

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



Dissertação

**PRODUÇÃO, QUALIDADE E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MUDAS 'PLUG
PLANT' DE MORANGUEIRO, PRODUZIDAS COM DIFERENTES SOLUÇÕES
NUTRITIVAS**

Andressa Vighi Schiavon

Pelotas, 2019

Andressa Vighi Schiavon

Engenheira Agrônoma

**PRODUÇÃO, QUALIDADE E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MUDAS ‘PLUG
PLANT’ DE MORANGUEIRO PRODUZIDAS COM DIFERENTES SOLUÇÕES
NUTRITIVAS**

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

Orientador: Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes

Co-Orientador: Dr. Paulo Celso de Mello Farias

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S329p Schiavon, Andressa Vighi

Produção, qualidade e desempenho agronômico de mudas 'plug plant' de morangueiro produzidas com diferentes soluções nutritivas / Andressa Vighi Schiavon ; Luis Eduardo Corrêa Antunes, orientador ; Paulo Celso de Mello Farias, coorientador. — Pelotas, 2019.

87 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Fragaria ananassa Duch. 2. Propagação. 3. Nutrição.
I. Antunes, Luis Eduardo Corrêa, orient. II. Farias, Paulo Celso de Mello, coorient. III. Título.

CDD : 634.75

Andressa Vighi Schiavon

PRODUÇÃO, QUALIDADE E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MUDAS 'PLUG
PLANT' DE MORANGUEIRO PRODUZIDAS COM DIFERENTES SOLUÇÕES
NUTRITIVAS

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

Data da Defesa: 01/03/2019

Banca examinadora:

Pesq. Embrapa Clima Temperado Luis Eduardo Corrêa Antunes (Orientador)
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras

Eng. Agr. Michél Aldrighi Gonçalves
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Pesq. Embrapa Clima Temperado Sandro Bonow
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras

Pesq. Embrapa Clima Temperado Carlos Augusto Posser Silveira
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Flavio Gilberto Herter (Suplente)
Doutor em Fisiologia Vegetal pela Université Blaise Pascal

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus pelo dom da vida e por ter me dado força de seguir durante os momentos mais difíceis.

Aos meus pais João e Tereza por todo carinho, amor, educação e apoio a mim transmitidos. As minhas irmãs Silvana e Marina pelo companheirismo e amizade durante toda a vida. A minha vó Etia por todo amor, carinho e tudo o que representa na minha vida. Aos meus sobrinhos Pedro, Érica, Enzo, Iago e Tiago por todo amor e alegria a mim transmitidos e a esperança de um mundo melhor.

Ao meu namorado Fabricio pelo amor, companheirismo, compreensão e torcida durante todos os momentos.

Aos demais familiares e amigos pelo apoio e compreensão nos momentos em que não pude estar presente.

À todos os amigos e colegas que fiz durante este período, meu agradecimento pela amizade e companheirismo nos momentos bons e nos difíceis também.

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, representada pelos professores e funcionários, pela dedicação e profissionalismo.

À todos professores e alunos do Laboratório de Fruticultura de Clima Temperado da UFPel pelo tempo de convivência, pelos ensinamentos transmitidos e amizade compartilhada.

Ao orientador, Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes, pela orientação e ensinamentos transmitidos e também pela amizade estabelecida neste período.

À todos os pesquisadores, funcionários e estagiários da Embrapa Clima Temperado que auxiliaram de alguma forma na execução deste trabalho, em especial ao Rudinei Gomes pelo incentivo, amizade e auxílio na realização das atividades.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

E a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação pessoal e profissional. Muito obrigada!

Resumo

SCHIAVON, Andressa Vighi. **Produção, qualidade e desempenho agrônômico de mudas 'plug plant' de morangueiro produzidas com diferentes soluções nutritivas**. 2019. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

A fase de produção de mudas é uma das etapas mais importantes da cadeia produtiva do morangueiro, pois é a base para uma melhor resposta às tecnologias empregadas nas etapas posteriores. O objetivo do estudo foi avaliar a produção, qualidade e o desempenho agrônômico de mudas 'plug plant' de duas cultivares de morangueiro produzidas com diferentes soluções nutritivas (SN), em sistema de cultivo fora do solo. Os fatores avaliados foram cultivares (Camarosa e Aromas) e quatro diferentes soluções nutritivas, com a seguinte composição de macronutrientes em mg.L^{-1} , **SN1**: 147,1 de N; 46,5 de P; 32,1 de S; 221,3 de K; 106,3 de Ca; 24,3 de Mg. **SN2**: 46,6 de N; 91,1 de P; 75,8 de S; 204,5 de K; 55,3 de Ca; 29,7 de Mg. **SN3**: 150,5 de N; 38,7 de P; 80,3 de S; 234,6 de K; 118,3 de Ca; 43,7 de Mg. **SN4**: 132,3 de N; 92,3 de P; 36,9 de S; 212,2 de K; 78 de Ca; 18,5 de Mg. O trabalho foi desenvolvido nas dependências da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, sendo dividido em duas etapas. A primeira referente à produção e qualidade das mudas, onde as matrizes das duas cultivares foram cultivadas em sistema de cultivo sem solo e nutridas com quatro diferentes soluções nutritivas. Os propágulos produzidos foram coletados, avaliados e enraizados em substrato, originando mudas de torrão. Na segunda etapa do estudo avaliou-se o desempenho agrônômico das mudas produzidas com as diferentes soluções. Para isso utilizou-se também o sistema de cultivo sem solo. Foram mensuradas as variáveis fenológicas, produtivas e referentes à qualidade das frutas produzidas. Através da utilização das diferentes soluções nutritivas, observou-se que as mesmas influenciam mais o número de propágulos produzidos por matriz, do que a qualidade da muda 'plug plant' produzida. No entanto, as soluções SN3 e SN4 são as mais recomendadas para a produção de mudas das cultivares Camarosa e Aromas, por proporcionarem um maior número de propágulos por planta matriz. Em relação ao experimento de avaliação do desempenho agrônômico das mudas produzidas com as diferentes soluções, observou-se que o efeito das soluções nutritivas utilizadas na fase de matrizeiro se diluem no decorrer do ciclo do morangueiro e para a maioria das variáveis avaliadas observou-se apenas o efeito dos genótipos. Resultados que demonstram que o viveirista pode optar por utilizar aquelas soluções nutritivas que lhe forneçam um maior número de mudas por matriz, pois em mudas 'plug plant', o efeito da solução nutritiva utilizada na fase de matrizeiro não afeta o desempenho agrônômico das plantas.

Palavras-chave: *Fragaria ananassa* Duch; Propagação; Nutrição.

Abstract

SCHIAVON, Andressa Vighi. **PRODUCTION, QUALITY AND AGRONOMIC PERFORMANCE OF 'PLUG PLANT' STRAWBERRY PLANTLET PRODUCED FROM DIFFERENT NUTRIENT SOLUTIONS.** 2019. 87 f. Dissertation (Masters) - Graduate Program in Agronomy. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2019.

The plantlet production phase is one the most important steps in the strawberry production chain, since it is the basis for a better response to the technologies used in the later stages. The aim of the study was to evaluate the production, quality and agronomic performance of 'plug plant' seedlings of two strawberry cultivars produced with different nutrient solutions (SN), under soilless system. The evaluated factors were cultivars (Camarosa and Aromas) and different nutrient solutions, with the following composition of macronutrients in mg.L^{-1} , to know: **NS1**: 147.1 of N; 46.5 of P; 32.1 of S; 221.3 of K; 106.3 of Ca; 24.3 of Mg. **NS 2**: 46.6 of N; 91.1 of P; 75.8 of S; 204.5 of K; 55.3 of Ca; 29.7 of Mg. **NS3**: 150.5 of N; 38.7 of P; 80.3 of S; 234.6 of K; 118.3 of Ca; 43.7 of Mg. **NS4**: 132.3 of N; 92.3 of P; 36.9 of S; 212.2 of K; 78 of Ca; 18.5 of Mg. The work was carried out at Embrapa Temperate Climate, Pelotas-RS, and was divided in two stages. The first step was evaluated production and quality of the plantlets, where the stock plants were cultivated in at soilless system and fertilized with four different nutritive solutions. The tips produced were collected, evaluated and rooted in substrate, resulting in plantlets as knowed plug plant type. In the second stage focus on agronomic performance of the plantlets produced with the different solutions was evaluated, also on soilless system. The phenological, productive and quality variables of the fruits produced were measured. Through the use of different nutrient solutions, it was possible observed that they influence more on the number tip produced by the stock plant, than the quality of the plug plant produced. However, solutions NS3 and NS4 are the most recommended for the plantlets production from Camarosa and Aromas cultivars, because they provide a huge number of tips by the stock plant. Regarding the agronomic performance of the tips produced from the different solutions, it was observed that the nutritive solutions effect applied in the nurseries stage were missed during the strawberry production cycle. Also in the majority evaluated variables was observed only the genotype effect. In this way the nursery may choose to use those nutrient solutions that provide a higher number tips per stock plant, because at the plug plant see performance, the nutrient solution effect does not affect the agronomic performance.

Keywords: *Fragaria ananassa* Duch; Propagation; Nutrition.

Lista de Figuras

Relatório do trabalho de campo

Figura 1. Sistema de cultivo sem solo utilizado para a produção dos propágulos de morangueiro em ambos os ciclos de cultivo. SCHIAVON, A. V., 2017.	33
Figura 2. A) Sistema de irrigação utilizado para a produção das mudas; B) Mudanças de torrão, formadas a partir de propágulos produzidos em sistema de cultivo sem solo. SCHIAVON, A. V., 2018.	33
Figura 3. Sistema de cultivo sem solo, com recirculação da solução nutritiva utilizado para avaliação do desempenho agrônomo das mudas no ciclo 2017/18 e 2018. SCHIAVON, A. V., 2017.	34

Artigo 2

Figura 1. Produção mensal de morangos de duas cultivares, durante nove períodos de colheita, no ciclo 2017/2018.	81
Figura 2. Produção mensal de morangos de duas cultivares durante os períodos de colheita, durante o ciclo 2018.	82

Lista de Tabelas

Artigo 1

Tabela 1. Composição de macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) das diferentes soluções nutritivas utilizadas durante a fase de matrizeiro, para a produção de mudas de morangueiro.	48
Tabela 2. Número de propágulos por estolão, número de estolões por planta matriz e número de mudas por planta matriz de morangueiro, fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2016/2017.	48
Tabela 3. Número de propágulos por estolão, número de estolões por planta matriz e número de mudas por planta matriz de morangueiro, fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2017/2018.	49
Tabela 4. Comprimento médio do pecíolo e comprimento das raízes de mudas de morangueiro produzidas com diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2016/2017.	49
Tabela 5. Diâmetro de coroa e número de folhas de mudas de morangueiro produzidas com diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2016/2017 e 2017/2018, e comprimento médio do pecíolo e das raízes de mudas de morangueiro produzidas com diferentes soluções nutritivas no ciclo 2017/2018.	49
Tabela 6. Massa seca de folhas, coroa e raízes de mudas de morangueiro produzidas com diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2016/2017.	50
Tabela 7. Massa seca de folhas, coroa e raízes de mudas de morangueiro produzidas com diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2017/2018.	50

Artigo 2

TABELA 1. Composição de macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) das diferentes soluções nutritivas utilizadas durante a fase de matrizeiro, para a produção de mudas de morangueiro.	78
TABELA 2. Número de dias após o plantio (DAP) para o início e plena, floração, frutificação e estolonamento de plantas de morangueiro das cultivares Camarosa e Aromas, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2017/2018.	78

TABELA 3. Número de dias após o plantio (DAP) para o início e plena, floração e frutificação de plantas de morangueiro das cultivares Camarosa e Aromas, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2018.....	78
TABELA 4. Massa média de fruta, produção e número de frutas por planta de morangueiro das cultivares Camarosa e Aromas, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, nos ciclos 2017/2018 e 2018.	79
TABELA 5. Conteúdo de sólidos solúveis, diâmetro e comprimento de frutas de morangueiro das cultivares Camarosa e Aromas, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2017/2018.	79
TABELA 6. Acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, nos ciclos 2017/2018 e 2018.	79
TABELA 7. Textura e coloração da epiderme (Cor) de frutas de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2017/2018 e coloração da epiderme, conteúdo de sólidos solúveis (SS), diâmetro e comprimento de frutas de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2018.	80
TABELA 8. Compostos fenólicos totais, antocianinas totais e atividade antioxidante total de frutas de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, nos ciclos 2017/2018 e 2018.	80
TABELA 9. Produção de matéria seca de folhas, coroas e estolões de plantas de morangueiro das cultivares Camarosa e Aromas, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, nos ciclos 2017/2018 e 2018.	81

Sumário

1. Introdução Geral	11
2. Projeto de pesquisa	13
2.1 Título	13
2.2 Equipe	13
2.3 Instituição	13
2.4 Antecedentes e justificativa	13
2.5 Hipóteses:	17
2.6 Objetivos	18
2.7 Material e métodos	18
2.8 Recursos necessários	25
2.9 Atividades	26
2.10 Divulgação prevista	27
2.11 Referências bibliográficas	28
3. Relatório do trabalho de campo	32
4. Artigos desenvolvidos	35
4.1 Artigo 1 Produção e qualidade de mudas de morangueiro produzidas a partir de diferentes soluções nutritivas	35
Production and quality of strawberry seedlings produced from different nutrient solutions	35
4.2 Artigo 2 Desempenho agrônômico de morangueiro, estabelecidos a partir de mudas produzidas com diferentes soluções nutritivas, em sistema de produção fora de solo	51
5. Considerações finais	83
6. Referências	86

1. Introdução Geral

As condições brasileiras são favoráveis à produção de frutas, visto às dimensões do país e às suas diferenciadas condições climáticas, possibilitando a colheita durante o ano inteiro nas diferentes regiões. O país atualmente é o terceiro maior produtor mundial de frutas, porém ocupa o vigésimo terceiro lugar no ranking dos exportadores, devido a maior parte das frutas produzidas serem demandadas pelo mercado interno (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

No contexto da produção de frutas de clima temperado, as pequenas frutas ainda são pouco expressivas, mas a tendência é que ocorra um aumento e diversificação do cultivo destas frutas, pois apresentam grande apelo e utilização no mercado brasileiro, além da possibilidade de exportação, visando atender a demanda durante a entressafra do hemisfério norte (FACHINELLO et al., 2011).

Dentro do grupo das pequenas frutas, o morangueiro é o que apresenta a maior importância econômica e área cultivada no Brasil. Segundo Fagherazzi et al., (2017), são produzidas aproximadamente 150.000 toneladas da fruta, em uma área de 4.200 hectares. É uma frutífera que apresenta uma alta rentabilidade por área, é conhecida e aceita pelo consumidor, e também apresenta uma grande diversidade de opções de comercialização e processamento (FACHINELLO et al., 2011).

