão (Apêndice B) com exceção de Jonica quando cultivada no solo. Tal comportamento de diminuição em produtividade em detrimento do avanço do ciclo produtivo também já foi relatado e encontrado por Pereira (2013) quando foram cultivadas no solo. A regressão de produtividade das cultivares de dia curto está diretamente ligada a sensibilidade aos estímulos de fotoperíodo e temperatura (STRASSBURGER et al., 2010).

3.6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nas condições do estudo, conclui-se que:

Os sistemas de cultivo interferem no comportamento produtivo dos genótipos de morangueiro.

Cultivos fora de solo permitiram menores perdas de frutas comerciais por danos causados por pragas e doenças independente dos genótipos avaliados.

Para os genótipos avaliados, a capacidade de produção individual por planta no sistema de cultivo de solo é superior em relação aos sistemas de cultivo fora do solo.

O sistema de cultivo semi-hidropônico permite maior produtividade.

Os genótipos San Andreas, FC 104.1 e Albion são indicados ao cultivo em sistema semi-hidropônico.

4 CAPÍTULO 2 - QUALIDADE E ANÁLISE SENSORIAL DE GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

4.1 RESUMO

O morango situa-se entre as frutas mais apreciadas pelo mercado consumidor, e atributos como tamanho das frutas, cor, textura, ou ligados ao seu sabor como equilibrados níveis de acidez e doçura dependem diretamente de fatores genéticos e ambientais, portanto devem ser considerados, tanto na escolha das cultivares como de sistemas de cultivo. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar o desempenho qualitativo e sensorial de genótipos de morangueiro cultivados em diferentes sistemas de cultivo na região do Planalto Sul Catarinense. O experimento foi realizado no ciclo agrícola 2017/2018 em ambiente protegido (estufa) no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, no município de Lages (SC). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x6, sendo o primeiro fator os sistemas de cultivo (solo, semi-hidropônico e hidropônico NFT), e o segundo representando seis genótipos de morangueiro (Albion, San Andreas, Pircinque, Jonica, FRF 57.6 e FRF 104.1), totalizando dezoito tratamentos, com quatro blocos e unidade experimental constituída por 9 plantas úteis. Foram avaliados sólidos solúveis (SS), acidez total (AT), relação SS/AT, firmeza de polpa, teor de água e coloração, análise sensorial das frutas e intenção de compra. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F, e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. O sistema de cultivo no solo proporcionou maior qualidade nas características referentes à doçura e equilíbrio de sabor das frutas. O sistema de cultivo não exerceu influência na acidez total das frutas dos genótipos avaliados. O sistema hidropônico (NFT) obteve-se maior qualidade quanto aos aspectos físicos das frutas, com menor quantidade água presente na polpa, maior firmeza de polpa e melhor coloração. A cultivar Pircinque apresentou melhor sabor em todos os sistemas de cultivo. As cultivares Pircinque e Jonica quando cultivadas no solo obtiveram maior aceitação pelo consumidor.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duchesne. Morango. Hidropônia. Qualidade. Sabor. Análise Sensorial.

4.2 ABSTRACT

The strawberry is among the fruits most appreciated by the consumer market, and attributes such as fruit size, color, texture, or tied to its taste as well balanced levels of acidity and sweetness depend directly on genetic and environmental factors, therefore should be considered, both in the choice of cultivars and in cultivation systems. In view of the above, the objective of this work was to evaluate and compare the qualitative and sensorial performance of strawberry genotypes grown in different cropping systems in the region of Planalto Sul Catarinense. The experiment was carried out in the agricultural cycle 2017/2018 in a protected environment (greenhouse) at the Agroveterinary Sciences Center of the State University of Santa Catarina, in the municipality of Lages (SC). The experimental design was a

randomized complete block design in a 3x6 factorial scheme, the first factor being the cropping systems (soil, semi-hydroponic and hydroponic NFT), and the second representing six strawberry genotypes (Albion, San Andreas, Pircinque, Jonica, FRF 57.6 and FRF 104.1), totaling eighteen treatments, with four blocks and an experimental unit constituted by nine useful plants. Soluble solids (SS), total acidity (AT), SS / AT ratio, pulp firmness, water content and staining, sensorial analysis of fruits and purchase intention were evaluated. The results were submitted to analysis of variance by the F test, and when significant the means were compared by the Tukey test, at 5% of error probability. The soil cultivation system provided higher quality in terms of sweetness and fruit flavor balance. The cultivation system had no influence on the total acidity of the evaluated genotypes. The hydroponic system (NFT) obtained higher quality as regards the physical aspects of fruits, with less water present in the pulp, greater pulp firmness and better coloring. The cultivar Pircinque presented better flavor in all cultivation systems. The cultivars Pircinque and Jonica when cultivated in the soil obtained greater acceptance by the consumer.

Keywords: *Fragaria x ananassa Duchesne*. Strawberry. Hydroponics. Quality. Flavor.

4.3 INTRODUÇÃO

Já é consolidado o cultivo de pequenas frutas tendo em vista a atenção do mercado consumidor mundial (ANTUNES et al., 2013), sendo o morango o mais importante representante deste grupo (DUARTE FILHO et al., 2001). Tal destaque ocorre devido à sua grande aceitação tanto para o consumo *in natura* ou ainda na forma de produtos industrializados como doces, iogurtes, geleias e sorvetes (SPECHT e BLUME, 2011)

Atributos como tamanho dos frutos, cor, textura, ou ligados ao seu sabor com equilibrados níveis de acidez e doçura dependem de fatores genéticos e ambientais e devem ser considerados tanto escolha das cultivares como de sistemas de cultivo (CAMARGO et al., 2011). A composição dos alimentos, diferenças nutricionais e de qualidade são influenciadas diretamente pelas cultivares e técnicas de cultivo utilizadas (DAROLT, 2003).

O sabor do morango é resultado da combinação de compostos voláteis, açúcares e ácidos orgânicos. Sua qualidade nutricional está intimamente correlacionada com a presença de açúcares solúveis, ácidos orgânicos, aminoácidos e alguns metabólitos secundários. Tais compostos estão diretamente ligados a qualidade das frutas (ZHANG et al., 2011). Apesar da ampla bibliografia

sobre qualidade e o conteúdo nutricional dessa fruta, se fazem necessários estudos que avaliem as alterações na qualidade, em função das cultivares e dos sistemas de cultivo (CALVETE, 2010).

A qualidade da fruta é fator extrema importância ao produtor pois o sucesso da comercialização das frutas dependerá diretamente da aceitação pelo mercado consumidor. Tendo em vista que decisão de compra de frutas é geralmente baseada na sua aparência, porém o hábito da compra vai depender principalmente do sabor (KADER, 1999). Afim de avaliar essa aceitação a análise sensorial tem sido uma ferramenta importante na avaliação da qualidade de produtos alimentares (FERREIRA et al., 2000).

Portanto, a escolha de uma cultivar ou sistema de cultivo pelos produtores deve levar em consideração não somente aspectos produtivos, mas também os aspectos qualitativos e aceitação do consumidor final, que está cada vez mais exigente por um produto com elevada qualidade.

Diante do exposto, este estudo teve por objetivo avaliar, as características físico-químicas das frutas e análises sensoriais de seis genótipos de morangueiro cultivados em três diferentes sistemas de cultivo na Região do Planalto Sul Catarinense

4.4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.4.1 Caracterização experimental

O experimento foi conduzido em ambiente protegido (estufa) na área experimental do Grupo de pesquisa de Fruticultura, no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), no município de Lages (SC), localizado na Região do Planalto Sul Catarinense. A área experimental está localizada nas coordenadas 27°47' de latitude Sul e 50°18' de longitude Oeste, e a uma altitude de 922 metros em relação ao nível do mar. O clima local é classificado como subtropical úmido mesotérmico Cfb, pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de 15,6°C (EPAGRI, 2015). O solo local é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico argiloso (EMBRAPA, 2013)

As frutas são oriundas de três diferentes sistemas de cultivo, sistema convencional coberto apenas com *mulching*, sistema semi-hidropônico (SH) feito em

sacolas plásticas (slabs) comerciais preenchidos com substrato composto por casca de arroz (70%) e turfa (30%), e fertirrigação por fita de gotejo e o sistema hidropônico NFT (Nutrient Film Technique), onde foram utilizados tubos de PVC com solução nutritiva recirculante caracterizando sistema de ciclo fechado.

Foram utilizados seis genótipos de morangueiro, sendo duas cultivares de dia neutro Albion, San Andreas, duas cultivares de dia curto Pircinque e Jonica, e duas seleções de dia neutro FRF 104.1 e FRF 57.6.

A nutrição dos três sistemas de cultivo foi feita exclusivamente por solução nutritiva diluída em água (fertirrigação), adotando-se um programa de nutrição de origem comercial baseado na solução nutritiva proposta por Furlani e Fernandes Jurnior (2004).

As colheitas foram realizadas entre os meses de agosto (2017) a março (2018), realizadas com intervalo de cinco dias nos picos de produção e a cada sete dias em períodos de menor produção, até o momento em que as plantas cessaram a produção. A colheita das frutas era realizada durante as horas mais frescas do dia, e o parâmetro de colheita era a coloração da epiderme, (cerca de 75% da epiderme em coloração vermelha uniforme). As frutas eram armazenadas em cumbucas plásticas próprias para o morango, e em seguida destinadas ao Laboratório de Fruticultura pertencente ao Departamento de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina, para as análises físico-químicas.