A cadeia produtiva do morango envolve desde laboratórios para a produção de matrizes, viveiristas, produtores e consumidores, desempenhando um papel econômico e social, através da geração de empregos e renda para os setores envolvidos. No entanto, devido à cultura do morangueiro ser suscetível a diversas pragas e doenças e demandar muita mão de obra para realização dos tratamentos culturais, tem ocorrido um incremento no cultivo do morangueiro em sistemas fora do solo, utilizando-se substratos e ambiente protegido (RADIN et al., 2011).

Para obtenção de altas produtividades e frutas de qualidade, um dos pré-requisitos essenciais é a utilização de mudas de qualidade genética e sanitária, sendo também a base para uma melhor resposta às tecnologias empregadas no processo produtivo do morangueiro (OLIVEIRA e SCIVITTARO, 2009).

No entanto a quantidade de mudas produzidas no Brasil não é suficiente para atender a demanda nacional, que gira em torno de 175 milhões de mudas por ano (ANTUNES e PERES, 2013), o que torna os produtores dependentes das mudas importadas (GONÇALVES, 2015). Porém, na maioria dos anos ocorrem atrasos na entrega das mudas, retardando o início da produção de frutas, não permitindo que o

produtor obtenha produções precoces e comercialize a preços mais elevados, pois neste período há pouca oferta do produto. Segundo Antunes et al. (2015), o valor pago pela fruta no período da entressafra pode ser o dobro daquele pago durante a safra.

No Brasil, o principal sistema de produção de mudas utilizado é aquele em que as plantas matrizes são cultivadas em viveiros a céu aberto e os estolões são enraizados diretamente no solo, gerando mudas de raízes nuas (DAL PICIO et al., 2013). No entanto, muitas vezes estas mudas apresentam uma baixa qualidade fitossanitária, devido à contaminação por patógenos de solo.

Uma alternativa para produzir mudas com elevada qualidade fitossanitária é a utilização de sistemas de cultivo sem solo (Giménez, 2008). Neste sistema, utiliza-se mudas matrizes provenientes da cultura de tecidos, as quais são plantadas em leitos de cultivo contendo substrato e seus propágulos são enraizados no mesmo local ou retirados e colocados para enraizar em recipientes preenchidos com substrato (ANDRIOLO et al., 2008). Outra vantagem deste sistema de cultivo é a possibilidade de adequar o fornecimento de água e nutrientes, de acordo com as necessidades da planta (PORTELA et al., 2012).

Segundo Gimenez et al. (2008), diferentes soluções nutritivas podem ser encontradas na literatura, tanto para a fase de produção de frutos quanto de mudas de morangueiro em sistemas de cultivo sem solo.

Considerando que o crescimento, a produtividade e a qualidade das mudas dependem dentre outros fatores, da solução nutritiva utilizada na fase de matrizeiro, e visando alavancar a cadeia produtiva do morangueiro no Brasil, atendendo as demandas por mudas de qualidade e diminuindo a dependência do produtor pela muda importada, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de mudas de cultivares de morangueiro utilizando diferentes soluções nutritivas, e em seguida avaliar o desempenho agrônômico destas mudas, ambos em sistema de cultivo fora do solo.

2. Projeto de pesquisa

2.1 Título

Crescimento e desenvolvimento vegetativo de plantas, produção e qualidade de morangos estabelecidos a partir de mudas produzidas com diferentes soluções nutritivas

2.2 Equipe

- Andressa Vighi Schiavon, Engenheira Agrônoma, Discente do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, bolsista CNPq, FAEM/UFPel.
- Luis Eduardo Corrêa Antunes, Pesquisador Orientador, Dr. Embrapa Clima Temperado/CPACT.
- Paulo Celso de Mello Farias, Professor Coorientador, Dr. Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPel.
- Gerson Kleinick Vignolo, Pós-doutorando, Dr. Embrapa Clima Temperado/CPACT.
- Tais Barbosa Becker, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, bolsista CAPES, FAEM/UFPel.
- Marcia Vizzotto, Pesquisadora, Dr^a. Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS.
- Rufino Fernando Flores Cantillano, Pesquisador, Dr. Embrapa Clima Temperado.
- Gilberto Nava, Pesquisador, Dr. Embrapa Clima Temperado.

2.3 Instituição

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

2.4 Antecedentes e justificativa

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é a espécie dentro do grupo das pequenas frutas de maior expressão econômica, sendo cultivado nas mais variadas regiões do mundo, com uma produção mundial de 8,1 milhões toneladas em uma área de 373,4 mil hectares, sendo os principais países produtores a China, Estados Unidos, Espanha, Turquia, México, Japão e Coreia (FAO, 2014).

No Brasil, são produzidas aproximadamente 150.000 toneladas da fruta, em uma área de 4.200 hectares (FAGHERAZZI et al., 2017). É uma frutífera de grande importância por apresentar uma alta rentabilidade, ser conhecida pelo consumidor e pela diversidade de opções de comercialização e processamento (FACHINELLO et al., 2011). Os principais estados produtores são Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo (ANTUNES et al., 2015). No Rio Grande do Sul tem-se registrado um crescimento na área plantada e na produção, que está concentrada na Serra Gaúcha, região do Vale do Caí e região de Pelotas. A maioria dos produtores são agricultores familiares, proprietários de pequenas áreas de cultivo, sendo empregado, majoritariamente, o sistema de produção do tipo convencional no solo (GODOI, 2008).

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

A escolha da cultivar e a qualidade da mudas que serão utilizadas na implantação da lavoura, são alguns dos fatores que determinam o sucesso de um cultivo. No momento da escolha da cultivar alguns aspectos são fundamentais e devem ser considerados, como a duração do ciclo, a produtividade, a qualidade da fruta, a resistência contra as principais pragas e doenças e a distribuição da produção durante o ciclo de cultivo (GIMENEZ, 2007).

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

As plantas de dia curto, em condições de temperaturas elevadas e de dias longos, emitem estolões, propagando-se vegetativamente e sua produção de frutas diminui significativamente (VERDIAL et al., 2007), favorecendo a sazonalidade da produção, por serem fortemente influenciadas pela interação entre fotoperíodo e a temperatura.

As cultivares de dias neutros florescem continuamente, independente do fotoperíodo, sendo denominadas cultivares insensíveis ao fotoperíodo (SERÇE & HANCOCK, 2005). Neste caso, o principal fator limitante à diferenciação floral é a

temperatura diurna. Essas plantas diferenciam gemas floríferas sempre que a temperatura estiver abaixo de 28°C (GUTTRIDGE, 1985). Embora a temperatura também modifique a resposta fotoperiódica neste grupo de cultivares, elas são menos sensíveis a altas temperaturas do que as cultivares de dia curto (LARSON, 1994).

As principais cultivares utilizadas no Brasil são Oso Grande, Camarosa, Aromas, Albion e San Andreas (KIRSCHBAUM et al., 2017). No Rio Grande do Sul, as cultivares mais utilizadas são Aromas e Camarosa, respectivamente, cultivares de dias neutros e de dias curtos (OLIVEIRA e SCIVITTARO, 2006).

A cultivar Aromas é classificada como de dias neutros, portanto, insensível ao fotoperíodo e foi lançada no ano de 1997 pela Universidade da Califórnia, EUA. Produz frutas com coloração vermelho-escuro e pode ser cultivada tanto para o consumo *in natura* como para a indústria. Apresenta taxa de multiplicação muito alta no viveiro, algo raro entre cultivares de dias neutros (SHAW, 2004).

A cultivar Camarosa é classificada como de dias curtos, portanto, sensível ao fotoperíodo e foi lançada em 1992 pela Universidade da Califórnia, EUA. Indicada para o consumo *in natura* podendo ser utilizada para processamento. É uma das cultivares de dias curtos mais plantadas no país, sendo responsável por 30% da produção nacional (ANTUNES e PERES, 2013).

A muda é a base para uma melhor resposta às tecnologias empregadas no processo produtivo do morangueiro, pois está diretamente relacionada com a produtividade e a qualidade da fruta (OLIVEIRA e SCIVITTARO, 2009). Desta forma, o vigor e a sanidade da muda configuram-se como pré-requisitos essenciais para a obtenção de elevada produtividade de frutas (VERDIAL et al., 2009; ANTUNES e COCCO, 2012).

A produção de mudas é uma importante atividade econômica na cadeia produtiva do morango, uma vez que todos os anos as plantas das lavouras para produção de frutas precisam ser renovadas, devido ao acúmulo de doenças e pragas de um ano de cultivo para outro, acarretando baixa produtividade de frutas (OLIVEIRA et al., 2005).

No Brasil, o principal sistema de produção de mudas de morango é no solo, onde são produzidas mudas de raízes nuas, através do enraizamento dos estolões emitidos pelas plantas matrizes, mantidas em viveiros a céu aberto (VERDIAL et al., 2009; COCCO et al., 2011), porém estas mudas apresentam baixa qualidade

fitossanitária, devido a contaminação por patógenos de solo, uma vez que a desinfecção do solo com produtos fumigantes não é uma prática permitida no país (ANTUNES e PERES, 2013). A proibição do uso destes produtos, como o brometo de metila, aumenta o desafio da pesquisa e de produtores de mudas de morangueiro nacionais, sendo necessário o desenvolvimento e a utilização de novas técnicas que possibilitem a obtenção de mudas livres de patógenos e de elevado potencial produtivo, sem o uso destes produtos (GONÇALVES, 2015).

A quantidade de mudas produzidas no Brasil não é suficiente para atender a demanda nacional, que gira em torno de 175 milhões de mudas por ano (ANTUNES e PERES, 2013), o que torna os produtores dependentes da muda importada (GONÇALVES, 2015). Principalmente no Rio Grande do Sul, onde aproximadamente 90% da área cultivada depende de mudas importadas, sendo o estado com maior dependência dentre os estados produtores do país (GONÇALVES e ANTUNES, 2016).

Esta prática torna o produtor dependente da muda importada, a qual traz consigo um problema que é a impossibilidade de um planejamento das atividades devido aos atrasos na entrega das mudas, que nos últimos anos tem se tornado frequente (VIGNOLO, 2015). Retardando assim o plantio e por consequência o início da produção, não permitindo a obtenção de produções precoces e concentrando o período produtivo em determinados meses do ano, ocasionando redução dos preços pagos aos produtores em função da elevada oferta de produto no mercado (RESENDE et al., 2010).

A produção de mudas de morangueiro em sistemas de cultivo fora do solo é uma alternativa indicada para atingir altas produtividades, qualidade e sanidade das mudas dessa cultura (CALVETE et al., 2002; GIMÉNEZ, 2008). Neste sistema, utiliza-se mudas matrizes provenientes da cultura de tecidos, as quais são plantadas em leitos de cultivo fora do solo e seus propágulos enraizados em substrato (ANDRIOLO et al., 2008). As mudas produzidas dessa forma são comercializadas e plantadas com as raízes envolvidas pelo substrato (DURNER et al., 2002; LIETEN et al., 2004; GIMÉNEZ et al., 2009). O substrato aderido ao sistema radicular minimiza o estresse por ocasião do transplante, resultando em maior precocidade, e possibilita a entrada do produto na entressafra, quando o valor do produto no mercado é mais elevado (COCCO et al., 2010).

O sistema de produção de mudas fora do solo permite um maior controle das condições sanitárias e nutritivas, possibilitando a obtenção de mudas com maior qualidade (DURNER et al., 2002; LIETEN, 2000).

Diferentes formulações de soluções nutritivas podem ser encontradas na literatura para o cultivo sem solo do morangueiro, tanto na fase de produção de mudas quanto de frutas (GIMÉNEZ et al., 2008). De acordo com a concentração dos nutrientes presentes na solução nutritiva, a planta terá um maior ou menor crescimento vegetativo e com isso produzirá um maior ou menor número de estolões, fatores que influenciarão diretamente na qualidade da muda produzida.

A absorção dos nutrientes não depende somente da sua disponibilidade em torno das raízes, mas também da sua concentração, porque há um limite para o somatório dos cátions que podem ser absorvidos simultaneamente pela planta (GREENWOOD & STONE, 1998). Os nutrientes em concentração mais elevada tendem a reduzir ou inibir a absorção daqueles em concentração mais baixa. A solução nutritiva pode ser ajustada de acordo com a necessidade de cada cultivar e fase de crescimento (MENZEL e TOLDI, 2010), porém no Brasil são escassos os resultados de pesquisas sobre a composição e o manejo da solução nutritiva na produção de mudas dessa cultura.

É de relevante importância caracterizar a influência da solução nutritiva utilizada na nutrição da planta matriz, sobre o comportamento agrônomo de suas mudas quando estas são cultivadas nos sistemas de cultivos fora do solo e o convencional no solo.

2.5 Hipóteses:

São assumidas as seguintes hipóteses para este projeto:

- ✓ A solução nutritiva utilizada na produção das mudas influencia no crescimento, desenvolvimento e na produção de frutas de plantas de morangueiro no sistema de cultivo convencional e fora do solo;
- ✓ A qualidade de frutas de morangueiro é influenciada pela solução nutritiva utilizada na produção das mudas.

2.6 Objetivos

2.6.1 Objetivo geral

Avaliar a influencia de diferentes soluções nutritivas, utilizadas na fase de produção de mudas sobre o crescimento e o desenvolvimento vegetativo de plantas, a produção e a qualidade de frutas de morangueiros, cultivados no sistema convencional e fora do solo.

2.6.2 Objetivos específicos:

- ✓ Avaliar o crescimento, o desenvolvimento vegetativo e o potencial produtivo de plantas de morangueiro estabelecidas a partir de mudas produzidas com diferentes soluções nutritivas;
- ✓ Avaliar a qualidade físico-química de morangos produzidos em plantas estabelecidas a partir de mudas produzidas com diferentes soluções nutritivas;
- ✓ Identificar a solução nutritiva mais adequada para a produção de mudas de morangueiro das cultivares Camarosa e Aromas.

2.7 Material e métodos

2.7.1 Locais dos experimentos

O presente estudo será composto por dois experimentos, um deles será conduzido em casa de vegetação em cultivo sem solo durante o período de abril de 2017 a janeiro de 2019, nas dependências da Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, RS, cuja localização geográfica é de: 31°40'S e 52°26'W; 60m de altitude. O outro experimento será conduzido a campo, no sistema de cultivo convencional em tuneis baixos, em uma propriedade particular localizada na Gama, no município de Pelotas, RS.