4.4.2 Variáveis avaliadas

4.4.2.1 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram efetuadas três vezes longo do ciclo agrupando amostras uniformes de 10 frutas por repetição. Neste sentido, foram realizadas as seguintes avaliações:

- a) sólidos solúveis (SS): expresso pela percentagem do teor de açúcares e ácidos orgânicos que estão presentes nas frutas (°Brix). Foi determinada com auxílio de um refratômetro digital de bancada com correção de temperatura. Utilizando-se para a realização da leitura suco de uma

amostra de morangos de uma mesma repetição. Os resultados serão expressos em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de açúcares solúveis;

- b) acidez titulável (AT): expressa pelo teor de ácido cítrico presente nas frutas (% ácido cítrico). É determinada com auxílio de um titulador digital de bancada por meio da titulação com solução de NaOH a 0,1N; utilizando-se azul de bromotimol como indicador, até o ponto de viragem de cor da amostra. Os resultados foram expressos em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de ácido cítrico.
- c) relação SS/AT: calculada através da razão entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT).
- d) firmeza de polpa: expressa em gramas de força necessárias para romper a epiderme das frutas (g fruta^{-1}). Mensurado com auxílio de um penetrômetro digital de bancada com ponteira de 6 mm de diâmetro, realizando-se duas leituras em lados opostos na zona equatorial das frutas. Os valores foram obtidos pela média de todas leituras realizadas em cada repetição;
- e) teor de água: expressa pela quantidade de água evaporada no fruto, obtida pela pesagem do fruto fresco, e seco, após a desidratação em estufa de ar forçado a 50°C até obter massa constante.
- f) coloração da epiderme: através de um colorímetro digital de bancada, foram avaliados os parâmetros de luminosidade (L), chroma (C) e ângulo *hue* (h°) da epiderme das frutas. Em uma mesma fruta, foram realizadas duas leituras em faces opostas. Os valores foram obtidos pela média de todas leituras realizadas em cada repetição;

4.4.2.2 Análise sensorial

Participaram do teste de aceitabilidade 30 provadores, potenciais consumidores, que foram divididos em dois grupos distintos, sendo o primeiro do mês de setembro e a segunda no mês de outubro. Os avaliadores (professores, alunos e servidores) foram recrutados aleatoriamente, na Universidade Estadual do Estado de Santa Catarina, com base na disponibilidade e interesse de participar do teste sensorial. O referido teste foi realizado no em uma sala com cabines

individuais pertencente ao Departamento da Pós-Graduação em Produção Vegetal na Universidade do Estado de Santa Catarina.

Na análise sensorial foram utilizadas somente os genótipos já registrados como cultivar (Albion, San Andreas, Pircinque e Jonica) cultivados nos três sistemas, totalizando então 12 amostras por avaliador. Em todas as avaliações, as amostras foram servidas na temperatura usual de consumo (levemente refrigeradas). Cada avaliador recebeu em sua cabine as 12 amostras (de morango individualmente, com uma fruta por amostra) separados em pratos plásticos devidamente codificados com números, e aleatoriamente distribuídos sobre a mesa, acompanhados de uma garrafa de água mineral e biscoito água e sal para ser ingerido entre uma amostra e outra.

Realizou-se o teste de aceitação global, quanto aos atributos de aparência, aroma, textura e sabor por meio de escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo até 9 = gostei muitíssimo). Além disso, foram avaliadas a intenção de compra por meio de pontuação (5 = certamente compraria este produto até 1 = certamente não compraria este produto), de acordo com a metodologia adaptada de Meilgaard et al (1988), utilizando-se ficha sensorial (Anexo A).

4.4.3 Análise estatística

Os valores médios das avaliações foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste de F, e quando significativo, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro com auxílio do programa estatístico SISVAR 4.2 (FERREIRA, 2003). Posteriormente foi analisado as correlações existentes entre as variáveis avaliadas através do coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis físico-químicas analisadas apresentaram interação entre os fatores sistemas de cultivo e cultivares. Esse resultado evidencia que o sistema de cultivo interfere nos aspectos físicos e químicos de uma mesma cultivar.

Para a variável de sólidos solúveis (SS) se observou um desempenho superior do sistema de cultivo no solo em relação aos demais, com destaque para as cultivares Pircinque (7,9 °Brix) e Jonica (7,8 °Brix), com um incremento médio de 14% para ambas em relação a 'Albion' e a 'FRF 57.6' (Tabela 4). Maiores valores de SS em cultivos realizados no solo também já foram verificados anteriormente por Richter et al. (2017) nas cultivares Capitola e San Andreas, constatando acréscimos de 11% e 17% respectivamente frente ao cultivo SH, Pilla (2017) também obteve acréscimo de 11% no SS de San Andreas quando cultivada no solo em relação a NFT.

A cultivar Pircinque foi a única cultivar que obteve os maiores valores de SS em todos os sistemas de cultivo. A concentração de açúcares também foi constatada através da análise sensorial quando 'Pircinque' obteve as melhores notas para a variável percepção de doçura em todos os sistemas de cultivo (Tabela 8). A elevada concentração de SS da cultivar Pircinque também foi verificada por Fagherazzi et al. (2017) testando cultivares de morangueiro no Planalto Sul Catarinense e também por Cocco et al. (2015) em três locais de cultivo nas condições da Itália. Tal efeito pode ser explicado em razão das características genéticas da cultivar Pircinque, classificada por Faedi et al. (2014) como "super doce" em função da elevada concentração de açúcares presente nas frutas.

O teor de sólidos solúveis do morango é uma importante característica a ser considerada na hora da escolha da cultivar, bem como do sistema de cultivo a ser utilizado. Tendo em vista os resultados demonstrados pela análise de correlação de Pearson que revela que a doçura tem correlação positiva com a nota global da fruta, quando analisadas sensorialmente (Tabela 5), ou seja, o consumidor atribui a doçura como característica positiva ao sabor do morango, como também já relatado por Conti et al. (2002), que afirmam que a doçura é uma característica fundamental para a comercialização das frutas.

Tabela 4 - Sólidos solúveis (SS), acidez total (AT), relação entre (RATIO SS/AT), firmeza de polpa (FIR) e massa seca (MS) de seis genótipos nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018.

Genótipo	Sistema de Cultivo			MEDIA
	Solo	Semi Hidropônico	Hidropônico	
SS °Brix				
Albion	6,9 aB	6,3 bBC	6,8 abAB	6,7 B
San Andreas	7,2 aAB	6,1 bC	6,6 bB	6,6 B
Pircinque	7,9 aA	7,3 aA	7,7 aA	7,7 A
Jonica	7,8 aA	6,8 bAB	7,5 aAB	7,4 A
FRF 104.1	7,3 aAB	5,7 bC	6,3 bB	6,4 B
FRF 57.6	6,9 aB	6,4 abBC	6,2 bB	6,5 B
MEDIA	7,3 a	6,9 b	6,4 c	
CV%				4,93
AT % ác. cítrico				
Albion	0,74 AB	0,72 AB	0,71 AB	0,72 AB
San Andreas	0,79 A	0,74 A	0,78 A	0,77 A
Pircinque	0,61 C	0,60 C	0,61 BC	0,61 D
Jonica	0,65 BC	0,66 ABC	0,70 AB	0,67 BC
FRF 104.1	0,63 C	0,58 C	0,57 C	0,59 D
FRF 57.6	0,63 C	0,63 BC	0,58 C	0,61 CD
MEDIA	0,67	0,65	0,66	
CV%				7,61
RATIO SS/AT				
Albion	9,3 aCD	8,7 aBC	9,6 aBC	9,2 C
San Andreas	9,1 aD	8,2 aC	8,5 aC	8,6 C
Pircinque	13,0 aA	12,3 aA	12,6 aA	12,6 A
Jonica	11,9 aAB	10,3 bB	10,7 abB	11,0 B
FRF 104.1	11,6 aAB	11,0 abBC	9,8 bAB	10,8 B
FRF 57.6	11,0 aBC	9,9 aBC	11,0 aAB	10,7 B
MEDIA	11,0a	9,9 b	10,5 a	
CV%				8,04
FIR g				
Albion	473,4 aB	511,0 aA	510,2 aA	498,2 B
San Andreas	519,8 aAB	523,2 aA	530,7 aA	524,6 AB
Pircinque	518,8 aAB	519,7 aA	535,2 aA	524,6 AB
Jonica	513 abAB	502,2 bA	545,5 aA	520,5 AB
FRF 104.1	510,4 aAB	516,1 aA	552,6 aA	526,4 AB
FRF 57.6	542,3 aA	534,9 aA	521,5 aA	532,9 A
MEDIA	513,1 b	517,9 ab	532,6 a	
CV%				4,86
Teor de água g				
Albion	12,5 bA	16,6 aA	6,2 cC	11,8 AB
San Andreas	12,9 abA	14,9 aAB	10,9 bB	12,8 A
Pircinque	11,2 aAB	12,5 aABC	6,1 bC	9,9 BC
Jonica	10,8 aABC	9,2 aC	7,6 aAB	9,2 C
FRF 104.1	7,8 bBC	14,2 aAB	15,6 aA	12,5 A
FRF 57.6	6,9 bC	11,5 aBC	8,2 abAB	8,9 C
MEDIA	10,3 b	13,1 a	9,1 b	
CV%				18

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

*Letras minúsculas na linha comparam o fator sistema de cultivo e letras maiúsculas na coluna comparam o fator cultivar. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna e na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 %.