2.7.2 Descrição dos experimentos

2.7.2.1 Experimento 1: Influência da utilização de diferentes soluções nutritivas durante a produção de mudas, no crescimento e desenvolvimento vegetativo de plantas, produção e qualidade morangos em sistema de cultivo sem solo

O experimento será conduzido em casa de vegetação plástica, pertencente a Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS. Serão utilizadas mudas das cultivares Camarosa e Aromas, produzidas na Embrapa Clima Temperado provenientes do sistema de cultivo sem solo, utilizando quatro diferentes soluções nutritivas. Os tratamentos consistirão de duas cultivares (Aromas e Camarosa) e quatro soluções

nutritivas utilizadas durante a produção das mudas. A composição das soluções nutritivas serão descritas a seguir: solução 1 (mmol.L^{-1} : 3,05 de NO_3^- ; 0,28 de NH_4^+ ; 2,94 de H_2PO_4^- ; 5,23 de K^+ ; 1,38 de Ca^{++} ; 1,22 de Mg^{++} e 2,36 de SO_4^-); solução 2 (mmol.L^{-1} : 9,98 de NO_3^- ; 0,53 de NH_4^+ ; 1,5 de H_2PO_4^- ; 5,66 de K^+ ; 2,65 de Ca^{++} ; 0,99 de Mg^{++} e 0,99 de SO_4^-); solução 3 (mmol.L^{-1} : 9,99 de NO_3^- ; 0,75 de NH_4^+ ; 1,27 de H_2PO_4^- ; 5,98 de K^+ ; 2,92 de Ca^{++} ; 1,83 de Mg^{++} e 2,48 de SO_4^-); e solução 4 é uma solução comercial da empresa Samo[®].

O experimento será realizado em sistema sem solo em telhas de fibrocimento, com canais de 0,11 m de altura e 0,25 m de afastamento entre dois canais consecutivos, dispostas sobre suportes a uma altura média de 1,00 m do nível do solo, com 3% de declividade. As telhas serão revestidas com filme de polietileno de baixa densidade. Sobre o filme de polietileno será distribuído o substrato, que será casca de arroz carbonizada. A distribuição do material será feita de forma a obter uma camada homogênea, com 0,11 m de altura. Essa camada será revestida com filme de polietileno de coloração branca na superfície externa (dupla face).

A solução nutritiva será distribuída através de fitas gotejadoras que serão dispostas na parte superior do substrato, imediatamente abaixo do filme de polietileno, na proporção de uma fita gotejadora para cada canal da telha. A solução nutritiva drenada será coletada através de canos de pvc de 50 mm que estarão conectados as telhas de fibrocimento nos pontos de menor declividade, dessa forma a solução nutritiva retornará ao reservatório, sendo assim um sistema de cultivot fechado sem perdas de água e nutrientes. A solução nutritiva utilizada será da empresa Samo[®] e a condutividade e o pH da mesma serão monitorados diariamente.

O plantio das mudas ocorrerá no mês de abril de 2017, mantendo-se as plantas até janeiro de 2019. Os parâmetros que serão avaliados são descritos abaixo:

2.7.2.1.1 Qualidade das mudas

Serão avaliadas quatro repetições de seis mudas por tratamento, antes do plantio das mudas no campo.

- ✓ **Diâmetro de coroa:** será medido com auxílio de paquímetro digital o diâmetro de coroa.

- ✓ **Número médio de folhas por muda:** será contado o número de folhas por muda.
- ✓ **Massa seca da parte aérea e do sistema radicular:** as mudas serão separadas em folhas, coroa e sistema radicular, sendo posteriormente colocadas em estufa a 65°C com circulação de ar forçada até massa constante, para obtenção da massa seca.
- ✓ **Determinação de açúcares solúveis totais e amido:** após a secagem das amostras do sistema radicular e de coroa das mudas, estas serão moídas separadamente para a determinação de açúcares solúveis totais e amido (mg g-MS) utilizando-se o método da antrona descrito por McCready (1950).

2.7.2.1.2 Desenvolvimento das plantas

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

2.7.2.1.3 Produção de frutas

As frutas serão colhidas quando estiverem com mais de 75% da epiderme vermelha. Imediatamente após a colheita serão contadas e pesadas em balança digital. O peso médio de fruta em cada parcela será calculado através do quociente entre a massa e o número de frutas obtidas em cada colheita. Serão consideradas

para contagem e pesagem apenas as frutas comercializáveis, ou seja, frutas com mais de 6 g e sem deformações. Serão avaliados os seguintes parâmetros de produção:

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

2.7.2.1.4 Qualidade das frutas

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

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

- ✓ **Antocianinas totais:** será realizada através da metodologia adaptada de Fuleki e Francis (1968). Cinco gramas de amostra serão pesados e homogeneizados em ultra-turrax com 20 ml de solvente 85:15 (95% etanol para 1,5N HCl), em velocidade máxima até consistência uniforme. Após, as amostras serão centrifugadas por 30 minutos à 7000 rpm. Será coletado 1mL do sobrenadante, colocado em um tubo do tipo Falcon e adicionado solvente até o volume final de 10mL. As leituras de absorbância serão feitas em espectrofotômetro previamente zerado com o solvente extrator, em cubeta de quartzo a 520nm. Uma curva padrão para cianidina-3-glicosídeo será construída.
- ✓ **Compostos fenólicos totais:** cinco gramas de amostra serão homogeneizadas em ultra-turrax com 20 mL de metanol e centrifugadas por 30 minutos a 7000 rpm, em centrífuga refrigerada a 4°C. Em um tubo de ensaio serão pipetados 250 µL da amostra, adicionados 4mL de água ultra pura e 250 µL do reagente Folin-Ciocalteu (0,25 N), agitado e mantido em repouso por 3 minutos para reagir. Serão adicionados 500 µL de carbonato de sódio (1N) e, novamente, os tubos agitados e mantidos por 2 horas para reagir. As leituras da absorbância serão realizadas em espectrofotômetro, zerado com o controle (branco), e no comprimento de onda de 725 nm. Uma curva padrão para o ácido clorogênico será construída. A metodologia utilizada para determinação de compostos fenólicos totais será adaptada de Swain e Hillis (1959).
- ✓ **Atividade antioxidante:** cinco gramas de amostra serão homogeneizados em ultra-turrax com 20 mL de metanol e centrifugados por 30 minutos a 7000 rpm em centrífuga refrigerada a 4°C. Serão pipetados 200µL de amostra e misturados com 3800µL de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil, diluído em metanol) em tubos de 15mL com tampa. Os tubos serão agitados e deixados para reagir por 24 horas. A leitura de absorbância será feita em espectrofotômetro zerado com metanol, no comprimento de onda de 515nm. Uma curva padrão será construída para o TROLOX (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico). A metodologia utilizada para determinação da atividade total será adaptada de Brand-Williams et al. (1995).

2.7.2.1.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental será inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 4 (duas cultivares e quatro soluções nutritivas), totalizando oito tratamentos com quatro

repetições, sendo a unidade experimental composta por quatro plantas. Os dados serão submetidos à análise da variância pelo teste F e, quando significativos, submetidos à comparação entre médias, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

2.7.2.2 Experimento 2: Influência da utilização de diferentes soluções nutritivas durante a produção de mudas, no crescimento e desenvolvimento vegetativo de plantas, produção e qualidade de morangos em sistema de cultivo convencional

O experimento será conduzido em cultivo convencional no solo, em uma propriedade particular, localizada no interior de Pelotas-RS. Serão utilizadas mudas das cultivares Camarosa e Aromas, produzidas na Embrapa Clima Temperado, provenientes do sistema de cultivo sem solo utilizando quatro diferentes soluções nutritivas. Os tratamentos consistirão de duas cultivares (Aromas e Camarosa) e quatro soluções nutritivas utilizadas durante a produção das mudas. A composição das soluções nutritivas serão descritas a seguir: solução 1 (mmol.L^{-1} : 3,05 de NO_3^- ; 0,28 de NH_4^+ ; 2,94 de H_2PO_4^- ; 5,23 de K^+ ; 1,38 de Ca^{++} ; 1,22 de Mg^{++} e 2,36 de SO_4^-); solução 2 (mmol.L^{-1} : 9,98 de NO_3^- ; 0,53 de NH_4^+ ; 1,5 de H_2PO_4^- ; 5,66 de K^+ ; 2,65 de Ca^{++} ; 0,99 de Mg^{++} e 0,99 de SO_4^-); solução 3 (mmol.L^{-1} : 9,99 de NO_3^- ; 0,75 de NH_4^+ ; 1,27 de H_2PO_4^- ; 5,98 de K^+ ; 2,92 de Ca^{++} ; 1,83 de Mg^{++} e 2,48 de SO_4^-); e solução 4 é uma solução comercial da empresa Samo[®].

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

O plantio das mudas ocorrerá no mês de abril de 2017, mantendo-se as plantas até janeiro de 2018 e repetindo o experimento em 2018. Os parâmetros que serão avaliados são descritos a seguir:

2.7.2.2.1 Qualidade das mudas

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

2.7.2.2.2 Desenvolvimento das plantas

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

2.7.2.2.3 Produção de frutas

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

2.7.2.2.4 Qualidade das frutas

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

2.7.2.2.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental será em blocos casualizados, em fatorial 2 x 4 (duas cultivares e quatro soluções nutritivas), totalizando oito tratamentos com quatro repetições, sendo a unidade experimental composta por nove plantas. Os dados serão submetidos à análise da variância pelo teste F e, quando significativos, submetidos à comparação entre médias, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

2.8 Recursos necessários

2.8.1 Material Permanente

Equipamentos e material permanente tais como, trator, pulverizador, encanteirador, estufa plástica, tesoura de poda, paquímetro digital, estão disponíveis na Instituição onde serão realizados os trabalhos (Embrapa Clima Temperado-Pelotas, RS).

2.8.2 Material de Consumo

Discriminação	Valor (R\$)
Fertilizantes	650,00
Material plástico	800,00
Material hidráulico	1000,00
Material de Expediente	700,00
Substrato	350,00
Mudas de morangueiro	450,00
Calhas de fibrocimento	500,00
Timer digital	50,00
Armação para Túnel Baixo	120,00
Caixas d'água 500L	500,00
Bandejas	50,00
Balança digital	100,00
Subtotal	5.270,00

2.8.3 Outras despesas

Discriminação	Valor (R\$)
Inscrições em Eventos	650,00
Impressões de Banners	180,00
Viagens	1000,00
Diárias	1200,00
Fotocópias	200,00
Subtotal	3.230,00

2.8.4 Custo Total

Discriminação	Valor (R\$)
Material de Consumo	5.270,00
Outras despesas	3.230,00
Total Parcial	8.500,00
Imprevistos (10% do total)	850,00
Total Final	9.350,00

2.10 Divulgação prevista

A divulgação dos resultados será realizada na forma de artigos científicos em revistas da área, e também em congressos técnicos ligados a área. A difusão da tecnologia deverá ser voltada aos extensionistas, produtores, técnicos, como também a alunos de Agronomia através de visitas aos locais dos experimentos e também reuniões técnicas e palestras sobre a cultura.

2.11 Referências bibliográficas

ANDRIOLO J. L.; OLIVEIRA C. S.; COCCO C.; ERPEN L.; SCHMITT O. J. Qualidade de mudas de morangueiro produzidas com diferentes doses de N em cultivo sem solo. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p.6009-6013, 2008.

ANTUNES, L. E. C.; COCCO, C. Tecnologia para a produção de frutas e mudas do morangueiro. **Agropecuária Catarinense**, v. 25, n. 2, p. 61-65, 2012.

ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry Production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, v. 13, n. 1, p. 156-161, 2013.

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

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30. 1995.

CALVETE E. O.; KAMPF A. N.; SUZIN, M. Concentração de sacarose no enraizamento in vitro de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 186-191, 2002.

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

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

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

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. D. S.; SCHMITZ, 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.

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

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT:** Agricultural Production/strawberry. Disponível em: < <http://faostat.fao.org>>. Acessado em: 15 de agosto de 2017.

GIMENEZ, G. Desenvolvimento de novas cultivares de morangueiro. In: ANDRIOLO, J. L. **Seminário sobre o cultivo hidropônico do morangueiro**. Santa Maria, UFSM, p. 3-8, 2007.

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

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; JANISCH, D.; COCCO, C.; PICIO, M. D. Cell size in trays for the production of strawberry plug transplants. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 7, p. 726-729, 2009.

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

GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C. Mudas sadias: o início do sucesso no cultivo de morango. **Campo & Negócios** – Hortifruti, Uberlândia, n. 128, p. 48-51, 2016.

GODOI, R. S. **Produtividade e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo**. 2008. 55f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. UFSM, Santa Maria.

GREENWOOD, D. J.; STONE, D. Prediction and measurement of the decline in the critical-K, the maximum-K and total cation plant concentration during growth of field vegetables crops. **Annals of Botany**, v. 82 p. 871-881, 1998.

GUTTRIDGE, C. G. *Fragaria x ananassa*. In: **CRC Handbook of Flowering**, Vol. III. A.H. Haley (ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida. p.16-33. 1985.

KIRSCHBAUM, D. S.; VICENTE, C. E.; CANO-TORRES, M. A.; GAMBARDELLA, M.; VEIZAGA-PINTO, F. K.; ANTUNES, L. E. C. Strawberry in South America: from the Caribbean to Patagonia. **Acta Horticulturae**, (ISHS) 1156, v. 1, p. 947-956, 2017.

LARSON, K. D. Strawberry. In: SCHAFFER, B; ANDERSON, P. C. **Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops**. CRC Press, Boca Raton. Temperature crops, p. 271-297, 1994.

LIETEN, F. Recent advances in strawberry plug transplant technology. **Acta horticulturae**, v. 513, p. 383-388, 2000.

LIETEN, F. P.; LONGUESSERRE, J.; BARUZZI, G.; LOPEZ-MEDINA, J.; CLAUDE NAVATEL, J.; KRUEGER, E.; MATALA, V.; PAROUSSI, G. Recent situation of strawberry substrate culture in Europe. **Acta Horticulturae**, v. 649, p.193-196, 2004.

McCREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.; OWENS, S. Determination of starch and amylase in vegetables. **Analytical Chemistry**, v. 22, n. 9, p. 1156-1158, 1950.

MENZEL, C. M.; TOLDI, A. An Evaluation of Containerized Plants for Strawberries Growing in a Subtropical Environment. **Horttechnology**, v. 20, n. 4, p. 786-793, 2010.

OLIVEIRA, R. P.; NINO, A. F. P.; SCIVITTARO, W. B. Mudras certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. **A Lavoura**, v. 108, n. 655, p. 35-38, 2005.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 520-522, 2006.

OLIVEIRA, R. P. de.; SCIVITTARO, W. B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 91-95, 2009.

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

RESENDE, J. T. V.; MORALES, R. G. F.; FARIA, M. V.; RISSINI, A. L. L.; KAMARGO, L. K. P.; CAMARGO, C. K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 185-189, 2010.

SHAW, D. V. Strawberry production systems, breeding and cultivars in California. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2.; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 2004, Pelotas, RS. **Palestras...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 15-20. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124).

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

SWAIN, T.; HILLS, W. E. The phenolic constituents of *Punus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 19, p. 63-68, 1959.

VERDIAL, M. F.; NETO, J. T.; MINAMI, K.; FILHO, J. A. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SCARPARE, F. V.; KLUGE, R. A. Fisiologia de mudas de morangueiro produzidas em sistema convencional e em vasos suspensos. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 524-531, 2009.

VERDIAL, M. F., NETO, J. T., MINAMI, K., FILHO, J. A. S., CHRISTOFFOLETI, P. J., SCARPARE, F. V., BARELA, J. F., DEL AGUILA, J. S., KLUGE, R. A. Vernalização em cinco cultivares de morangueiro. **Ciencia Rural**, v. 37, n. 4, p. 976-981, Agosto. 2007.

VIGNOLO, G. K. Produção e qualidade de morangos durante dois ciclos consecutivos em função da data de poda, tipo de filme do túnel baixo e cor do mulching plástico. **Tese** (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 124p., 2015.

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

3. Relatório do trabalho de campo

O projeto inicial do mestrado sofreu algumas alterações, no mesmo constava que as mudas produzidas com as diferentes soluções nutritivas seriam avaliadas em dois sistemas de cultivo, no solo e sem solo. O experimento que seria realizado no solo, chegou a ser instalado no campo, no primeiro ciclo de cultivo, mas os dados obtidos foram prejudicados por problemas fitossanitários, portanto sua viabilidade se tornou contestável para fornecer resultados consistentes e confiáveis. Durante a fase de matrizeiro de produção de mudas, realizou-se a avaliação da produção das mudas e também de variáveis relacionadas à qualidade das mudas produzidas, durante dois ciclos de cultivo (2016/17 e 2017/18), resultados que foram utilizados para elaboração do artigo um, apresentado nesta dissertação.

O experimento descrito no projeto, relativo à avaliação do desempenho agrônômico das mudas em sistema de cultivo sem solo, foi realizado durante dois ciclos de cultivo (2017/18 e 2018) com algumas alterações e os resultados obtidos originaram o artigo dois apresentado nesta dissertação.

O trabalho foi desenvolvido no período de novembro de 2016 a dezembro de 2018, onde foram avaliados dois ciclos produtivos, sendo divididos em duas etapas. A primeira foi referente à produção de mudas, que no ciclo 2016/17 foram avaliadas a produção de mudas de duas cultivares de morangueiro e quatro soluções nutritivas, totalizando oito tratamentos. No ciclo 2017/18, por questões econômicas e pelos resultados obtidos no primeiro ciclo, optou-se por avaliar as mesmas cultivares avaliadas no primeiro ciclo ('Camarosa' e 'Aromas') e as duas soluções nutritivas mais produtivas no ciclo 2016/17, totalizando quatro tratamentos. Em ambos os ciclos, o sistema utilizado para a produção das mudas foi o apresentado na Figura 1, onde as plantas matrizes foram cultivadas sobre calhas contendo casca de arroz carbonizada, onde as mesmas receberam as diferentes soluções nutritivas, dando origem aos tratamentos e os estolões produzidos cresceram sem o contato com o solo.



Figura 1. Sistema de cultivo sem solo utilizado para a produção dos propágulos de morangueiro em ambos os ciclos de cultivo. SCHIAVON, A. V., 2017.

Após esse primeiro período de produção dos estolões, os propágulos foram coletados, avaliados e colocados para enraizar em bandejas contendo substrato e em ambos os ciclos a coleta dos estolões foi realizada no mês de fevereiro e nesta fase foi utilizado o sistema de irrigação por nebulização, visando evitar a desidratação das mudas, como pode ser visualizado na Figura 2A. Cerca de 50 dias após a coleta dos estolões, as mudas já apresentavam o sistema radicular e a parte aérea bem formados (Figura 2B), então se procedeu a avaliação da qualidade das mesmas.

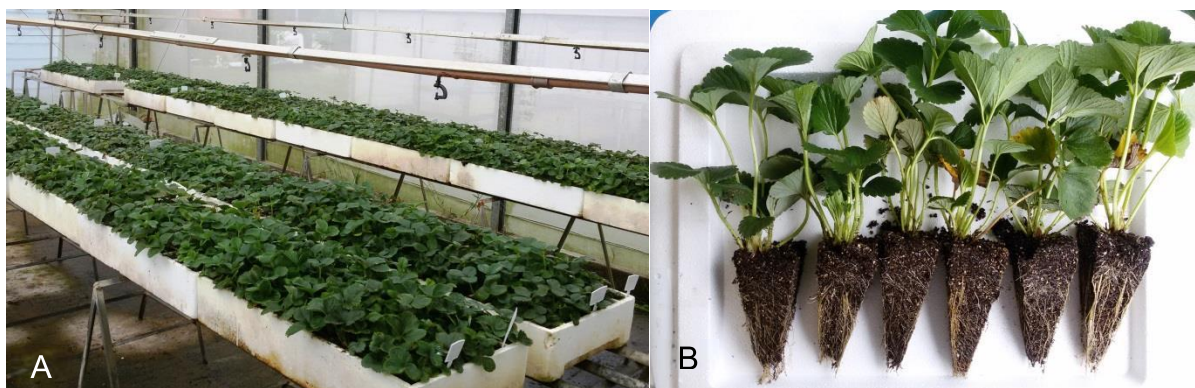


Figura 2. A) Sistema de irrigação utilizado para a produção das mudas; B) Mudanças de torrão, formadas a partir de propágulos produzidos em sistema de cultivo sem solo. SCHIAVON, A. V., 2018.

A segunda etapa foi referente ao desempenho agrônomo das mudas produzidas com diferentes soluções nutritivas, no primeiro ciclo de avaliação o experimento foi realizado de abril de 2017 a março de 2018 e assim como na etapa anterior, em que foram avaliados oito tratamentos, sendo duas cultivares e as quatro soluções nutritivas utilizadas na fase de matrizeiro, nesta etapa também foram avaliadas os oito tratamentos. No ciclo segundo ciclo foram avaliados quatro

tratamentos, sendo duas cultivares e as duas soluções nutritivas que proporcionaram a maior produção de mudas no primeiro ciclo, este experimento foi realizado no período de abril a dezembro de 2018.

Em ambos os ciclos, o cultivo das plantas foi realizado em sistema sem solo, utilizando calhas preenchidas com casca de arroz carbonizada, onde era fornecida a solução nutritiva comercial da empresa Samo[®]. A água e os nutrientes que não eram absorvidos pelas plantas ou retidos pelo substrato, retornavam ao reservatório, caracterizando um sistema fechado de cultivo sem solo (Figura 3). Nos dois ciclos de cultivo foram realizadas avaliações fenológicas e produtivas das mudas, e também da qualidade das frutas produzidas.



Figura 3. Sistema de cultivo sem solo, com recirculação da solução nutritiva utilizado para avaliação do desempenho agrônomo das mudas no ciclo 2017/18 e 2018. SCHIAVON, A. V., 2017.

4. Artigos desenvolvidos

4.1 Artigo 1 Produção e qualidade de mudas de morangueiro produzidas a partir de diferentes soluções nutritivas

Production and quality of strawberry seedlings produced from different nutrient solutions

Artigo a ser submetido para a Revista Semina: Ciências Agrárias (ISSN 1679-0359)

Andressa Vighi Schiavon, Tais Barbosa Becker, Gerson Kleinick Vignolo, Paulo Celso de Mello Farias; Luis Eduardo Corrêa Antunes

Abstract

Cultivation of strawberry in soilless systems is an alternative for the production of high quality physiological and sanitary plantlets. Different formulations of nutritive solutions are described in the literature, they affect the growth directly as well as the production of stolons from the stock plants. The objective of this work was to evaluate the influence of the use of different nutritive solutions during the nurseries stage, on the production and quality of strawberry plantlets of Aromas and Camarosa cultivars. The experiment was carried out in a greenhouse, in which stock plants were grown in cultured beds filled with charcoal rice husk and fed with four different nutritive solutions (NS) with the following composition of macronutrients in mg.L⁻¹, to know: NS1: 147.1 of N; 46.5 of P; 32.1 of S; 221.3 of K; 106.3 of Ca; 24.3 of Mg. NS2: 46.6 of N; 91.1 of P; 75.8 of S; 204.5 of K; 55.3 of Ca; 29.7 of Mg. NS3: 150.5 of N; 38.7 of P; 80.3 of S; 234.6 of K; 118.3 of Ca; 43.7 of Mg. nS4: 132.3 of N; 92.3 of P; 36.9 of S; 212.2 of K; 78 Ca; 18.5 Mg. The experimental design was completely randomized, in a 4x2 factorial scheme (four nutritive solutions and two cultivars) in the first crop cycle, and based on the results of the experiment, only the two most productive solutions (NS3 and NS4) were evaluated in the second cycle with the two cultivars (Camarosa and Aromas), in a 2x2 factorial scheme. In both cycles the treatments were arranged in subdivided plots, the main plots being the nutritive solutions and the cultivars the subplots. The tips produced were collected, evaluated and rooted in trays filled with substrate, forming plantlets as knowed plug plant type, which were evaluated in relation to quality. The use of NS4 for 'Camarosa' and NS3 and NS4 for 'Aromas' provided the highest production of plantlets by the stockt plant and in relation to the quality of the seedlings the use of the same in the stage of production of the seedlings made the seedlings presented quality equal to or greater than NS1 and NS2.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duc. Plug plant. Propagation. Stolon. Substrate.

Resumo

O cultivo do morangueiro em sistemas de cultivo sem solo é uma alternativa para a produção de mudas de alta qualidade fisiológica e sanitária. Diferentes formulações de soluções nutritivas são descritas na literatura, as mesmas afetam diretamente o crescimento, assim como a produção de estolões das plantas matrizes. Objetivou-se com o trabalho avaliar a influência da utilização de diferentes soluções nutritivas durante a fase matrizeiro, na produção e qualidade de mudas de morangueiro das cultivares Aromas e Camarosa. O experimento foi realizado em casa de vegetação, onde as plantas matrizes foram cultivadas em leitos de cultivo preenchidos com casca de arroz carbonizada e as mesmas foram nutridas com quatro diferentes soluções nutritivas (SN) com a seguinte composição de macronutrientes em mg.L⁻¹, SN1:147,1 de N; 46,5 de P; 32,1 de S; 221,3 de K; 106,3 de Ca; 24,3 de Mg. SN2: 46,6 de N; 91,1 de P; 75,8 de S; 204,5 de K; 55,3 de Ca; 29,7 de Mg. SN3: 150,5 de N; 38,7 de P; 80,3 de S; 234,6 de K; 118,3 de Ca; 43,7 de Mg. SN4: 132,3 de N; 92,3 de P; 36,9 de S; 212,2 de K; 78 de Ca; 18,5 de Mg. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2 (quatro soluções nutritivas e duas cultivares) no primeiro ciclo de cultivo e baseado nos resultados do mesmo, no segundo ciclo avaliou-se apenas as duas soluções mais produtivas (SN3 e SN4) juntamente com as duas cultivares (Camarosa e Aromas), em esquema fatorial 2x2.

Em ambos os ciclos os tratamentos foram arranjados em parcelas subdivididas, constituindo as parcelas principais as soluções nutritivas e as cultivares as subparcelas. Os propágulos produzidos foram coletados, avaliados e enraizados em bandejas preenchidas com substrato, formando mudas de torrão, as quais foram avaliadas em relação à qualidade. A utilização da SN4 para ‘Camarosa’ e as SN3 e SN4 para ‘Aromas’ proporcionaram a maior produção de propágulos por planta matriz e em relação à qualidade das mudas a utilização das mesmas na fase de produção dos propágulos fez com que as mudas apresentassem qualidade igual ou superior as SN1 e SN2.

Palavras-chave: Estolão. *Fragaria x ananassa* Duc. *Plug plant*. Propagação. Substrato.

Introdução

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é a espécie de maior importância econômica, dentro do grupo das pequenas frutas. É cultivado nas mais diversas regiões do mundo, segundo dados da FAO de 2017, os principais países produtores são a China, Estados Unidos, México, Egito, Turquia, Espanha e Rússia (FAO, 2018). Apesar do Brasil não estar entre os maiores produtores mundiais de morango, a produção nacional duplicou nos últimos quinze anos, tornando o país o maior produtor da América do Sul, com cerca de 4.200 hectares cultivados com a espécie e onde são produzidas em torno de 120.000 toneladas da fruta (FAGHERAZZI et al., 2017).

Os principais estados produtores são Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo (ANTUNES et al., 2015). No Rio Grande do Sul, o cultivo do morangueiro é uma das principais fontes de renda, principalmente para a agricultura familiar, pois é uma cultura que demanda elevada utilização de mão de obra durante o ciclo produtivo, apresentando uma alta produtividade e rentabilidade econômica por área, quando comparada com outras culturas. No estado, é uma atividade consolidada nas regiões do Vale do Caí, Serra Gaúcha e Pelotas e tem-se verificado um crescimento da produção na região dos Campos de Cima da Serra (LAZZAROTTO; FIORAVANÇO, 2011).

O morangueiro apesar de ser uma cultura perene, é cultivada como anual, principalmente no cultivo convencional no solo, devido ao acúmulo de doenças e pragas de um ano de cultivo para outro, acarretando baixa produtividade de frutas, fazendo com que todos os anos as plantas das lavouras sejam renovadas (OLIVEIRA et al., 2005; COCCO, 2010). Estima-se que a demanda anual das principais regiões produtoras de morango no país, é em torno de 175.000.000 de mudas (ANTUNES; PERES 2013).

No Brasil, o principal sistema de produção de mudas utilizado, é aquele em que as plantas matrizes são cultivadas em viveiros a céu aberto e os estolões são enraizados diretamente no solo, gerando mudas de raízes nuas (DAL PICIO et al., 2013). Este sistema pode acabar comprometendo a qualidade fitossanitária das mudas produzidas, pois a utilização de produtos, como o brometo de metila para a fumigação do solo, a qual visa o controle de doenças de solo, nematóides e larvas, não é uma prática permitida no Brasil, mas realizada em países como o Chile e a Argentina, de onde o país importa cerca de 15% das mudas utilizadas nas áreas de cultivo de morango (BARUZZI et al., 2012; ANTUNES; PERES, 2013).

O Rio Grande do Sul é o estado brasileiro que apresenta a maior dependência em relação à importação de mudas, onde aproximadamente 90% da área cultivada é implantada com mudas importadas (GONÇALVES e ANTUNES, 2016). A cultura do morangueiro vem migrando do cultivo tradicional no solo, para o cultivo sobre bancadas em sistemas fora do solo, onde são utilizados substratos e ambiente

protegido, através do qual é possível diminuir a incidência de pragas e doenças e facilitar os tratos culturais (RADIN et al., 2011).

O cultivo sem solo e a produção de mudas ‘plug plant’ permitem a produção de mudas com alta qualidade e sanidade, possibilitando que o plantio seja realizado na época mais adequada, proporcionando um aumento na produção de frutas na entressafra (JANISCH et al., 2012). Neste sistema, utilizam-se plantas matrizes provenientes da cultura de tecidos, que são plantadas em leitos de cultivo fora do solo e seus propágulos enraizados em substrato (ANDRIOLO et al., 2008). A utilização de substratos inertes, como a casca de arroz carbonizada, para o cultivo das plantas matrizes, permite um maior controle dos nutrientes presentes na solução nutritiva, principalmente quando utilizam-se “sistemas fechados”, que são aqueles em que a solução drenada retorna para o reservatório de solução nutritiva e a mesma é fornecida novamente as plantas.