Os sistemas de cultivo não exerceram influência na acidez total, verificando-se apenas efeito do genótipo.

A cultivar San Andreas teve os maiores percentuais de acidez nos três sistemas de cultivo, sendo 26% superior a cultivar Pircinque. Por sua vez Pircinque produziu frutas com menor teor de acidez, não diferindo de Albion em ambos os sistemas de cultivo e de Jonica em SH e NFT. Fagherazzi (2017) em estudo comparativo de cultivares também, constatou maior acidez total de San Andreas em relação à Pircinque. Em geral a acidez é um atributo indesejado em morangos, para a maioria dos consumidores. Apenas algumas regiões do norte da Europa como Alemanha os consumidores têm preferência por frutas mais ácidas (FAEDI et al. 2013).

Tabela 5 - Correlação de Pearson entre as variáveis qualitativas e de análise sensorial de diferentes genótipos de morangueiro no solo. Lages, UDESC, 2018.

		Solo														
Variável	SS	AT	RT	FR	TA	CL	CC	CH	AP	AR	AC	DO	SB	TX	GL	IC
SS	-	-0,87	0,94	0,71	-0,88	0,97*	0,70	0,87	0,74	0,39	0,74	0,90	0,90	0,86	0,99**	0,91
AT			-0,97*	-0,29	0,93	-0,76	-0,30	-0,52	-0,39	-0,05	-0,97*	-0,99**	-0,99**	-0,51	-0,90	-0,94
RT				0,48	-0,92	0,87	0,49	0,68	0,58	0,24	0,90	0,98**	0,99**	0,68	0,95*	0,97*
FR					-0,33	0,84	0,98**	0,96*	0,95*	0,81	0,06	0,35	0,38	0,96*	0,63	0,50
TA						-0,76	-0,29	-0,57	-0,34	0,09	-0,90	-0,94	-0,89	-0,54	-0,94	-0,81
CL							0,84	0,95*	0,86	0,56	0,59	0,80	0,81	0,94*	0,94	0,86
CC								0,94*	0,98**	0,88	0,07	0,35	0,40	0,96*	0,61	0,54
CH									0,94	0,70	0,31	0,58	0,60	0,99*	0,81	0,68
AP										0,90	0,17	0,45	0,50	0,95*	0,65	0,64
AR											-0,15	0,10	0,19	0,74	0,26	0,38
AC												0,95*	0,94	0,30	0,79	0,86
DO													0,99**	0,57	0,92	0,95*
SB														0,59	0,91	0,97*
TX															0,80	0,69
GL																0,89
IC																

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

*Sólidos solúveis (SS), acidez total (AT), relação entre SS/AT (RT), firmeza de polpa (FR), Teor de Água (TA), luminosidade (CL), saturação de chroma (CC) e ângulo hue (CH). Aparência (AP), Aroma (AR), Acidez (AC), Doçura (DO), Sabor (AS), Textura (TE), Global (GL) e Intenção de Compra(IC) (%);*significativo (< 0,05 %); ** altamente significativo (< 0,01 %).

Quando comparados os dados das análises químicas e sensoriais pelo teste de correlação de Pearson, fica evidenciado que a acidez titulável afeta negativamente o paladar dos consumidores, primeiramente na percepção da própria acidez, apontando que as cultivares com maior acidez titulável receberam as notas mais baixas, afeta negativamente a percepção de doçura que é uma característica desejada afetando negativamente o sabor da fruta.

Tabela 6 - Correlação de Pearson entre as variáveis qualitativas e de análise sensorial de diferentes genótipos de morangueiro cultivado em semi-hidropônia. Lages, UDESC, 2018.

Semi Hidropônico																	
Variável	SS	AT	RT	FR	MS	CL	CC	CH	AP	AR	AC	DO	SB	TX	GL	IC	
SS	-	-0,99**	0,99**	-0,14	-0,61	0,59	0,25	0,19	0,83	0,26	0,80	0,73	0,81	0,89	0,88	0,84	
AT			-0,99**	0,12	0,61	-0,61	-0,27	-0,21	-0,84	-0,26	-0,79	-0,72	-0,80	-0,90	-0,87	-0,84	
RT				-0,06	-0,58	0,61	0,28	0,21	0,86	0,29	0,79	0,73	0,82	0,92	0,86	0,87	
FR					0,54	0,13	0,26	0,24	0,40	0,34	-0,16	-0,01	0,10	0,21	-0,37	0,40	
TA						-0,77	-0,61	-0,60	-0,40	0,58	-0,13	0,03	-0,04	-0,59	-0,40	-0,17	
CL							0,93	0,90	0,77	-0,45	0,00	-0,07	0,10	0,83	0,16	0,48	
CC								0,99**	0,56	-0,64	-0,36	-0,41	-0,24	0,60	-0,22	0,21	
CH									0,50	-0,69	-0,43	-0,48	-0,31	0,54	-0,28	0,14	
AP										0,22	0,51	0,50	0,66	0,97*	0,51	0,93	
AR											0,72	0,83	0,78	0,10	0,49	0,57	
AC												0,98**	0,96*	0,52	0,95*	0,74	
DO													0,98*	0,48	0,89	0,77	
SB														0,63	0,88	0,88	
TX															0,58	0,87	
GL																0,67	
IC																	-

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

*Sólidos solúveis (SS), acidez total (AT), relação entre SS/AT (RT), firmeza de polpa (FR), Teor de Água (TA), luminosidade (CL), saturação de chroma (CC) e ângulo hue (CH). Aparência (AP), Aroma (AR), Acidez (AC), Doçura (DO), Sabor (AS), Textura (TE), Global (GL) e Intenção de Compra(IC) (%);*significativo (< 0,05 %); ** altamente significativo (< 0,01 %).

Para a relação entre os sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) a cultivar Pircinque foi a única que obteve os maiores valores em todos os sistemas de cultivo (média de 12,6), com acréscimo de 46% (Tabela 4) em relação a média da cultivar San Andreas (8,6) e Albion (9,2). Esta cultivar apresentou o menor desempenho em todos os sistemas de cultivo. Através da análise de correlação de Pearson (Tabela 5) se verifica um efeito altamente significativo, onde SS/AT influencia positivamente o sabor das frutas, o que é confirmado através da análise sensorial, onde 'Pircinque' teve as melhores notas em todos os sistemas de cultivo para a variável de

percepção de sabor, com acréscimo de 1,3 pontos em sua média geral quando comparada a San Andreas, que recebeu as menores notas em todos os sistemas de cultivo (5,1) (tabela 8).

A boa relação entre SS/AT da Pircinque está ligada diretamente aos seus altos valores de sólidos solúveis e baixos teores de acidez total (Tabela 4). Resultados muito semelhantes foram encontrados por Fagherazzi (2017) que dentre todas as cultivares testadas, Pircinque apresentou maior SS/AT de 15,3, os mais altos teores de sólidos solúveis (8,6) e as mais baixas médias de acidez total (0,57). O sabor de Pircinque também foi verificado na análise sensorial (Tabela 8) recebendo as melhores notas quando cultivada em SH, não diferindo em NFT e no solo.

Tabela 7 - Correlação de Pearson entre as variáveis qualitativas e de análise sensorial de diferentes genótipos de morangueiro em hidropônia. Lages, UDESC, 2018.

Hidropônico																
Variável	SS	AT	RT	FR	MS	CL	CC	CH	AP	AR	AC	DO	SB	TX	GL	IC
SS	-	0,87	0,94*	0,63	0,60	0,68	0,21	0,14	0,83	0,49	0,46	0,69	0,60	0,14	0,01	0,19
AT		-	-0,97*	0,20	0,82	-0,27	0,08	0,31	0,45	0,22	0,82	0,86	0,67	0,61	0,39	-0,63
RT			-	0,39	0,72	0,47	0,10	0,11	0,61	0,27	0,73	0,86	0,72	0,45	0,31	0,50
FR				-	0,22	0,99**	0,77	0,86	0,90	0,37	0,21	0,22	0,40	0,60	0,33	-0,45
TA					-	0,16	0,62	0,68	0,19	0,43	0,63	0,48	0,16	0,65	0,14	-0,53
CL						-	0,76	0,82	0,91	0,36	0,13	0,29	0,46	0,53	0,27	-0,38
CC							-	0,85	0,41	0,30	0,10	0,28	0,58	0,44	0,14	-0,20
CH								-	0,59	0,13	0,55	0,16	0,13	0,84	0,40	-0,68
AP									-	0,69	0,09	0,25	0,29	0,43	0,45	0,37
AR										-	0,35	0,26	0,40	0,40	0,81	0,53
AC											-	0,91	0,75	0,91	0,83	0,95*
DO												-	0,94	0,65	0,73	0,77
SB													-	0,43	0,72	0,62
TX														-	0,80	0,96*
GL															-	0,91
IC																-

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

*Sólidos solúveis (SS), acidez total (AT), relação entre SS/AT (RT), firmeza de polpa (FR), Teor de Água (TA), luminosidade (CL), saturação de chroma (CC) e ângulo hue (CH). Aparência (AP), Aroma (AR), Acidez (AC), Doçura (DO), Sabor (AS), Textura (TE), Global (GL) e Intenção de Compra(IC) (%);*significativo (< 0,05 %); ** altamente significativo (< 0,01 %).