A composição da solução nutritiva é um dos principais fatores que afetam o crescimento das plantas, a mesma deve ser adaptada para os diferentes sistemas de cultivos, assim como para as diferentes cultivares (JANISCH et al., 2012). Diferentes formulações de soluções nutritivas podem ser encontradas na literatura para o cultivo sem solo do morangueiro, tanto na fase de produção de mudas quanto de frutas (GIMÉNEZ et al., 2008). De acordo com a concentração dos nutrientes presentes na mesma, a planta terá um maior ou menor crescimento vegetativo e com isso produzirá um maior ou menor número de estolões, fatores que possivelmente influenciarão a qualidade da muda produzida. De acordo com Mattner et. al (2017), a produção de estolões das plantas matrizes é influenciada por vários fatores entre eles pelo clima da região, pela cultivar, pela nutrição fornecida as plantas matrizes e também pelo sistema de cultivo utilizado.

A solução nutritiva pode ser ajustada de acordo com a necessidade de cada cultivar e fase de crescimento (MENZEL; TOLDI, 2010), porém no Brasil são escassos os resultados de pesquisas sobre a composição e o manejo da solução nutritiva na fase de produção de mudas de morangueiro. Portanto novos estudos devem ser realizados utilizando diferentes soluções nutritivas em sistemas de cultivo fora do solo para produção de mudas de morangueiro, que possibilitem a produção de mudas de elevada qualidade fisiológica e fitossanitária, alavancando a produção de mudas no Brasil e diminuindo assim, a dependência do produtor pela muda importada.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a utilização de diferentes soluções nutritivas, durante a fase de matrizeiro, na produção e qualidade de mudas de morangueiro das cultivares Aromas e Camarosa.

Materiais e métodos

Os experimentos foram conduzidos na área experimental pertencente à Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, latitude de 31°40’ sul e longitude 52°26’ oeste, com 60 m de altitude. O clima da região, segundo W. Köppen, é do tipo “Cfa” – temperado úmido com verões quentes, com temperatura e precipitação média anual de 17,9°C e 1500 mm, respectivamente. Dois experimentos foram realizados, o primeiro entre novembro de 2016 e maio de 2017 e o segundo entre outubro de 2017 e maio de 2018, para os quais, foram utilizadas duas casas de vegetação, uma como matrizeiro e a outra para o estabelecimento e crescimento das

mudas, ambas protegidas na parte superior com filme de polietileno transparente de baixa densidade (150 µm de espessura) e lateralmente com tela antiafídica

No primeiro ciclo de cultivo realizado em 2016-2017 foram estudadas duas cultivares comerciais de morangueiro, ‘Camarosa’, de dias curtos e, ‘Aromas’, de dias neutros, e quatro soluções nutritivas (Tabela 1), onde a solução nutritiva 1 (SN1) foi formulada com base na solução proposta por Furlani e Fernandes Junior (2004); Solução nutritiva 2 (SN2), com base em uma das soluções utilizadas por produtores de morango em sistema de cultivo sem solo na região de Pelotas-RS; Solução nutritiva 3 (SN3) com base na solução proposta por Sonneveld e Straver (1994) e adaptada por Peil et.al (2018); Solução nutritiva 4 (SN4), solução comercial da empresa Samo[®]. O conteúdo de micronutrientes foi padronizado para as soluções nutritivas 1, 2 e 3, com a seguinte composição em (mg.L⁻¹): 1,44 de Fe; 0,5 de Mn; 0,68 de Zn; 0,42 de B; 0,72 de Cu; 0,007 de Mo; A SN4, possui em sua composição os micronutrientes necessários para o desenvolvimento da cultura, porém não são especificados no rótulo do produto as quantidades utilizadas de cada micronutriente.

Baseado nos resultados preliminares de produção de mudas do ciclo 2016-2017, foram selecionadas as duas soluções nutritivas que apresentaram os melhores resultados e juntamente com as duas cultivares ‘Camarosa’ e ‘Aromas’, foram estudadas novamente durante o ciclo de cultivo 2017-2018. Todas as matrizes utilizadas no experimento eram provenientes da cultura de tecidos, adquiridas de uma empresa comercial. Foi utilizado o sistema de cultivo sem solo, com recirculação da solução nutritiva, o qual era composto por telhas de fibrocimento de 2,30m de comprimento, 0,80m de largura e dois canais de 0,10 m de altura, apoiadas sobre cavaletes metálicos, mantendo as telhas a 1,10m de altura do solo e com 5% de declividade para a drenagem da solução nutritiva.

As telhas foram impermeabilizadas com filme de polietileno preto (150 µm de espessura), em seguida os canais foram preenchidos com casca de arroz carbonizada, a mesma foi utilizada como substrato para a sustentação e o crescimento das raízes das plantas, sobre o mesmo foi colocada uma fita de irrigação com intervalos de 0,10m entre gotejadores, na proporção de uma fita gotejadora para cada canal da telha, para o fornecimento da solução nutritiva. Posteriormente as telhas foram cobertas com filme de polietileno dupla-face branco e preto (150µm de espessura), com a parte branca voltada para cima e as matrizes dispostas 0,30m entre plantas, totalizando seis plantas por canal de cultivo. O sistema de irrigação era composto por quatro moto-bombas e quatro reservatórios de água de 310 litros cada, onde cada conjunto abastecia quatro telhas, ou seja, oito canais de cultivo, de forma que o conjunto (moto-bomba e reservatório) delimitava cada solução nutritiva.

As fertirrigações foram realizadas diariamente, nove vezes ao dia em uma frequência de dez minutos, sendo oito delas a cada duas horas (6:00; 8:00; 10:00; 12:00; 14:00; 16:00; 18:00; 20:00 horas) e uma durante a noite as 2:00 horas, todas com vazão média por gotejador de 1,5 L.hora⁻¹. O pH e a condutividade elétrica foram monitorados semanalmente durante o período de produção, sendo o pH mantido entre 5,5 e 6,5.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4x2 (quatro soluções nutritivas e duas cultivares) no primeiro ciclo, e 2x2 (duas soluções nutritivas e

duas cultivares) no segundo ciclo, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas, constituindo as parcelas principais as soluções nutritivas e as cultivares, as subparcelas. Cada unidade experimental foi formada por seis plantas matrizes.

O plantio das matrizes no primeiro ciclo de cultivo ocorreu no dia 16 de novembro de 2016 e no segundo ciclo no dia 10 de outubro de 2017. Todas as flores emitidas pelas plantas matrizes durante o cultivo foram retiradas.

As coletas dos propágulos foram realizadas, em ambos ciclos de cultivo, a partir da segunda quinzena do mês de fevereiro. Para o enraizamento dos propágulos, bandejas de poliestireno de 72 células (volume interno de 124 mL), foram preenchidas com substrato comercial Carolina Soil[®], composto a base de turfa de Sphagno, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola, com pH: $5,5 \pm 0,5$; Condutividade elétrica: $0,4 \pm 0,3 \text{ mS.cm}^{-1}$; Densidade: 145 Kg/m^3 ; Capacidade de retenção de água: 55% e umidade máxima: 50%, juntamente com o fertilizante Osmocote[®] 15-9-12 (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), na proporção de 5 Kg/m^3 . Os propágulos coletados foram colocados em contato com o substrato e mantidos em câmara de nebulização com uma frequência de irrigação de 12,5 segundos a cada 10 minutos durante os 7 primeiros dias, e dos 7 aos 14 dias, 12,5 segundos a cada hora, com vazão média de 36 L.hora^{-1} e após este período as mudas foram transferidas para bancadas de crescimento, sendo irrigadas manualmente uma vez ao dia até estarem bem formadas, cerca de 50 dias após o plantio dos propágulos. O controle de pragas e doenças foi realizado utilizando produtos químicos registrados para a cultura no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

As variáveis analisadas foram divididas em dois grupos: as variáveis referentes à planta matriz e as variáveis referentes à qualidade das mudas produzidas. As variáveis referentes ao matrizeiro foram as seguintes: Número médio de estolões por planta matriz, obtido através da contagem direta de todos os estolões que cada planta matriz emitiu, sendo o mesmo expresso em estolões por planta; Número médio de mudas por planta: obtido através da contagem direta de todos os propágulos produzidos pela planta matriz, sendo expresso em mudas por planta; Número médio de propágulos por estolão: obtido através quociente entre o número médio de mudas produzidas por planta e o número médio de estolões produzidos por planta, sendo o mesmo expresso em número de propágulos por estolão.

As variáveis referentes à qualidade das mudas foram mensuradas cerca de 50 dias após o plantio dos propágulos nas bandejas, neste momento as mudas estavam prontas para o transplante para a área de produção de frutas, para isso utilizou-se quatro repetições de seis plantas para cada tratamento, avaliando-se as seguintes variáveis: Diâmetro de coroa: mensurado com o auxílio de um paquímetro digital e os resultados expressos em milímetros (mm); Número médio de folhas: mensurado através da contagem do número de folhas que cada muda apresentava no momento da comercialização, resultados expressos em folhas.muda^{-1} ; Comprimento do sistema radicular: mensurado com o auxílio de uma régua graduada e os resultados expressos em centímetros (cm); Comprimento médio do pecíolo: obtido através da mensuração do comprimento do pecíolo das folhas, com auxílio de uma régua graduada e os resultados expressos em centímetros (cm); Massa seca de folhas, coroa e raízes: o material separado em folhas (folha + pecíolo),

coroa e sistema radicular, e posteriormente colocou-se em estufa a 65°C com circulação de ar forçada até obter massa constante, sendo os resultados expressos em gramas por planta (g.planta^{-1}).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey (a 5% de probabilidade de erro).

Resultados e discussão

De acordo com a análise da variância, as variáveis referentes ao número de propágulos por estolão, número de estolões e de mudas por matriz, no ciclo 2016/2017, apresentaram interação significativa entre cultivares e as soluções nutritivas estudadas (Tabela 2). Para ‘Camarosa’ a utilização da SN4, para a produção de mudas, proporcionou o maior número de propágulos por estolão, número de estolões e de mudas por matriz, o que possivelmente está associado ao conteúdo de fósforo que está presente em maior concentração na SN4, do que nas demais soluções.

O fósforo é um nutriente que participa da formação dos açúcares fosfato, os quais são intermediários da fotossíntese e da respiração, também é um componente de nucleotídeos, como a adenosina trifosfato (ATP), que atua no metabolismo energético das plantas, afetando diretamente a fotossíntese e a respiração, assim como o armazenamento e a transferência de energia, a divisão e o crescimento celular (TAIZ et al., 2017). Logo, soluções com baixas concentrações de fósforo podem afetar o crescimento vegetativo, incluindo a emissão de estolões. No entanto, a SN2 apresenta quantidade de fósforo similar a da SN4 (Tabela 1), que produziu o menor número de estolões e de mudas por matriz em comparação com as demais soluções, porém a mesma apresenta uma baixa concentração de nitrogênio. De acordo com Taiz et al. (2017), esse elemento mineral é requerido pelas plantas em grandes quantidades, por fazer parte de muitas moléculas vegetais, dentre elas a clorofila, os aminoácidos e ácidos nucleicos, portanto a deficiência de nitrogênio afeta diretamente o crescimento das plantas. As dosagens de nitrogênio podem favorecer a produção e a ramificação dos estolões, durante a fase de multiplicação, além de influenciar a velocidade e o desenvolvimento das mudas durante o seu período de formação (NERI et al., 2012). A absorção de nitrogênio pelas plantas é um processo que requer energia na forma de ATP, e como o fósforo faz parte da composição destas substâncias, o equilíbrio entre a relação de nitrogênio (N) e fósforo (P) é fundamental para que um favoreça a absorção do outro. A SN1 apresenta uma relação N:P de 3,16, portanto a mesma possui 3,16 mg de nitrogênio para 1 mg fósforo, SN2 de 0,51, SN3 de 3,89 e SN4 de 1,43, logo soluções que apresentam relações N:P em torno de 1,4 são as mais adequadas para a produção de mudas de morangueiro da cultivar Camarosa.

Para ‘Aromas’, o maior número de propágulos por estolão, número de estolões e de mudas por matriz foi verificado nas SN3 e SN4, não havendo diferença estatística entre as mesmas. Na comparação entre as cultivares para cada uma das soluções nutritivas, independente da solução nutritiva utilizada, a cultivar Aromas apresentou o maior número de propágulos por estolão do que ‘Camarosa’, resultados semelhantes foram encontrados por Becker (2017) e Oliveira et al. (2007), demonstrando que ‘Aromas’ tende a apresentar estolões de maior comprimento e assim um maior número de mudas por estolão. No entanto, a cultivar Camarosa foi significativamente superior a ‘Aromas’, produzindo um maior número de

estolões por matriz em todas as soluções nutritivas. Segundo Serçe e Hancock (2005), o número de estolões formados por planta é variável entre as cultivares, geralmente as cultivares de dias curtos produzem um maior número de estolões que as plantas de dias neutros.

Para o número de mudas produzidas por matriz, não houve diferença estatística significativa entre ‘Aromas’ e ‘Camarosa’, quando as mesmas foram nutridas com as SN2 e SN3, porém para as SN1 e SN4, a cultivar Camarosa produziu maior número de mudas por matriz em comparação a ‘Aromas’ (Tabela 2). Plantas das cultivares de dias curtos como a ‘Camarosa’, em condições de temperaturas elevadas e de dias longos, tendem a emitir grande quantidade de estolões, propagando-se vegetativamente, enquanto a emissão de flores diminui significativamente (VERDIAL et al., 2007). Enquanto que as cultivares de dias neutros como ‘Aromas’, florescem continuamente, independente do fotoperíodo (SERÇE; HANCOCK, 2005), onde a diferenciação floral ocorre em condições de temperatura abaixo de 28°C (GUTTRIDGE, 1985). Fator que pode explicar a diferença encontrada entre as cultivares para a produção de mudas, pois o período de produção das mesmas ocorreu no verão, e de acordo com Filgueira (2003), neste período o fotoperíodo aumenta e ocorre também a elevação da temperatura, favorecendo a emissão de estolões.

No experimento realizado em 2017/2018, não houve interação significativa entre os fatores, para o número de propágulos por estolão, número de estolões e de mudas por matriz (Tabela 3). O número de propágulos por estolão e de estolões por matriz não sofreu o efeito isolado das soluções nutritivas, porém apresentou significância para o fator cultivar, em que ‘Aromas’ apresentou maior número de propágulos por estolão e ‘Camarosa’ maior número de estolões por matriz. O número de mudas por matriz foi influenciado pelo efeito isolado de cada um dos fatores estudados, onde a SN4 foi significativamente superior a SN3, esta variação pode estar associada ao conteúdo de fósforo presente nas mesmas (Tabela 1), que possivelmente interferiu na absorção de nitrogênio.

O fósforo e o nitrogênio interagem de forma sinérgica (SHUMAN, 1994), logo um favorece a absorção do outro. O nitrogênio é absorvido pelas plantas na forma de nitrato (NO_3^-) e ou amônio (NH_4^+), e segundo Kleinhofs e Warner (1990), a absorção de nitrato é um processo que requer energia para o transporte contra o gradiente de potencial eletroquímico, para o qual são necessárias substâncias redutoras e adenosina trifosfato (ATP). Portanto, deficiências de fósforo podem diminuir a absorção de nitrato e amônio, assim como a translocação do nitrato absorvido pelas raízes para a parte aérea, afetando a síntese de proteínas (ARAUJO; MACHADO, 2006).

Em relação às cultivares, ‘Camarosa’ produziu o maior número de mudas por matriz, com média de 120,49 mudas por matriz, diferindo de ‘Aromas’, que produziu 96,47 mudas por matriz. Gonçalves (2015) estudando o potencial propagativo de cultivares de morangueiro, na região de Pelotas-RS, também verificou superioridade da cultivar Camarosa sobre ‘Aromas’, em relação à capacidade de produção de mudas por planta matriz. As diferentes taxas de propagação do morangueiro podem ser atribuídas à composição genética de cada cultivar, aos diferentes sistemas de cultivos, as condições ambientais e ao manejo da cultura (OLIVEIRA et al. 2010).

Os parâmetros comprimento médio do pecíolo e das raízes, referentes à qualidade das mudas produzidas com as diferentes soluções nutritivas, foram influenciados pela interação entre os fatores

estudados, no ciclo 2016/2017 (Tabela 4). Para a cultivar Aromas, as soluções nutritivas não influenciaram o comprimento médio do pecíolo e das raízes das mudas produzidas. Para ‘Camarosa’ o menor comprimento do pecíolo foi verificado quando utilizou-se a SN2, diferindo significativamente das demais e o maior comprimento radicular foi proporcionado pela SN2, diferindo significativamente apenas da SN3, esse menor crescimento da parte aérea proporcionado pela SN2 e maior crescimento radicular, pode ser devido a planta ter destinado suas reservas para formar primeiramente o sistema radicular para absorção de água e nutrientes e posteriormente a parte aérea.

Na comparação entre as cultivares para cada uma das soluções nutritivas, as cultivares não diferiram entre si em relação ao comprimento médio do pecíolo com a utilização das SN3 e SN4, porém quando utilizou-se a SN1, valores superiores de comprimento médio do pecíolo foram produzidos pela cultivar Camarosa. No entanto para a SN2, ocorreu o inverso, ‘Aromas’ apresentou folhas com maior comprimento do pecíolo, o que pode estar relacionado ao conteúdo de nitrogênio presente nas soluções.

Becker (2017), avaliando a produção de mudas de morangueiro com a utilização de soluções nutritivas com diferentes concentrações de nitrogênio, observou que quando as mudas foram produzidas com a solução que continha a maior concentração de nitrogênio, a cultivar Camarosa apresentou folhas com maior comprimento médio de pecíolo que ‘Aromas’, enquanto que aquelas mudas produzidas com a solução com a menor concentração de nitrogênio, a cultivar Aromas apresentou maior comprimento de pecíolo que ‘Camarosa’. O mesmo ocorreu no presente experimento, o que demonstra que ‘Camarosa’ é mais exigente em nitrogênio que ‘Aromas’. O maior comprimento radicular foi verificado nas mudas de ‘Aromas’, quando as mesmas foram produzidas com as SN1 e SN3, diferindo significativamente de ‘Camarosa’, porém quando utilizou-se as SN2 e SN4, o comprimento radicular das mudas produzidas não variou entre as cultivares (Tabela 4).

O diâmetro de coroa e o número de folhas das mudas produzidas no ciclo 2016/2017 e 2017/2018, juntamente com o comprimento médio do pecíolo e das raízes das mudas produzidas no ciclo 2017/2018, não foram influenciadas pela interação entre as soluções nutritivas e as cultivares (Tabela 5). Nos dois ciclos de cultivo, as cultivares estudadas apresentaram diferença estatística significativa para o número de folhas, para o qual, ‘Aromas’ foi superior a ‘Camarosa’, mas as mesmas não diferiram entre si em relação ao diâmetro de coroa, em ambos os ciclos de cultivo.

No ciclo 2016/2017, mudas com maior diâmetro de coroa foram obtidas quando utilizou-se a SN4, porém a mesma só diferiu significativamente da SN2, que apresentou o menor diâmetro de coroa, o que possivelmente está relacionado ao baixo conteúdo de nitrogênio presente na SN2 (Tabela 1). De acordo com Silveira et al. (2016), o nitrogênio faz parte da síntese da clorofila, estando desta forma diretamente ligado ao metabolismo fotossintético das plantas, logo a deficiência deste nutriente compromete o desenvolvimento da planta, diminuindo a produção de massa seca da parte aérea e do sistema radicular.

O diâmetro de coroa está diretamente relacionado com as reservas da planta, pois na coroa estão presentes os carboidratos, principalmente o amido, de forma que a concentração do mesmo pode ser correlacionada positivamente com o potencial produtivo das plantas (TORREZ-QUEZADA et al., 2015).

No ciclo 2017/2018, em que foram estudadas somente as SN3 e SN4, as mesmas não influenciaram o diâmetro de coroa das mudas, assim como no ciclo anterior. Todas as mudas produzidas, independente da solução nutritiva ou cultivar estudada, apresentaram diâmetro médio de coroa superior ao que é considerado mínimo para que uma muda tenha uma boa qualidade fisiológica, que é de 8 mm (HOCHMUTH et al., 2006).

Em relação ao número de folhas, no primeiro ciclo de cultivo (2016/2017), a SN4 resultou em mudas com maior número de folhas, diferindo significativamente da SN1. Vale ressaltar que as soluções SN1 e SN4 possuem quantidades semelhantes de nitrogênio, 147,1 e 132,3 mg.L⁻¹, respectivamente, mas o conteúdo de fósforo das mesmas varia, sendo que a SN4 possui 92,3 mg. L⁻¹ e a SN1 46,5 mg.L⁻¹, o que possivelmente pode ter limitado a absorção de nitrogênio pelas plantas nutridas com a SN1. De acordo com Kleinhofs e Warner (1990), a absorção de nitrogênio é processo que requer energia, e o fósforo faz parte do metabolismo energético das plantas, desta forma o menor conteúdo de fósforo presente na SN1, pode ter afetado negativamente o metabolismo energético da planta e assim comprometido a absorção de nitrogênio, o que ocasionou um menor crescimento da parte aérea e como consequência um menor número de folhas por planta.

No ciclo 2017/2018, houve diferença entre as SN3 e SN4, para a variável número de folhas, demonstrando que o conteúdo de nutrientes presentes nas soluções nutritivas utilizadas na fase de matrizeiro influenciam no desenvolvimento da parte aérea das mudas. Segundo Prado (2008), a absorção de nutrientes pelas plantas é um processo seletivo e específico, porém, existe certa competição entre os mesmos, podendo ser sinérgica, quando um íon auxilia a absorção e outro, ou antagônica, quando a presença de um íon prejudica a absorção de outro.

Já o comprimento do pecíolo das folhas das mudas produzidas no ciclo 2017/2018, não foi influenciado pelas soluções nutritivas e pelas cultivares, neste mesmo ciclo, o comprimento radicular das mudas da cultivar Aromas foi significativamente superior que ‘Camarosa’, no entanto, as soluções nutritivas não interferiram nesta variável (Tabela 5).

As mudas produzidas no ciclo 2016/2017, apresentaram interação significativa entre os fatores estudados, para as variáveis: massa seca de folhas, coroas e raízes (Tabela 6). Para ‘Camarosa’, a maior massa seca de folhas foi obtida através da utilização da SN4 e da SN1, não havendo diferenças entre as mesmas, mas ambas diferiram significativamente da SN2. O menor conteúdo de nitrogênio presente na SN2, pode ter afetado o desenvolvimento dos propágulos desde a fase de matrizeiro, assim como na etapa seguinte, em que os estolões são colocados para enraizar em substratos para a formação da muda, e como esse propágulo já foi formado com deficiências nutricionais, a qualidade da muda acaba sendo comprometida.

Em relação à massa seca de coroa das mudas de ‘Camarosa’, as soluções nutritivas não influenciaram essa variável, enquanto que a maior massa seca de raízes foi verificada quando utilizou-se a SN4, diferindo significativamente das demais. Para a cultivar Aromas, a massa seca de folhas e de raízes das mudas não foram influenciadas pelas diferentes soluções nutritivas utilizadas na produção dos propágulos na fase de matrizeiro, no entanto, a utilização da SN4 proporcionou mudas com maior massa seca de coroa

diferindo significativamente da SN1. Em mudas ‘plug plant’, os principais parâmetros utilizados para avaliar a qualidade das mudas, são o diâmetro da coroa, o volume e a qualidade das raízes e a massa seca da parte aérea, pois são fatores que mais influenciam a produção do morangueiro (MENZEL; SMITH, 2012).

Na comparação das cultivares para cada uma das soluções nutritivas, verificou-se que com a utilização da SN1 e SN4, ‘Camarosa’ apresentou maior massa seca de folhas que ‘Aromas’, e nas SN2 e SN3, não houve diferença entre as cultivares. As mudas produzidas com as SN2, SN3 e SN4 apresentaram valores semelhantes para massa seca de coroa, independente da cultivar estudada, não havendo diferença entre as mesmas, no entanto o emprego da SN1 propiciou mudas com maior massa seca de coroa para a cultivar Camarosa, sendo estatisticamente diferente de ‘Aromas’.

Com a utilização das SN1, SN2 e SN3 as cultivares Camarosa e Aromas, não diferiram entre si, em relação à massa seca de raízes, porém, quando a SN4 foi empregada ‘Camarosa’ apresentou maior massa seca de raízes (Tabela 6). O sistema radicular das mudas é um dos fatores que mais influencia no sucesso pós transplântio das mudas, pois são tecidos que possuem energia armazenada na forma de amido e também são utilizados para absorção de água e nutrientes, os quais são fundamentais para a formação de novas folhas e raízes. De acordo com Torres-Quezada et al. (2015), tecidos com elevadas quantidades de matéria seca, favorecem a retomada do crescimento das plantas após o transplante.

A massa seca referente às diferentes partições de folhas, coroa e raízes das mudas produzidas no ciclo 2017/2018, não apresentaram interação significativa entre as cultivares e as soluções nutritivas. O fator solução nutritiva não influenciou a massa seca de folhas, coroa e raízes das mudas produzidas (Tabela 7), enquanto que o fator cultivar interferiu somente na variável massa seca de folhas, na qual ‘Camarosa’ produziu maior massa que ‘Aromas’.

As cultivares são plantas de uma mesma espécie, que possuem características genéticas distintas, o que as confere diferentes comportamentos quando as mesmas são levadas ao campo, tanto nos aspectos relacionados a produção de frutas, resistência à pragas e doenças e também arquitetura de planta, no qual o vigor pode ser um dos parâmetros utilizados para diferenciar as cultivares. Segundo Oliveira e Antunes (2016), uma das características da cultivar Camarosa é o alto vigor apresentado por suas plantas, enquanto que ‘Aromas’ é considerada como uma cultivar de médio vigor, característica que é notada principalmente na massa foliar das plantas, como observado neste experimento, em que as mudas de ‘Camarosa’ apresentaram maior massa seca de folhas que as de ‘Aromas’, no entanto, para as demais variáveis as cultivares retrataram resultados estatisticamente similares.

O interesse dos viveiristas, produtores de mudas de morangueiro, é a busca de técnicas de manejo que proporcionem elevada produção de mudas por planta matriz, para que possam obter a maior rentabilidade possível, enquanto que o interesse dos produtores de frutas, é a busca por mudas de excelente qualidade, que apresentem elevada sanidade e produtividade.

No entanto, a pesquisa não consegue atender a demanda de toda cadeia produtiva através da recomendação de uma técnica de cultivo que englobe todas as exigências, pois muitas vezes quando uma planta matriz produz muitas mudas, parte delas acabam sendo mudas fracas, pois possuem baixa quantidade de reservas e após o transplante acabam morrendo ou apresentando uma baixa produção de frutas. Desta

forma, é necessária a utilização de soluções nutritivas que proporcionem uma adequada nutrição da planta matriz, para que a mesma produza mudas em quantidade e qualidade para suprir a necessidade do mercado interno do país.

Com a realização deste trabalho observou-se que as soluções nutritivas influenciam mais o número de propágulos produzidos por matriz, do que propriamente a qualidade das mudas produzidas. Uma vez que as mudas de torrão ('plug plant') são formadas a partir dos propágulos coletados da planta matriz e colocados para enraizar em substratos e o substrato utilizado neste experimento possuía determinada quantidade de nutrientes e junto a este foi adicionado o fertilizante Osmocote®, que em conjunto forneceram os nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das mudas. Através das análises das avaliações realizadas referente à qualidade das mudas, observou-se que de forma geral, independente da solução nutritiva utilizada, as mesmas apresentaram resultados satisfatórios, apresentando pequena variação entre as mesmas, portanto, em mudas 'plug plant', o crescimento e desenvolvimento não depende somente dos nutrientes e reservas fornecidos pela planta matriz, na fase de matrizeiro, quando na etapa seguinte os propágulos são colocados para enraizar em substratos que forneçam determinadas quantidades de nutrientes.

Desta forma, o viveirista, produtor de mudas de 'plug plant' de morangueiro, pode optar por utilizar aquelas soluções nutritivas que possibilitem a produção de um maior número de propágulos por planta matriz, uma vez que a mesma não exerce forte influência sobre a qualidade da muda, de forma que possa tornar sua atividade o mais rentável possível.

Conclusões

A produção de mudas é influenciada tanto pelo genótipo, quanto pela constituição da solução nutritiva utilizada na fase de matrizeiro;

As soluções nutritivas influenciam mais o potencial propagativo das plantas matrizes do que a qualidade das mudas 'plug plant' produzidas;

Propágulos de morangueiro, produzidos com diferentes soluções nutritivas, originam mudas 'plug plant' com qualidades fisiológicas semelhantes, quando formadas em substrato que forneça nutrientes;

A cultivar Camarosa apresenta maior potencial de propagação que 'Aromas', no sistema de cultivo sem solo;

Referências

- ANDRIOLO J. L.; OLIVEIRA C. S.; COCCO C.; ERPEN L.; SCHMITT O. J. Qualidade de mudas de morangueiro produzidas com diferentes doses de N em cultivo sem solo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 2, p. 6009-6013, 2008.
- ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry Production in Brazil and South America. *International Journal of Fruit Science*, London, v. 13, n. 1, p. 156-161, 2013.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Morangos do jeito que o consumidor gosta. *Campo & Negócios, Anuário HF*, n. 1, p. 64-72, 2015.