Para a relação SS/AT entre os sistemas de cultivo foram verificadas diferenças significativas apenas para cultivar Jonica que teve menor desempenho quando cultivada em SH frente ao solo e NFT, já o genótipo FRF 104.1 que teve menor desempenho quando cultivado em NFT.

A redução da relação entre SS/AT de Jonica e FRF104.1 em SH em relação solo estão ligadas diretamente ao seu baixo acúmulo de sólidos solúveis em sistemas SH e NFT frente ao de solo (Tabela 4), pois como relatado por Oliveira; Bonow, (2012) o ratio é determinado pelo balanço da quantidade de açúcares e ácidos presentes nas frutas. Esse tipo de desbalanço causado pelo sistema também já foi verificado por Fernandes Junior et al. (2002) quando a relação de SS/AT da cultivar Campinas foi de 9,5 em NFT e 7,9 em SH, que por sua vez também teve menor percentagem de sólidos solúveis de 7,7 em NFT e 7,0 em SH. Esse desequilíbrio pode ser afetado por questões ambientais e nutricionais conforme já relatados em outras culturas (MORGAN 1999).

A partir dos resultados é possível constatar uma tendência para a produção de frutas com maior relação de SS/AT quando oriundas de cultivos no solo a análise de correlação de Pearson demonstra uma correlação positiva, altamente significativa entre o SS/AT e a percepção do sabor das frutas. Esse fato pode estar ligado ao menor teor de água, como demonstram os gráficos de radares (apêndice B), que quando cultivados em SH e NFT aumentam os teores de água e por consequência diminuem-se os valores de SS/AT e de percepção de sabor. Isso significa que quanto menor os teores de água da fruta, maiores são os valores de SS/AT e de percepção de sabor. Estes resultados são confirmados também por Monteiro (2008), quando afirma que a quantidade de água determina a concentração de compostos solúveis do fruto.

O sabor do morango é uma das características mais atraentes e mais perceptíveis ao paladar, sendo determinado pelo balanço da quantidade dos açúcares e ácidos que estão presentes nas frutas, a maior relação entre os valores de sólidos solúveis e acidez titulável, podem proporcionar um sabor mais agradável (OLIVEIRA; BONOW, 2012 COCCO, 2014).

Tabela 8 - Análise sensorial referente aos valores médios do Aroma (AR), Acidez (AC), Doçura (DO), Sabor (SB), de seis genótipos de morangueiro nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018

Genótipos	Sistema de Cultivo			MÉDIA
	Solo	Semi Hidropônico	Hidropônico	
Aroma				
Albion	4,7 aA	5,5 aA	4,9 aAB	5,0 A
San Andreas	5,5 aA	5,2 aA	5,6 aA	5,4 A
Pircinque	5,5 aA	5,5 aA	5,2 aAB	5,4 A
Jonica	4,9 aA	5,1 aA	4,1 aAB	4,7 A
MÉDIA	5,1 a	5,3 a	4,9 a	
CV%	27,79			
Acidez				
Albion	5,7 aA	5,7 aB	4,8 aA	5,4 AB
San Andreas	5,1 aA	4,7 aAB	4,5 aA	4,8 B
Pircinque	6,3 aA	6,2 aA	5,3 aA	5,9 A
Jonica	6,1 aA	5,4 abAB	4,4 bA	5,3 AB
MÉDIA	5,8 a	5,5 a	4,8 b	
CV%	25,02			
Doçura				
Albion	5,5 abAB	5,7 aAB	4,4 bA	5,2 B
San Andreas	5,2 aB	3,8 bC	4,4 abA	4,5 B
Pircinque	6,6 aA	6,6 aA	5,5 aA	6,2 A
Jonica	6,3 aAB	4,7 bBC	4,4 bA	5,2 B
MÉDIA	5,9 a	5,2 b	4,7 ba	
CV%	26,23			
Sabor				
Albion	5,8 aA	5,5 aAB	4,7 aA	5,3 B
San Andreas	5,6 aA	4,5 aB	5,1 aA	5,1 B
Pircinque	6,8 aA	6,5 aA	5,8 aA	6,4 A
Jonica	6,4 aA	5,0 bB	4,9 bA	5,4 B
MÉDIA	6,1 a	5,4 a	5,1 a	
CV%	24,8			

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

* Letras minúsculas na linha comparam o fator sistema de cultivo e letras maiúsculas na coluna comparam o fator cultivar. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna e na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 %.

Através da análise de correlação de Pearson (Tabela 5), se observa que a relação SS/AT interfere de modo altamente significativo e positivo para a doçura (0,98) e sabor (0,99), e de modo significativo e positivo para as variáveis nota global da fruta (0,95) e intenção de compra (0,97). Deste modo, evidenciando-se que a relação de SS/AT é um fator decisivo que interfere nos principais aspectos que o consumidor leva em consideração no momento de escolha da fruta.

Para a firmeza de polpa houve diferença entre os sistemas de cultivo apenas para Jonica, que teve um acréscimo de 8% (Tabela 4) em sua firmeza quando cultivada em NFT, em relação a SH, não diferindo do solo. Esses resultados diferem de Richter et al. (2017) que encontrou maior firmeza de polpa em morangos cultivados no solo em relação a cultivo em SH.

Entre as cultivares foram constatadas diferenças apenas quando cultivadas no solo, tendo como destaque o genótipo FRF 57.6 que demonstrou ter 13% maior firmeza, em relação a cultivar Albion, não diferindo das demais, Fagherazzi (2017) encontrou resultados semelhantes quando algumas seleções do mesmo programa de melhoramento genético da Itália, tiveram maior firmeza em relação a Albion quando cultivadas no solo. A firmeza de polpa é determinada pelas substâncias pécnicas e hemicelulósicas na fruta que por sua vez são influenciadas pela presença ou falta de alguns nutrientes como o cálcio por exemplo, isso pode explicar a maior estabilidade das cultivares em sistemas de cultivo fora de solo, tendo em vista que os nutrientes são fornecidos diretamente por solução nutritiva pré-estabelecida e específica para a cultura (MELO; CARVALHO; GUIMARÃES, 2005; PEREIRA, 2009). Além da nutrição, o manejo do produtor na cultura, e a irrigação também podem influenciar diretamente na firmeza da polpa das frutas (SANTOS, 1999; OLIVEIRA; BONOW, 2012).

Foi constatado através da análise de correlação de Pearson que a variável firmeza de polpa influenciou positivamente na variável de percepção sensorial de textura (Tabela 9). Esse resultado demonstra que os consumidores atribuíram uma preferência pelas frutas com maior firmeza de polpa. Além da preferência pelos consumidores, a maior resistência da polpa das frutas é desejável no morangueiro pois está associada a suscetibilidade aos danos físicos durante a colheita, manuseio e transporte, influenciando diretamente o período pós-colheita (PEREIRA, 2009).

Tabela 9 - Análise sensorial referente aos valores médios da Aparência (AP), Textura (TE), Global (GL) e Intenção de compra (IC) de seis genótipos nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018

Genótipo	Sistema de Cultivo			MÉDIA
	Solo	Semi Hidropônico	Hidropônico	
Aparência				
Albion	4,7 bB	6,1 aA	6,3 aA	5,7 A
San Andreas	6,7 aA	6,2 aA	6,1 aA	6,4 A
Pircinque	7,2 aA	6,4 abA	5,5 bA	6,4 A
Jonica	6,2 aA	6,2 aA	5,0 aA	5,8 A
MEDIA	6,2 a	6,2 a	5,8 a	
CV%				23,6
Textura				
Albion	5,4 aA	5,5 aA	5,9 aA	5,6 B
San Andreas	6,4 aA	5,8 aA	5,4 aA	5,9 AB
Pircinque	6,7 aA	6,5 aA	6,0 aA	6,4 A
Jonica	6,5 aA	6,0 abA	5,2 bA	5,9 AB
MEDIA	6,3 a	5,9 ab	5,6 b	
CV%				23,49
Global				
Albion	5,5 aA	5,6 aAB	5,2 aA	5,4 AB
San Andreas	5,7 aA	4,8 aB	5,3 aA	5,3 B
Pircinque	6,5 aA	6,1 aA	5,7 aA	6,1 A
Jonica	6,5 aA	5,7 abAB	4,6 bA	5,6 AB
MEDIA	6,0 a	5,59 ab	5,2 b	
CV%				22,36
Intenção de Compra				
Albion	3,4 aA	3,4 aAB	3,4 aAB	3,4 B
San Andreas	3,4 aA	3,3 bB	3,3 bAB	3,4 B
Pircinque	3,6 aA	3,5 bA	3,5 bA	3,5 A
Jonica	3,5 aA	3,4 abAB	3,2 aB	3,4 B
MEDIA	3,5 a	3,4 b	3,4 b	
CV%				13,73

* Letras minúsculas na linha comparam o fator sistema de cultivo e letras maiúsculas na coluna comparam o fator cultivar. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna e na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 %.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Além das características qualitativas, é interessante que as frutas tenham boa aparência e possuam um bom aspecto visual de coloração (CHENG et al., 2012). O conhecimento das diferenças de coloração das frutas é de fundamental importância para o produtor na escolha das cultivares, mas é difícil diferenciar as tonalidades da cor vermelha. A caracterização quantitativa de caracteres fornece parâmetros mais

exatos quanto à propriedade de cor dos frutos, e também contribui para definir a finalidade de uso das cultivares (CONTI et al., 2002).