- 1 ARAUJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: Fernandes, M. S. (Ed). *Nutrição mineral de plantas*.
2 Viçosa: SBCS, 2006. p. 253-280.
- 3 BARUZZI, G.; LUCCHI, P.; FAEDI, W.; SIMPSON, D. Technologie, vivaismo e nuove varietà: la
4 fragricoltura mondiale guarda al futuro. *Frutticoltura*, Bologna, v. 74, n. 6, p. 14-20, 2012.
- 5 BECKER, T. B. *Produção de mudas de morangueiro fora do solo sob diferentes concentrações de*
6 *nitrogênio nas matrizes e datas de plantio das mudas na Região Sul do RS. 2017*. Dissertação (Mestrado em
7 Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- 8 COCCO, C. *Qualidade fisiológica das mudas na produção de frutas do morangueiro*. 2010. Dissertação
9 (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- 10 DAL PICIO, M.; ANDRIOLO, J. L.; JÄNISCH, D. I.; SCHMITT, O. J.; LERNER, M. A. Fruit yield of
11 strawberry stock plants after runner tip production by different cultivars. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.
12 31, n. 3, p. 375-379, 2013.
- 13 FAGHERAZZI, A. F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A. A.; MOLINA, A. R.; GONÇALVES, M. A.;
14 ANTUNES, L. E. C.; BARUZZI, G.; RUFATO L. Strawberry production progress in Brazil. *Acta*
15 *Horticulturae*, Leuven, v. 1, p. 937-940, 2017.
- 16 FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAOSTAT: Agricultural*
17 *Production/strawberry*. Disponível em: < <http://faostat.fao.org>>. Acessado em: 14 de novembro de 2018.
- 18 FILGUEIRA, F. A. R. *Novo Manual de Olericultura*. Agrotecnologia moderna na produção e
19 comercialização de hortaliças. 2. ed, Viçosa: UFV, 2003. 412p.
- 20 FURLANI, P. R.; FERNANDEZ JÚNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In:
21 SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO & ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS
22 NATIVAS DO MERCOSUL, 2, 2004, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 102-
23 115.
- 24 GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; GODÓI, R. dos S. Cultivo sem solo no morangueiro. *Ciência Rural*,
25 Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 273-279, 2008.
- 26 GONÇALVES, M. A. *Produção de mudas de morangueiro e comportamento a campo*. 2015. Tese
27 (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade
28 Federal de Pelotas, Pelotas.
- 29 GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C. Mudas Sadias: o início do sucesso no cultivo de morango.
30 *Campo & Negócios - Hortifruti*, Uberlândia, n. 128, p. 48-51, 2016.
- 31 GUTTRIDGE, C. G. *Fragaria x ananassa*. In: HALEY, A. H. *CRC Handbook of Flowering*, Vol. 3. Boca
32 Raton: CRC Press, 1985. p. 16-33.
- 33 HOCHMUTH G., CANTLIFFE D., CHANDLER C., STANLEY C., BISH E., WALDOE, LEGARD D.;
34 DUVAL, J. Containerized strawberry transplants reduce establishment-period water use and enhance early
35 growth and flowering compared with bare-root plants. *HortTechnology*, Alexandria, v. 16, n 1, p. 46-54,
36 2006.
- 37 JANISCH, D. I.; ANDRIOLO, J. L.; TOSO, V.; SANTOS, K. G. F.; SOUZA, J. M. Nitrogen for growth of
38 stock plants and production of strawberry runner tips. *Bragantia*, Campinas, v. 71, n. 3, p. 394-399, 2012.

- 1 KLEINHOF, A.; WARNER, R. L. Advances in nitrate assimilation. In: Mifflin, B. J.; LEA. P. J. (Ed). *The*
2 *biochemistry of plants: Intermediary nitrogen metabolism*. Academic Press: San Diego, 1990, p. 89-120.
- 3 LAZZAROTTO, J. J.; FIORAVANÇO, J. C. Produção de Morango em Sistema Semihidropônico: estudo de
4 caso para avaliar indicadores econômico-financeiros e riscos associados. In: Congresso Virtual Brasileiro -
5 Administração, 8., 2011, São Paulo. *Anais eletrônicos...* São Paulo: Embrapa Uva e Vinho, 2011. Disponível
6 em:<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/910013/4/LAZZAROTTOConvibra2011.pdf>>.
7 Acesso em: 20 dez. 2018.
- 8 MATTNER, S. W.; HORSTRA, C. B.; MILINKOVIC, M.; MERRIMAN, P. R.; GREENHALGH, F. C.
9 Evaluation of soil-less systems for strawberry transplant production in Australia. *Acta Horticulturae*,
10 Leuven, n. 1176, p. 53-64, 2017.
- 11
12 MENZEL, C. M.; TOLDI, A. An Evaluation of Containerized Plants for Strawberries Growing in a
13 Subtropical Environment. *Hort Technology*, Alexandria, v. 20, n. 4, p. 786-793, 2010.
- 14 MENZEL, C. M.; SMITH, L. Effect of Time of Planting and Plant Size on the Productivity of ‘Festival’ and
15 ‘Florida Fortuna’ Strawberry Plants in a Subtropical Environment. *HortTechnology*, Alexandria, n. 22, v. 3,
16 p. 330-337, 2012.
- 17 NERI, D.; BARUZZI, G.; MASSETANI, F.; FAEDI, W. Strawberry production in forced and protected
18 culture in Europe as a response to climate change. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v. 92, n. 6, p.
19 1021-1036, 2012.
- 20 OLIVEIRA, R. P.; NINO, A. F. P.; SCIVITTARO, W. B. Mudanças certificadas de morangueiro: maior
21 produção e melhor qualidade da fruta. *A Lavoura*, Rio de Janeiro, v. 108, n. 655, p. 35-38, 2005.
- 22 OLIVEIRA, R. P.; BRAHM, R. U.; SCIVITTARO, W. B.; Produção de mudas de morangueiro em casa-de-
23 vegetação utilizando recipientes suspensos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 25, n. 1, p. 107-109. 2007.
- 24 OLIVEIRA, C. S.; COCCO, C.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; ERPEN, L.; GIMÉNEZ, G.F.
25 Produção e qualidade de propágulos de morangueiro em diferentes concentrações de nitrogênio no cultivo
26 sem solo. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 554-559, 2010.
- 27 OLIVEIRA, A. C. B.; ANTUNES, L. E. C. Melhoramento genético e principais cultivares. In: ANTUNES,
28 L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. *Morangueiro*. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 134-
29 147.
- 30 PRADO, R. M. *Nutrição de plantas*. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 407p.
- 31 PEIL, R. M. N.; MARQUES, G. N.; SIGNORINI, C. B. Cultivo do morangueiro em substrato: aspectos
32 técnicos e ambientais de sistemas abertos e fechados. In: MANEJO DE PRAGAS E PATÓGENOS E A
33 MULTIPLICIDADE EM SISTEMAS DE CULTIVO HIDROPÔNICO, 1., 2018, Florianópolis.SC. *Anais de*
34 *palestras e artigos premiados no XI Encontro Brasileiro de Hidropônia e III Simpósio Brasileiro de*
35 *Hidropônia*. Florianópolis, SC: TRIBO DA ILHA, 2018, p. 24-50.
- 36 RADIN, B.; LISBOA, B. B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER, J. C.; MATZENAUER, R.; FERMINO,
37 M. H. Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do
38 Sul. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 3, p. 287-291, 2011.
- 39 SERÇE, S.; HANCOCK, J. F. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the
40 strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana*, and *F. x ananassa*. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.
41 103, n. 2, p. 167-177, 2005.

- 1 SILVEIRA, C. A. P.; MARTINAZZO, R.; PAULETTI, V. Fertilidade do solo e nutrição. In: ANTUNES, L.
 2 E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. *Morangueiro*. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 149-
 3 200.
- 4 SONNEVELD, C.; STRAVER, N. *Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or*
 5 *substrates*. The Netherlands: Proefstation voor Tuinbouw onder Glas Te Naaldwijk, 1994. 45 p.
- 6
- 7 SHUMAN, L. M. Mineral nutrition. In R. E. Wilkinson (Ed.) *Plant-environment interactions*. New York:
 8 Marcel Dekker, 1994. p. 149-182.
- 9 TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6 ed. Porto
 10 Alegre: Artmed, 2017. 888 p.
- 11 TORRES-QUEZADA, E. A.; ZOTARELLI, L.; WHITAKER, V. M.; SANTOS, B. M.; HERNANDEZ-
 12 OCHOA, I. Initial Crown Diameter of Strawberry Bare-root Transplants Affects Early and Total Fruit Yield.
 13 *HortTechnology*, Alexandria, v. 25, n. 2, p. 203-208, 2015.
- 14
- 15

TABELAS

- 16 **Tabela 1.** Composição de macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S), potássio (K), cálcio (Ca)
 17 e magnésio (Mg) das diferentes soluções nutritivas utilizadas durante a fase de matrizeiro, para a produção
 18 de mudas de morangueiro.

Solução nutritiva	Composição de nutrientes (mg.L ⁻¹)					
	N	P	S	K	Ca	Mg
SN1	147,1	46,5	32,1	221,3	106,3	24,3
SN2	46,6	91,1	75,8	204,5	55,3	29,7
SN3	150,5	38,7	80,3	234,6	118,3	43,7
SN4	132,3	92,3	36,9	212,2	78,0	18,5

19 SN: Solução nutritiva.

20

- 21 **Tabela 2.** Número de propágulos por estolão, número de estolões por planta matriz e número de mudas por
 22 planta matriz de morangueiro, fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2016/2017.

Solução nutritiva	Número de propágulos por estolão		Número de estolões por matriz		Número de mudas por matriz	
	Camarosa	Aromas	Camarosa	Aromas	Camarosa	Aromas
SN1	3,93 b B	6,75 a BC	23,38 a B	9,46 b B	92,42 a C	63,17 b B
SN2	4,77 b B	5,72 a C	11,96 a C	6,49 b B	57,12 a D	36,67 a B
SN3	4,75 b B	7,28 a AB	26,5 a B	13,92 b A	125,83 a B	101,33 a A
SN4	6,34 b A	8,34 a A	30,54 a A	14,25 b A	193,75 a A	119,17 b A
C.V.a (%)	11,26		9,93		15,93	
C.V.b (%)	8,31		12,02		16,13	

- 23 Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey,
 24 a 5% de probabilidade de erro; C.V.a: Coeficiente de variação da parcela; C.V.b: Coeficiente de variação da subparcela;
 25 SN: Solução nutritiva.

26

27

Tabela 3. Número de propágulos por estolão, número de estolões por planta matriz e número de mudas por planta matriz de morangueiro, fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2017/2018.

Solução nutritiva	Número de propágulos por estolão	Número de estolões por matriz	Número de mudas por matriz
SN3	5,59 ^{ns}	18,66 ^{ns}	96,19 b
SN4	6,14	20,75	120,76 a
Cultivar			
Camarosa	4,73 b	25,57 a	120,49 a
Aromas	6,7 a	13,84 b	96,47 b
C.V.a (%)	9,24	12,99	7,88
C.V.b (%)	16,63	11,51	17,31

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro; ^{ns}: não significativo; C.V.a: Coeficiente de variação da parcela; C.V.b: Coeficiente de variação da subparcela; SN: solução nutritiva.

Tabela 4. Comprimento médio do pecíolo e comprimento das raízes de mudas de morangueiro produzidas com diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2016/2017.

Solução nutritiva	Comprimento médio do pecíolo (cm)		Comprimento das raízes (cm)	
	Camarosa	Aromas	Camarosa	Aromas
SN1	15,52 a A	13,58 b A	10,52 b AB	11,83 a A
SN2	11,37 b B	14,22 a A	11,25 a A	11,75 a A
SN3	13,82 a A	14,44 a A	10,23 b B	11,67 a A
SN4	15,78 a A	14,22 a A	10,83 a AB	11,33 a A
C.V.a (%)	7,96		4,94	
C.V.b (%)	6,78		3,39	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro; C.V.a: Coeficiente de variação da parcela; C.V.b: Coeficiente de variação da subparcela; SN: solução nutritiva.

Tabela 5. Diâmetro de coroa e número de folhas de mudas de morangueiro produzidas com diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2016/2017 e 2017/2018, e comprimento médio do pecíolo e das raízes de mudas de morangueiro produzidas com diferentes soluções nutritivas no ciclo 2017/2018.

Solução nutritiva	Diâmetro da coroa (mm)		Número de folhas		Comprimento médio do pecíolo (cm)	Comprimento das raízes (cm)
	Ciclo 16/17	Ciclo 17/18	Ciclo 16/17	Ciclo 17/18	Ciclo 17/18	Ciclo 17/18
SN1	8,76 ab	-	5,42 b	-	-	-
SN2	8,36 b	-	5,81 ab	-	-	-
SN3	8,69 ab	9,40 ^{ns}	5,92 ab	6,77 b	7,19 ^{ns}	10,11 ^{ns}
SN4	9,79 a	9,95	6,29 a	7,65 a	6,61	10,12
Cultivar						
Camarosa	8,96 ^{ns}	9,78 ^{ns}	5,54 b	6,85 b	7,36 ^{ns}	9,98 b
Aromas	8,84	9,57	6,18 a	7,56 a	6,44	10,25 a
C.V.a (%)	9,44	6,55	8,8	7,77	13,05	5,05
C.V.b (%)	6,38	4,08	9,73	6,52	11,94	2,15

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro; ^{ns}: não significativo; C.V.a: Coeficiente de variação da parcela; C.V.b: Coeficiente de variação da subparcela; SN: Solução nutritiva.

1 **Tabela 6.** Massa seca de folhas, coroa e raízes de mudas de morangueiro produzidas com diferentes soluções
2 nutritivas, no ciclo 2016/2017.

Solução nutritiva	Massa seca de folhas (g.muda ⁻¹)		Massa seca de coroa (g.muda ⁻¹)		Massa seca de raízes (g.muda ⁻¹)	
	Camarosa	Aromas	Camarosa	Aromas	Camarosa	Aromas
SN1	1,59 a AB	1,32 b A	0,29 a A	0,19 b B	0,24 a B	0,28 a A
SN2	1,21 a C	1,38 a A	0,24 a A	0,26 a AB	0,29 a B	0,24 a A
SN3	1,31 a BC	1,38 a A	0,25 a A	0,27 a AB	0,26 a B	0,27 a A
SN4	1,74 a A	1,36 b A	0,27 a A	0,30 a A	0,41 a A	0,27 b A
C.V.a (%)	13,95		17,27		20,06	
C.V.b (%)	12,24		17,66		13,6	

3 Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey,
4 a 5% de probabilidade de erro; C.V.a: Coeficiente de variação da parcela; C.V.b: Coeficiente de variação da subparcela;
5 SN: Solução nutritiva.

8 **Tabela 7.** Massa seca de folhas, coroa e raízes de mudas de morangueiro produzidas com diferentes soluções
9 nutritivas, no ciclo 2017/2018.

Solução nutritiva	Massa seca de folhas (g.muda ⁻¹)	Massa seca de coroa (g.muda ⁻¹)	Massa seca de raízes (g.muda ⁻¹)
SN3	1,39 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,28 ^{ns}
SN4	1,46	0,31	0,27
Cultivar			
Camarosa	1,62 a	0,34 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Aromas	1,24 b	0,29	0,27
C.V.a (%)	9,40	19,13	15,78
C.V.b (%)	10,35	16,03	6,22

10 Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro;
11 ^{ns}: Não significativo; C.V.a: Coeficiente de variação da parcela; C.V.b: Coeficiente de variação da subparcela; SN:
12 solução nutritiva.