Para a variável luminosidade Cor (L) que demonstram o brilho das frutas, o sistema NFT proporcionou os maiores valores médios para todas as cultivares. O genótipo FRF 57.6 (41,0) foi superior quando cultivado no solo (37,7) não se diferenciando em SH (39,2) não se diferenciando de Jonica que também foi superior no NFT (39,8) em relação ao solo (37,1) e SH (37,2). Resultados semelhantes foram encontrados por Alves (2017) comparando qualidade do morango de diferentes sistemas de cultivo quando alcançou 41,0 de luminosidade no cultivo em SH e apenas 33,16 no solo.

Esses resultados demonstram que o sistema NFT produz frutas com epiderme mais brilhante. Essa superioridade do sistema hidropônico NFT pode estar associada à firmeza de polpa, conforme mostra a análise de correlação de Pearson (Tabela 10) demonstrando que em NFT a firmeza de polpa influencia positivamente com alta significância à luminosidade. Esta relação pode ser observada em Jonica que teve superioridade na firmeza de polpa quando comparada a SH.

A saturação pelo chroma Cor (C) varia de 0 a 100, e de acordo com McGuiarre (1992) define a saturação e intensidade da cor, indicando a pureza da cor vermelha. Quanto maior o valor de chroma mais saturada e intensa é a cor. Para esta variável novamente o sistema hidropônico NFT obteve os maiores valores médios quando comparados aos demais sistemas. O Genótipo FRF 57.6 que obteve saturação de 52,1 não se diferenciando de Jonica, Pircinque e San Andreas no sistema NFT. Este genótipo apresentou menores valores de saturação SH (49,5) e no solo (47,8). Resultados semelhantes foram encontrados por Alves (2017) comparando qualidade do morango de diferentes sistemas de cultivo quando a saturação do Chroma alcançou 48,2 no cultivo em SH e apenas 39,9 no solo. Avaliando cultivares Fagherazzi (2017) também encontrou superioridade nas cultivares Jonica e Pircinque, e Fagherazzi (2013) observou em San Andreas maior saturação pelo chroma.

Tabela 10 - Avaliação dos aspectos qualitativos referentes à luminosidade (L), Saturação da cor / chroma (C) e tonalidade da cor / ângulo hue (h°) da cor da epiderme das frutas de seis genótipos nos diferentes sistemas de cultivo. Lages, UDESC, 2018.

Genótipo	Sistema de Cultivo			
	Solo	Semi Hidropônico	Hidropônico	MEDIA
L (luminosidade)				
Albion	32,4 abC	30,7 bD	34,1 aD	32,4 D
San Andreas	35,1 Bb	36,0 abBC	37,3 aC	36,1 C
Pircinque	38,0 aA	37,7 aAB	38,5 aBC	38,1 AB
Jonica	37,1 bAB	37,2 bAB	39,8 aAB	38,1 B
FRF 104.1	36,1 aAB	33,9 bC	36,7 aC	35,5 C
FRF 57.6	37,7 bA	39,2 abA	41,0 aA	39,3 A
MEDIA	35,8 b	36,1 b	37,9 a	
CV%				2,78
C (chroma)				
Albion	40,4 bB	42,3 bC	45,9 aC	42,9 D
San Andreas	47,8 bA	48,6 bAB	51,7 aAB	49,4 AB
Pircinque	48,2 abA	47,5 bAB	50,6 aAB	48,8 ABC
Jonica	46,0 bA	47,9 abAB	50,0 aAB	48,0 BC
FRF 104.1	47,1 abA	45,7 bB	48,8 aBC	47,2 C
FRF 57.6	47,8 bA	49,5 bA	52,1 aA	49,8 A
MEDIA	46,2 b	46,9 b	49,8 a	
CV%				3,01
H (ângulo h°)				
Albion	30,0 bB	31,5 bC	35,2 aB	32,2 B
San Andreas	33,1 bA	34,7 bA	36,9 aAB	34,9 B
Pircinque	34,0 bA	33,9 bAB	36,1 aAB	34,6 B
Jonica	33,6 bA	34,3 bA	37,0 aAB	35,0 A
FRF 104.1	31,9 bA	32,3 bBC	35,3 aB	33,2 B
FRF 57.6	32,9 bA	33,4 bABC	37,4 aA	34,6 A
MEDIA	32,6 b	33,3 b	36,3 a	
CV%				2,83

* Letras minúsculas na linha comparam o fator sistema de cultivo e letras maiúsculas na coluna comparam o fator cultivar. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna e na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 %.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A coloração vermelha do morango é representada por *hue* (h°), quanto maior o ângulo de cor (h°) significa que a cor da fruta está mais próxima do verde e quanto menor o ângulo, mais ela se aproxima do vermelho (BORGUINI; SILVA, 2005). Os sistemas no solo (com média de 32,6) e em SH (33,3) proporcionaram os menores ângulos em todas as cultivares, quando comparados a NFT. Isso significa que os mesmos proporcionam coloração mais vermelhas para os genótipos testados. Alves

(2017) encontrou diferença no ângulo de cor (h°) entre sistemas no solo e SH, tendo o solo com o menor valor 31,68 e SH com 36,7, demonstrando resultado satisfatório para SH no presente trabalho.

Na percepção de aparência julgada pelos consumidores ocorreram diferenças significativas apenas em Albion que teve seus melhores desempenhos em sistema de cultivo fora de solo (Tabela 7) e na cultivar Pircinque que teve seu pior desempenho quando cultivada em NFT.

A análise de correlação de Pearson demonstra que as três variáveis de cor têm correlação positiva entre as mesmas, assim como variável firmeza de polpa e percepção de textura. Dessa forma demonstra que frutos mais firmes tem maior brilho, saturação de chroma, e intensidade de cor. A análise ainda demonstra que no sistema de solo a saturação de chroma teve correlação positiva na percepção de aparência. A análise revela que a cor é um dos atributos que mais chama a atenção do consumidor, assim como já constatado por Rodas et al, (2013) os quais observaram no atributo sensorial aparência, a cor é o fator de qualidade que mais atrai os consumidores de morangos

A cor atrativa do morango está altamente ligada à presença de antocianinas, que são pigmentos naturais derivados de açúcares. A presença desse pigmento é um indicador da maturação da fruta (FLORES CANTILLANO, 2003). Com o avanço da maturação, ocorre a destruição da clorofila e a síntese destes compostos e este fator pode ser influenciado pela cultivar, manejo, forma de cultivo e condições climáticas (CANTILLANO; SILVA, 2010).

4.6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nas condições do estudo, conclui-se que:

O sistema de cultivo no solo proporcionou maior qualidade nas características referentes à doçura e equilíbrio de sabor das frutas.

O sistema de cultivo não exerceu influência na acidez total das frutas dos genótipos avaliados.

O sistema hidropônico NFT proporcionou maior qualidade aos aspectos físicos das frutas, maior firmeza de polpa e melhor coloração.

A Cultivar Pircinque possui maior qualidade de fruta em relação ao sabor em todos os sistemas de cultivo.

As cultivares Pircinque e Jonica quando cultivadas no solo possuem maior aceitação pelo consumidor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Claramente o presente trabalho demonstra diferenças significantes entre os diferentes sistemas de cultivo de morangueiro, justificando e evidenciando a necessidade da continuidade e aprofundamento principalmente no âmbito de esclarecer os principais motivos das diferenças encontradas.

Devido a notória preferência por parte dos produtores e pelo satisfatório desempenho produtivo das cultivares de morangueiro em sistema semi-hidropônico é de extrema importância que sejam realizados trabalhos relacionados ao aumento da qualidade do sabor de morangos produzidos fora do solo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A.D. Cultura do morangueiro – Instalação da lavoura. **Apostila do curso de fruticultura Básica**. São Paulo: Senar, 2005.
- ALVES, Marina Costa. **Densidade de plantio e conservação pós colheita de cultivares de morangueiro em sistema de produção fora do solo**. 2015. 85f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas- RS.
- ALVES, Marina Costa et al. Qualidade pós-colheita de frutas de morangueiro produzidas no solo e em substratos. **14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa**, p. 2380-2388, 2017.
- ANTONIOLLI, L. R.; MELO, G. W. **Boas práticas na cultura do morangueiro**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2007.
- ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J. Sistema de produção do morango. Produção de mudas. **Sistemas de produção** 5. Pelotas. EMBRAPA CT. 2005. Disponível em <http://www.cpact.embrapa/sistema/morango>. Acesso em: 10 de maio, 2018.
- ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, v. 13, p. 156–161, 2013.
- ANTUNES, L.E.C.; REISSER JÚNIOR, C. Fragole, i produttori brasiliani mirano all'esportazione in Europa. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, Bologna, v.69, 60-65, 2007.
- ANTUNES, L. E. C.; et al. Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.2, p.222-226, 2010.
- BARBIERI, R. L.; VIZZOTTO, M. Pequenas Frutas ou Frutas Vermelhas. **Informe Agropecuário** (Belo Horizonte) v. 33, p. 7-10, 2012.
- BORGUINI, R.G.; SILVA, M.V. Características físico-químicas e sensoriais do Tomate (*Lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.4, 355-361, 2005.

BORTOLOZZO, A.R. Produção de morangos em substrato artificial em ambiente protegido. **Palestras do III Simpósio Nacional do Morango e II Encontro de Pequenas Frutas Nativas do Mercosul, Pelotas**, Antunes & Rasecra, Embrapa Clima Temperado, 145p., 2006.

BRAZANTI EC **La Fresa**. Madri: Mundi-prensa. 1989. 386p

BRAHM, R.U.; UENO, B.; OLIVEIRA, R.P. Reação de cultivares de morangueiro ao oídio sob condições de casa de vegetação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.219-221, 2005.

BRUGNARA, E.C. et al. Avaliação de cultivares de morango para produção orgânica no oeste de Santa Catarina. In CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, **Anais...** v.7, n.2, 1-4, 2011.

CAMARGO, LS. Resultados experimentos obtidos com o morangueiro. **O Agrônomo**, v 15, n.3+4, p. 1-6, 1963

CAMARGO, L.S.; PASSOS, F.A. Morango. In: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P., eds. **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. v. 1, p. 411-432.

CAÑADAS, J.J.M. Sistemas de cultivo en sustrato: A solución perdida y con recirculación del lixiviado. In: FERNÁNDEZ, M. F.; CUADRADO GOMES, I. M. **Cultivos sin suelo II: Curso Superior de Especialización**. 2.ed. Almeria: Dirección General de Investigación y Formación Agraria, Fundación para Investigación Agraria en la Provincia de Almeria e Caja Rural de Almeria, 1999. p.173-205.

CANTILLANO, R. F. F.; SILVA, M. M. **Manuseio pós-colheita de morangos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 37p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 318).

CARMO Jr, R. R.; COSTA, E.; LEAL, P. M. Otimização de espaço em casas de vegetação com uso de bancadas com seção "A" para o cultivo hidropônico de alface. In: **XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 18, Pelotas: SBEA, n. 144, 1999.

CARMO Jr, R. R. **Produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo hidropônico utilizando atmosfera modificada no interior da estufa**. Dissertação de Mestrado, FEAGRI, UNICAMP, Campinas, 2000.

CARVALHO, S.P. et al. **O cultivo do morango no Brasil**, *in*: Como produzir Morangos (Zawadneak, M.A.C., Schuber, J.M., Mógor, A.F. - Organizadores), 2014.

CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. de. **Cultivo sem solo** - Hidroponia. Jaboticabal: FUNEP. 1994. 43 p.

COCCO, C. **Produção e qualidade de mudas e frutas de morangueiro no Brasil e na Itália**. 124p (Tese Doutorado), Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2014.

COCCO, C. et al. Effects of site and genotype on strawberry fruits quality traits and bioactive compounds. **Journal of Berry Research**, Amsterdam, v.5, 145-155, 2015.

CONTI, J.H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C. A. Produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de morangueiro em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 10-17, 2002.

CORTEZ, G.E.P.; et al. Influência de coberturas do solo na produção do morangueiro (*Fragaria ananassa* Duch.). **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.95-105, 1995.

COSTA, P.C., GRASSI FILHO, H. Cultivo hidropônico do morangueiro. Informe Agropecuário, v.20, n.198, p.65-8, 1999.

COSTA, E. **Avaliação da produção de alface em função dos parâmetros climáticos em casas de vegetação com sistema hidropônico nos períodos de outono e inverno**. Dissertação de Mestrado (Construções Rurais e Ambiente). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.- Campinas, SP, 2001. 144p

COSTA, E. Avaliação da produção do morangueiro em sistemas hidropônicos, utilizando casas de vegetação com diferentes níveis tecnológicos. UNICAMP (Tese doutorado), (2004). 130p.

DAROLT, M.R. Comparação da qualidade do alimento orgânico com o convencional. In: STRIGHETA, P.C.; MUNIZ, J.N. **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. 1 ed. Viçosa:UFV, 2003, p.289-312.

DIAS, M.S.C. Doenças do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.69-74, 1999.

DIAS, M.S.C. et al. Produção de morangos em regiões não tradicionais. In: Morango: conquistando novas fronteiras. DIAS, M.S.C. (coord.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n.236, 24-33, 2007.

DUARTE FILHO, J. **Cultivares de morango**. In: CARVALHO, S. P. de(Coord.). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: p. 15-22. FAEMG, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção do Morango: Cultivo Protegido**, 2005. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProduaoMorango/index.htm>>. Acesso em: 10. maio. 2018.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina / CIRAM - Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado de Santa Catarina**.1010p.Disponível em: <http://www.ciram.com.br/ciram_arquivos/arquivos/porta/agricultura/zoneAgroecologico/ZonAgroeco.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2018.

FAEDI, W. et al. The new 'Pircinque' strawberry cultivar released under Italy's PIR Project. **Acta Horticulturae**, Haia, v.1049, n.1, 961-1966, 2014.

FAGHERAZZI, A. F. 2013. **Avaliação de cultivares de morangueiro no Planalto Sul Catarinense**. 107 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2013.

FAGHERAZZI, A.F. et al. La fragolicoltura brasiliana guarda avanti. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, Bologna, n.6, 20-24, 2014.

FAGHERAZZI, A.F. et al. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Horticulturae**, Haia, v.1156, n.1, 937-940, 2017a.

FAGHERAZZI, Antonio Felipe. **Adaptabilidade de novas cultivares e seleções de morangueiro para o Planalto Sul Catarinense**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC. 144p, Lages, SC, 2017.b

FAOSTAT. Food and Agriculture Organisation Statistics Database. 2014. **Produção mundial de pequenos frutos**. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#compare>. Acessado em 13 de maio de 2018.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M. da S.; SCHMTIZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.109-120, 2011.

FAQUIN, V.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 99-104, out. 1999.

FERNANDES-JÚNIOR, F. et al. Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. **Bragantia**, v. 61, n. 1, p. 25-34, 2002.

FERRI, M.G., MENEZES, N.L., SCAVANACCA, W.R.M. **Glossário de termos botânicos**. 1.ed São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1969. 200p.

FERREIRA, D.F. **Sisvar versão 4.2**. Lavras: DEX/Ufla, v.79, 2003.

FILGUEIRA, FAR **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000.402 p.

FLORES CANTILLANO, R. F. (Ed.) **Morango: Pós-colheita**. Embrapa Clima

Temperado. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 28 p. (Frutas do Brasil, 42)

FOLQUER, F. **Lafrutilla o fresca**. Buenos Aires; Editora Hemisfério Sur, 1986. P. 24-51.

FURLANI, P.R. Soluções nutritivas para o cultivo hidropônico: composição, química e 103 manejo. Campinas: **Instituto Agronômico de Campinas**, 1998, 15p

FURLANI, P.R. Hidroponia vertical: nova opção para produção de morango no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v.53, n.2, p.26-28, 2001.

FURLANI, Pedro Roberto; FERNANDEZ JÚNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. **SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO & ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL**, v. 2, p. 102-115, 2004.

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

GONÇALVES, M. A.; COCCO, C.; ANTUNES, L.E.C. Morango fora do solo. **Revista Cultivar: Hortaliças e Frutos**. Fevereiro-maço, 2014. Ano XII, nº 84.

GONÇALVES, M.A.; et al. Produção de morangos fora do solo. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Clima Temperado**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Documentos 410. Pelotas, 2016.

GOTO, R.; DUARTE FILHO, J. Utilização de plástico na cultura do morangueiro. **Informe Agropecuária**, Belo Horizonte, v.20, n.198, p.59-64, 1999.

GOTO, R.; TIVELLI, S.B. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação editora da Unesp, 1998. 319p.

GRASSI FILHO, H. SANTOS, C.H. dos, CRESTE, J.E. Nutrição e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.36-42, 1999.

GROPPO, G. A.; TESSARIOLI NETO, J.; BLANCO, C. S. G. **A Cultura do Morangueiro**. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI. Boletim Técnico n. 201, 1997, 27p.

GUSMÃO MTA; et al. 2001. Avaliação do desenvolvimento do morangueiro em relação às variáveis climáticas, em JaboticabalSP. **Horticultura Brasileira** 19, suplemento CD-ROM

GUSMÃO, M.T.A. de. **Análise do comportamento da cultura do morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.) em condições de cultivo hidropônico**. 2000. 60 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

HANCOOK, JF. ; LUBY, J.J. Genetic resources a tour doorstep; The wild strawberries. **Bio science**, v. 43 n.3, p. 141-147, 1993.

JÚNIOR, Francisco Olmar Gervini Menezes; NETO, João Vieira; RESENDE, Renata Sousa. Produção de cultivares de morangueiro em sistema semihidropônico sob diferentes substratos e densidades populacionais. **Revista Thema**, v. 15, n. 1, p. 79-92, 2018.

MADAIL, J.C.M. Sistema de produção de morango desenvolvido na serra gaúcha, municípios de Caxias do Sul, transição para produção integrado. **IV Simpósio Nacional do morango III Encontro sobre pequenas frutas e Frutas nativas do Mercosul.**/ Resumos e palestras. Pelotas. Embrapa Clima Temperado, 2008.

MARIANI, E. et al.; Produtividade de morangueiro cultivado em solo e substrato sob ambiente protegido. **XXII Mostra de iniciação científica**. Resumos. Passo Fundo. Universidade de Passo Fundo. 2012

MARQUES, Gabriel Nachtigall. **Substrato, combinação de cultivares e mudas de morangueiro produzidas em cultivo sem solo**. 2016. 150f. Tese (Doutorado) - Programa de pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

MARTIN, M.V. Los plásticos en la protección del cultivo del Freson **Plasticulture**, v.82, n.2, p.83-92, 1989.

MELLO, M. S.; CARVALHO, A. M.; GUIMARÃES, J. C. **Nutrição, irrigação e fertirrigação do morangueiro**. In: Cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Boletim do Morango: Belo Horizonte, 2005.

MOLINA, A.R. **A cultura do morangueiro (*fragaria x ananassa duch.*) no estado de Santa Catarina: sistemas de produção e riscos climáticos**. 195p (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2016.

MONTEIRO, Cristiane Schüller et al. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate "tipo italiano". **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008.

MORGAN, L. Fruit flavour and hydroponics. In: **The best of practical hydroponics and greenhouses**. Narrabeen, Austrália: Casper Publications, 1999. p.152-157.

DE OLIVEIRA, Roberto Pedroso; SCIVITTARO, Walkyria Bueno. Desempenho produtivo de cultivares de morangueiro. **Scientia Agraria**, v. 12, n. 2, 2011.

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

ORTIGOZA, LER. **Comportamento de diferentes cultivares de morangueiro na produção de mudas de campo**. 1999. 43f. Diss. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba,

PASSOS, F.A. **Influência de sistemas de cultivo na cultura do morango (*Fragaria x ananassa Duch.*)**. 1997. 105f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PAGNAN, Heitor A; MONEGAT, V; Morango cultivado em substrato ou em semihidroponia.Revista Campo & Negócios. 2015. Disponível em <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/morango-cultivado-em-substrato-ou-emsemi-hidroponia/>> Acesso em 20/05/2018.

PEREIRA, W. R. **Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de morangueiro, diferentes épocas de plantio**. 2009. 46p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

PEREIRA, Wilson R. et al. Produtividade de cultivares de morangueiro, submetidas a diferentes épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 500-503, 2013.

PEREIRA, W. R. 2014. **Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de morangueiro, em diferentes épocas de plantio**. 46 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014

PILLA, R. V., et al. Cultivo de morangueiro em diferentes sistemas sob ambiente protegido. **Revista científica eletrônica de agronomia**, v.31, n. 3 p15, 2017.

PIRES, R. C. M.; PASSOS, F. A. ; SANTOS, R. .R dos. Caracterização botânica de cultivares de morangueiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 29-44, 1996

PIRES, R.C. de M. **Desenvolvimento e produtividade do morangueiro sob diferentes níveis de água e coberturas do solo**. 1998. 116f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PORTELA, ISABEITA PEREIRA et al. Densidade de plantio, crescimento, produtividade e qualidade das frutas de morangueiro “Camino Real” em hidroponia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 792-798, 2012.

RESH. H. M. **Cultivos hidropônicos**. 4.ed. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 1997. 509 p.

RESENDE, L.V.; MALUF, W. R. Influência do túnel plástico de cultivo forçado e da cobertura morta do solo na incidência de mancha de micoserela no cultivo de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, n.1, p.94, 1993.

RICHTER, A. 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. p. 193-203, 2018.

RIGON, L.; et al. Pequenas frutas. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**, Santa Cruz do Sul, v.1, n.1, p.90-97, 2005.

RODAS, CL; et al.. 2013. Chemical properties and rates of external color of strawberry fruits grown using nitrogen and potassium fertigation. **Idesia** 31: 53-58

RONQUE, E.R.V. **A cultura do morangueiro**. Curitiba: EMATER-PR, 1998. 206p

SAMINÊZ, T.C.O. Agricultura orgânica: mercado em expansão. **Revista Brasileira Agropecuária**, ano I, n.9, 2000.

SANHUEZA, RMV, et al. Sistema de produção de morango para mesa na região da serra gaúcha e encosta superior do Nordeste. **Bento Golçalves: Embrapa uva e vinho**, 2005

SANTOS, R.N.C. dos; MINAMI, K. **Cultivo hidropônico do meloeiro**. Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação, 2002. 38p. (Série Produtor Rural, Edição Especial).

SANTOS, F. S. R. **Produção e nutrição de morangueiro em cultivo hidropônico e no solo** / Dissertação (mestrado Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, 69p 2014.

SAROOSHI. R.A., CRESSWELL, G.C. Effects of hydroponic solution composition electrical conductivity and plant spacing on yield and quality of strawberries. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, n.34, p.529-35, 1994.

SCHWENGBER, J.E. et al. Comportamento de duas cultivares de morangueiro em estufa plástica em Pelotas-RS. **Horticultura Brasileira**, v.14, n.2, p.143-7, 1996.

SILVA, Adriano Dantas da. **Rentabilidade econômica e características agronômicas da produção de mudas de alface em viveiro protegido destinadas ao cultivo hidropônico**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2018

SJULIN, T.M. The North American small fruit industry 1903–2003: Contributions of public and private research in the past 25 years and a view to the future. **HortScience**, Alexandria, v.38, 960-967, 2003.

SPECHT, S.; BLUME, R. A competitividade da cadeia do morango no Rio Grande do Sul. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.3, n.1, p. 35-59, jan./abr. 2011.

TREFTZ, Chenin; OMAYE, Stanley T. Comparision between hydroponic and soil systems for growing strawberries in a greenhouse. **International Journal of Agricultural Extension**, v. 3, n. 3, p. 195-200, 2016.

VILLELA JUNIOR, L.V.E.; ARAÚJO, J.A.C. de; FACTOR, T.L. Comportamento do meloeiro em cultivo sem solo com a utilização de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.153-7, 2003

ULRICH, A., MOSTAFA. M.A.E., ALLEN, W.W. **Strawberry deficiency symptoms: a visual and plant analysis guide to fertilization**. California: Agricultural Experimental Station, 1980. 58p

VIRMOND, M. F. R.; RESENDE, J. T. V. Produtividade e teor de sólidos solúveis totais em frutos de morango sob diferentes ambientes de cultivo. **Revista Eletrônica Lato Sensu** – Ciências Agrárias, Guarapuava, ano 1, n. 1, p.62-69, 2006.

ZORZETO, TQ. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro** (Fragaria x ananassa Duch.), 2011. 96 f. Diss. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Sub, 2011).

ANEXOS

ANEXO A – Ficha de Análise sensorial

FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL

Amostra nº: _____

Por favor, avalie a amostra de morango recebida e indique na escala o quanto você gostou ou desgostou da amostra em relação:

· **à aparência.**

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

· **ao aroma.**

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

· **à acidez.**

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

· **à doçura.**

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

· **ao sabor.**

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

· **à textura.**

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

· **à impressão global.**

Desgostei muitíssimo _____ Gostei muitíssimo

Intenção de compra

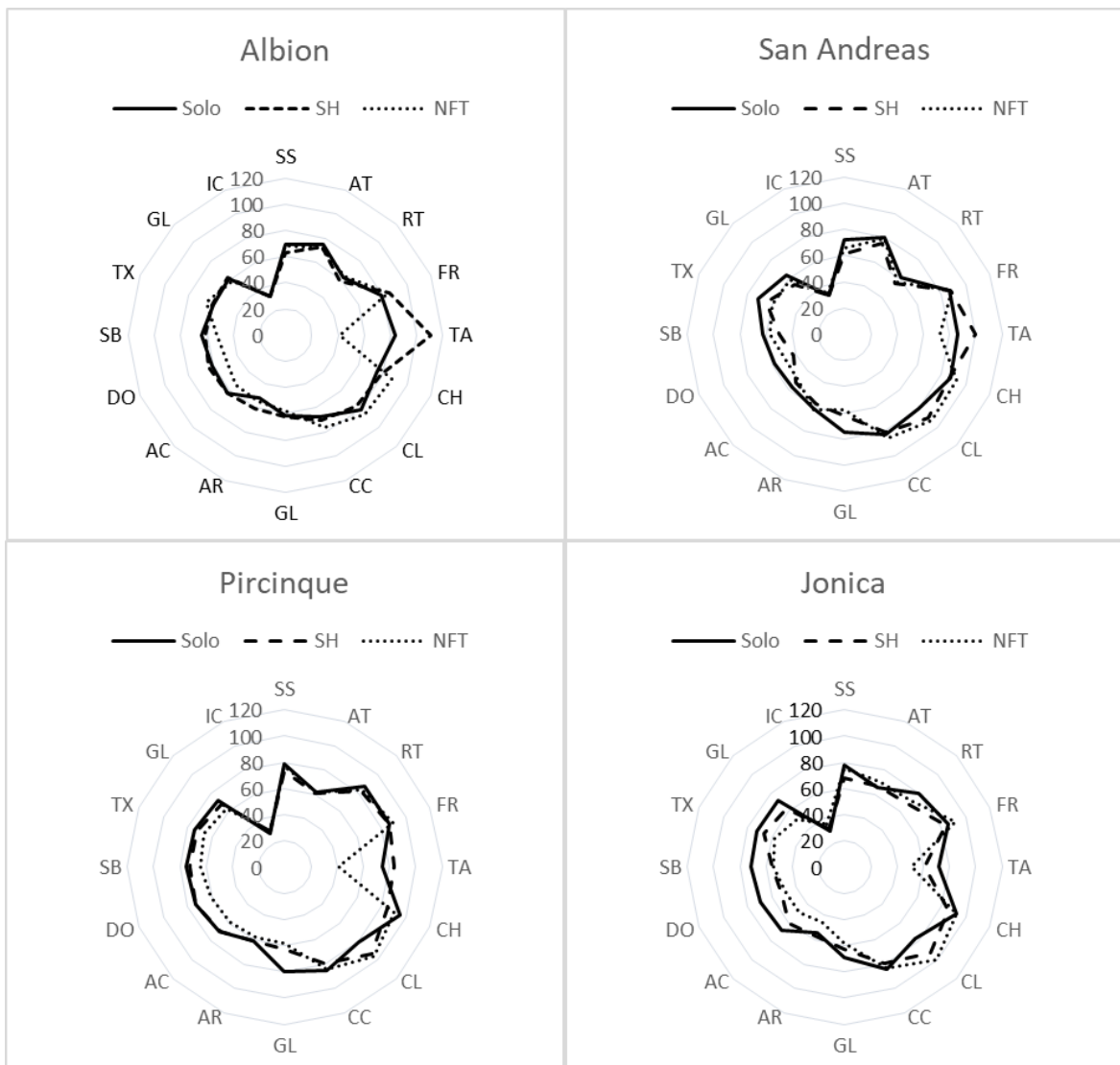
Assinale qual seria sua atitude se você encontrasse esse produto à venda.

- () eu certamente compraria este produto.
- () eu provavelmente compraria este produto.
- () tenho dúvidas se compraria ou não esse produto.
- () eu provavelmente não compraria este produto.
- () eu certamente não compraria este produto.

Comentários:

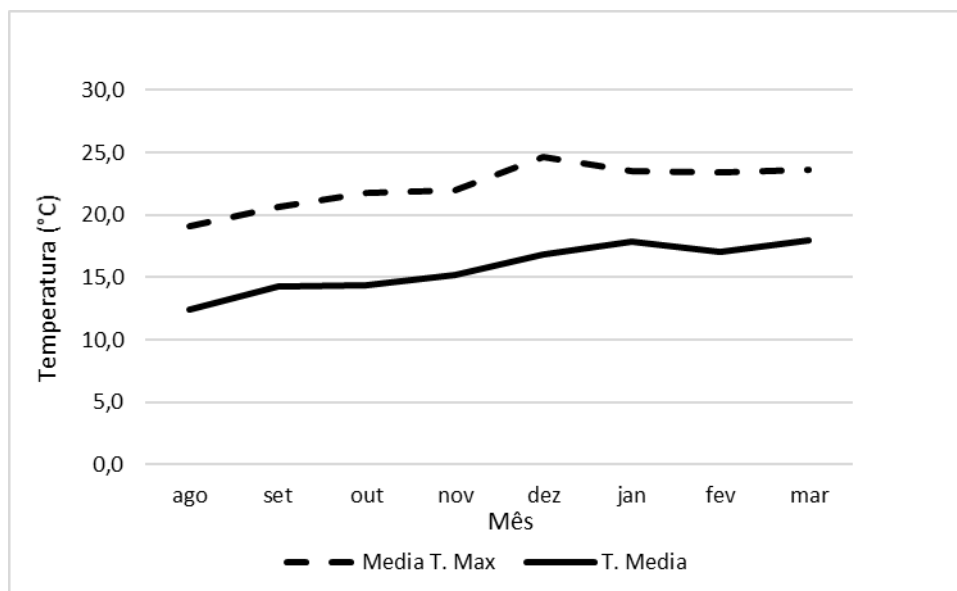
APÊNDICES

APÊNDICE A- Comparação entre análises físico-químicas para as variáveis SS:sólidos solúveis (°Brix); AT: Acidez titulável (% ácido cítrico); RT: Relação SS/AT; FR: Firmeza de polpa; TA: Teor de água; CL: Coloração ângulo L; CC Coloração ângulo C; CH: Coloração agulo Hue; e análise sensorial AP: Aparência; AR: Aroma; AC: Acidez; DO: Doçura; SB: Sabor; TX: Textura; GL: Global; IC: Intenção de compra. (*significativo (< 0,05 %); ** altamente significativo (< 0,01 %) de diferentes genótipos em três sistemas de cultivo durante o ciclo 2017/2018. Lages, UDESC, 2018.



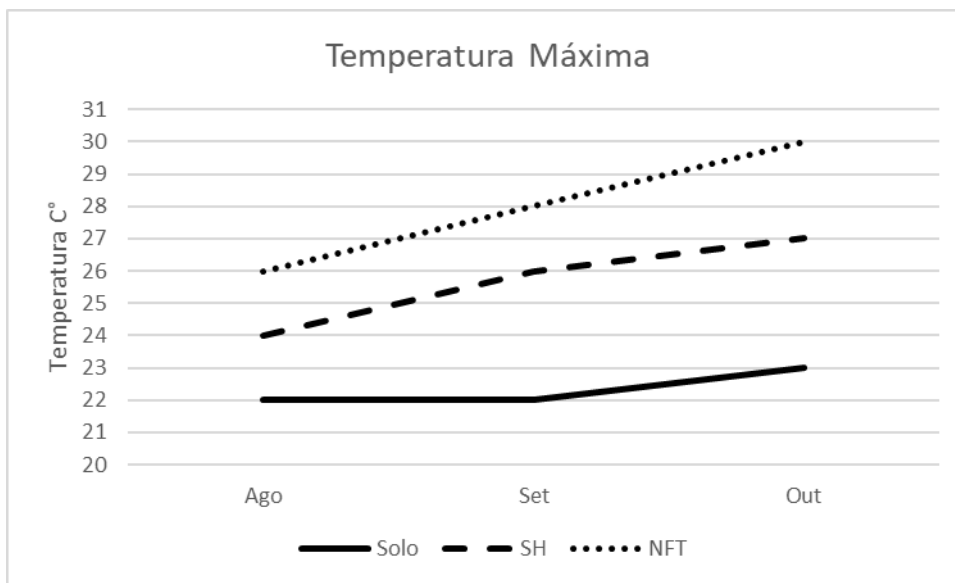
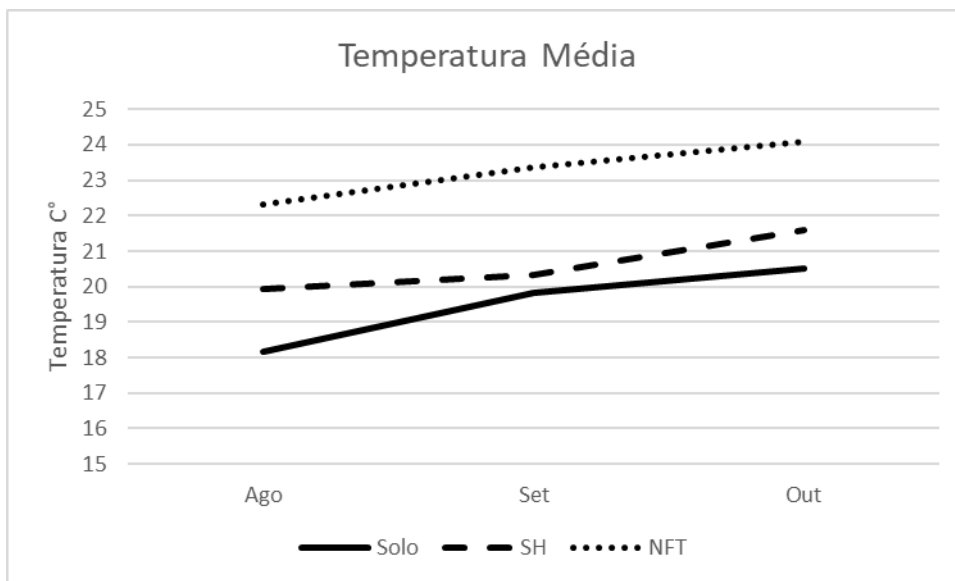
Autor: Elaborado pelo autor 2018.

APÊNDICE B – Dados climáticos para a região do Planalto Sul Catarinense
MEDIA T. MAX: Media das temperaturas máximas, T. MEDIA: temperatura media referentes aos anos de 2017/2018. Lages, UDESC, 2018



Fonte: Epagri/Ciram 2018
Autor: Elaborado pelo autor 2018.

Apêndice C – Temperaturas da solução nutritiva de sistema NFT para produção de diferentes genótipos de morangueiro. Lages, UDESC, 2018



Autor: Elaborado pelo autor 2018.