4.2 Artigo 2 Desempenho agrônômico de morangueiro, estabelecidos a partir de mudas produzidas com diferentes soluções nutritivas, em sistema de produção fora de solo

Artigo a ser submetido para a Revista Brasileira de Fruticultura (ISSN 1806-9967)

Andressa Vighi Schiavon, Gerson Kleinick Vignolo; Tais Barbosa Becker; Marcia Vizzotto; Ruffino Fernando Flores Cantillano; Luis Eduardo Corrêa Antunes

Resumo

A utilização de sistemas de cultivo sem solo é uma alternativa para produção de mudas de morangueiro de elevada qualidade fisiológica e fitossanitária. O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho agrônômico de cultivares de morangueiro, estabelecidas a partir de mudas 'plug plant' produzidas com diferentes soluções nutritivas, em sistema de cultivo sem solo. O experimento foi realizado em casa de vegetação com a utilização de mudas das cultivares Aromas e Camarosa, as quais foram produzidas com diferentes soluções nutritivas (SN) com as seguintes composições de macronutrientes em mg.L⁻¹, SN1: 147,1 de N; 46,5 de P; 32,1 de S; 221,3 de K; 106,3 de Ca; 24,3 de Mg. SN2: 46,6 de N; 91,1 de P; 75,8 de S; 204,5 de K; 55,3 de Ca; 29,7 de Mg. SN3: 150,5 de N; 38,7 de P; 80,3 de S; 234,6 de K; 118,3 de Ca; 43,7 de Mg. SN4: 132,3 de N; 92,3 de P; 36,9 de S; 212,2 de K; 78 de Ca; 18,5 de Mg. Foram avaliados dois ciclos de cultivos, o primeiro no período de abril de 2017 a março de 2018, onde foram avaliados o desempenho agrônômico de duas cultivares (Camarosa e Aromas) e quatro soluções nutritivas (SN1, SN2, SN3 e SN4) em esquema fatorial 2x4. No segundo ciclo realizado no período de abril a dezembro de 2018, foram avaliadas duas cultivares (Camarosa e Aromas) e duas soluções nutritivas (SN3 e SN4), formando um esquema fatorial 2x2. Avaliaram-se variáveis fenológicas, produtivas e referentes a qualidade das frutas. A utilização das diferentes soluções nutritivas na fase de produção dos propágulos não influenciou a maioria das variáveis analisadas, uma vez que o ciclo do morangueiro é longo e o efeito das mesmas acaba se diluindo ao decorrer do mesmo. No entanto, o efeito do fator cultivar foi significativo, sendo que no geral 'Camarosa' foi mais precoce que 'Aromas' em relação às variáveis fenológicas referentes à floração, frutificação e estolonamento. As cultivares apresentaram produção de frutas similares entre si nos dois ciclos de cultivo. 'Camarosa' apresenta parâmetros físico-químicos que conferem ao consumidor maior aceitabilidade e benefícios para a sua saúde, e também apresenta maior produção de matéria seca de folhas e estolões em comparação com a cultivar Aromas.

Palavras-chave: mudas de torrão, qualidade, físico-química, fenologia, *Fragaria x ananassa* Duch.

Agronomic performance of strawberry, established from seedlings produced from different nutrient solutions, in a soilless system of production

Abstract

The use of soilless systems is an alternative for the production of strawberry plantlets of high physiological and phytosanitary quality. The aim of the study was to evaluate the agronomic performance of strawberry cultivars, established from 'plug plant' plantlet produced with different nutritive solutions, in a soilless system. The experiment was carried out in a greenhouse using seedlings of Aromas and Camarosa cultivars, which were

produced from different nutritive solutions (NS) with the following macronutrient compositions in mg.L⁻¹, to know: NS1: 147.1 of N; 46.5 of P; 32.1 of S; 221.3 of K; 106.3 of Ca; 24.3 of Mg. NS2: 46.6 of N; 91.1 of P; 75.8 of S; 204.5 of K; 55.3 of Ca; 29.7 of Mg. NS3: 150.5 of N; 38.7 of P; 80.3 of S; 234.6 of K; 118.3 of Ca; 43.7 of Mg. NS4: 132.3 of N; 92.3 of P; 36.9 of S; 212.2 of K; 78 of Ca; 18.5 of Mg. Two crop cycles were evaluated, the first from April 2017 to March 2018, where the agronomic performance of two cultivars (Camarosa and Aromas) and four nutrient solutions (NS1, NS2, NS3 and NS4) were evaluated in a factorial scheme 2x4. In the second cycle from April to December 2018, two cultivars (Camarosa and Aromas) and two nutritive solutions (NS3 and NS4) were evaluated, forming a 2x2 factorial scheme. Phenological, productive and fruit quality variables were evaluated. The use of different nutrient solutions in the production stage of the tips did not influence most of the analyzed variables, since the strawberry cycle is long and the effect of the same ends up diluting to the course of the same. However, the effect of the cultivar factor was significant, and in general 'Camarosa' was more precocious than 'Aromas' in relation to the phenological variables related to flowering, fruiting and stoloning. The cultivars presented fruit production similar to each other in the two crop cycles. 'Camarosa' presents physico-chemical parameters that give the consumer greater acceptability and health benefits, and also presents greater production of dry matter of leaves and stolons in comparison to the cultivar Aromas.

Keywords: plug plant, quality, physicochemical, phenology, *Fragaria x ananassa* Duch.

Introdução

Produzido e apreciado nas mais variadas regiões do mundo, o morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é a espécie de maior expressão econômica dentro do grupo de pequenas frutas, segundo dados da FAO de 2017, neste mesmo ano, foram cultivados mais de 395.000 hectares com a cultura, onde foram produzidas cerca de 9.000.000 de toneladas da fruta (FAO, 2019).

No Brasil, são produzidas aproximadamente 150.000 toneladas da fruta, em uma área de 4.200 hectares (FAGHERAZZI et al., 2017), e a produção da fruta é baseada em lavouras estabelecidas a partir de mudas de raízes nuas. As mesmas são produzidas a partir de pontas de estolão que são emitidas pela planta matriz e enraizadas diretamente no solo, sendo este o principal sistema de produção de mudas utilizado no país (DAL PICIO et al., 2013). No entanto, observa-se que muitos produtores de frutas, produzem suas próprias mudas, frequentemente em condições inadequadas, que resultam em mudas de baixa qualidade (GONÇALVES et al., 2016).

A produção nacional de mudas não atinge a qualidade e a quantidade necessária para atender a demanda dos produtores, o que torna o país dependente da importação de mudas de países como a Argentina e o Chile, entre os estados produtores o Rio Grande do Sul é o

que apresenta a maior dependência, pois 90% das áreas cultivadas com morangueiro são estabelecidas a partir de mudas importadas (GONÇALVES e ANTUNES, 2016).

Entretanto, esta prática traz consigo a impossibilidade dos produtores planejarem suas atividades, pois o atraso na entrega das mudas ocorre praticamente todos os anos, e desta maneira o produtor não consegue realizar o plantio na época mais adequada para determinada cultivar. De acordo com Resende et al. (2010), o início da produção acaba atrasando e não permitindo a obtenção de produções precoces e concentrando o período produtivo em determinados meses do ano, ocasionando redução dos preços pagos aos produtores em função da elevada oferta de produto no mercado.

A produção de morangos vem migrando do cultivo tradicional no solo, para o cultivo sobre bancadas em sistemas fora do solo, onde são utilizados substratos e ambiente protegido, através do qual é possível diminuir a incidência de pragas e doenças e facilitar os tratos culturais, favorecendo os fatores relacionados a produção (RADIN et al., 2011; DIEL et al., 2018). Além de melhorar a ergometria para o trabalhador e diminuir a sazonalidade da produção através da utilização de cultivares de dias neutros (ANTUNES et al., 2015). Este sistema além de ser utilizado para a produção de frutas, com algumas adaptações e outros objetivos pode ser utilizado para a produção de mudas da cultura.

No sistema de cultivo sem solo, as plantas matrizes são cultivadas em leitos de cultivo preenchidos com substrato, e nutridas através do fornecimento de soluções nutritivas. Os estolões produzidos a partir destas matrizes crescem sem o contato com o solo, posteriormente estes propágulos são coletados e colocados para enraizar em bandejas contendo substrato. As mudas formadas são comercializadas com as raízes envoltas pelo substrato, sendo denominadas mudas de torrão ou ‘plug plant’.

De acordo com Cocco et al. (2011), este sistema destaca-se por permitir a obtenção de mudas com rigoroso controle de qualidade sanitária e nutricional, além de elevado vigor, o plantio é realizado com o substrato aderido ao sistema radicular, diminuindo o estresse causado pelo transplante, resultando em maior precocidade de produção, possibilitando a entrada do produto na entressafra, quando o valor de comercialização é mais elevado.

Na literatura diferentes composições de soluções nutritivas podem ser encontradas para o cultivo do morangueiro, tanto para a produção de frutas quanto para a produção de mudas em sistemas de cultivo sem solo (GIMÉNEZ et al., 2008). No entanto, poucos são os trabalhos que avaliam o efeito das soluções nutritivas no crescimento e desenvolvimento de

115 mudas tipo ‘plug plant’. A formação da muda depende primeiramente dos nutrientes
116 absorvidos e translocados pela planta matriz até os seus propágulos. Estes propágulos são
117 retirados da planta matriz e colocados para enraizamento em substratos, os quais fornecem
118 sustentação e nutrientes para o crescimento das raízes e parte aérea.

119 Este tipo de estudo fornece aos viveiristas, produtores de mudas de morangueiro,
120 informações sobre a utilização de soluções nutritivas que lhe forneçam um maior número de
121 propágulos por planta matriz, sem comprometer a qualidade e o desempenho das mudas
122 produzidas e assim obter uma maior rentabilidade econômica durante a produção de
123 morangos.

124 Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito das diferentes soluções nutritivas utilizadas
125 durante a fase de matrizeiro de produção das mudas, sobre o desempenho agrônomo,
126 produção e qualidade de frutas de cultivares de morangueiro, em sistema de cultivo sem
127 solo.

128

129 **Materiais e métodos**

130 Os experimentos foram realizados no interior de uma casa de vegetação (tipo abrigo)
131 de dimensões de dezessete metros de comprimento e cinco de largura, com altura máxima
132 de 3,4 metros (altura do pé direito de 1,95 metros), coberta com filme de polietileno
133 transparente de baixa densidade (150 µm de espessura), na área experimental pertencente à
134 Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, latitude de 31°40’ sul e longitude 52°26’ oeste,
135 com 60 m de altitude. O clima da região, segundo W. Köppen, é do tipo “Cfa” – temperado
136 úmido com verões quentes, com temperatura e precipitação média anual de 17,9°C e 1500
137 mm, respectivamente.

138 Dois experimentos foram realizados, o primeiro no período de abril de 2017 a março
139 de 2018, no qual foram estudadas duas cultivares de morangueiro (Camarosa e Aromas) e
140 quatro soluções nutritivas, utilizadas no matrizeiro, durante o processo de produção dos
141 propágulos (Tabela 1), onde a Solução 1 (SN1) foi formulada com base na solução proposta
142 por Furlani e Fernandes Junior (2004); Solução 2 (SN2), com base em uma das soluções
143 utilizadas por produtores de morango em sistema de cultivo sem solo na região de Pelotas-
144 RS; Solução 3 (SN3) com base na solução proposta por Sonneveld e Straver (1994) e
145 adaptada por Peil et al. (2018) e Solução 4 (SN4), que é uma solução comercial da empresa
146 Samo[®]. O conteúdo de micronutrientes foi padronizado para as soluções nutritivas 1, 2 e 3,

147 com a seguinte composição em (mg.L⁻¹): 1,44 de Fe; 0,5 de Mn; 0,68 de Zn; 0,42 de B; 0,72
148 de Cu; 0,007 de Mo; e a SN4, possui em sua composição os micronutrientes necessários
149 para o desenvolvimento da cultura, porém não são especificados no rótulo do produto as
150 quantidades utilizadas de cada micronutriente.

151 Para o primeiro experimento foi utilizado um esquema fatorial 4x2 (quatro soluções e
152 duas cultivares – Camarosa e Aromas), em delineamento inteiramente casualizado, com
153 quatro repetições. Cada unidade experimental foi formada por quatro plantas. No segundo
154 experimento os tratamentos foram constituídos pelas mesmas cultivares estudadas no
155 primeiro ano (Camarosa e Aromas) e por duas soluções nutritivas (SN3 e SN4), utilizadas
156 no matrizeiro, durante o processo de produção dos propágulos, formando um esquema
157 fatorial 2x2 (duas cultivares e duas soluções nutritivas), em delineamento inteiramente
158 casualizado, com quatro repetições, onde cada parcela foi formada por oito plantas.

159 As mudas utilizadas nos dois experimentos eram provenientes do sistema de cultivo
160 sem solo, com sistema de recirculação da solução nutritiva. As matrizes provenientes da
161 cultura de tecidos foram cultivadas em ambiente protegido, sobre telhas de fibrocimento
162 cobertas por filme de polietileno preto e preenchidas com casca de arroz carbonizada. Sobre
163 a qual foram inseridas fitas de irrigação para fornecimento da solução nutritiva e
164 posteriormente as telhas foram cobertas com filme de polietileno dupla face branco e preto,
165 com a parte branca voltada para cima. As plantas matrizes foram nutridas com quatro
166 diferentes soluções nutritivas no primeiro experimento, e por duas soluções nutritivas no
167 segundo, onde para cada solução foi utilizada um reservatório e um conjunto moto-bomba.

168 Os propágulos foram coletados, em ambos os experimentos, a partir da segunda
169 quinzena de fevereiro e colocados para enraizar em bandejas de poliestireno de 72 células
170 (volume interno de 124 mL), preenchidas com substrato comercial Carolina Soil® e junto a
171 este foi adicionado o fertilizante Osmocote®. Foram mantidos em câmara de nebulização
172 com uma frequência de irrigação de 12,5 segundos a cada 10 minutos durante os 7 primeiros
173 dias, e dos 7 aos 14 dias, 12,5 segundos a cada hora e após este período as mudas foram
174 transferidas para bancadas de crescimento, sendo irrigadas manualmente uma vez ao dia até
175 atingirem o padrão comercial.

176 Para avaliar o desempenho agrônômico das mudas produzidas com as diferentes
177 soluções nutritivas, foi utilizado o sistema de cultivo sem solo, com recirculação da solução
178 nutritiva drenada. O sistema era composto por bancadas de cultivo, constituídas por telhas

179 de fibrocimento de 1,95 m de comprimento, 0,27 m de largura, e um canal de cultivo de
180 0,11 m de profundidade, apoiadas sobre suportes de madeira, mantendo as telhas a 1 m de
181 altura média do solo, com 4% de declividade.

182 As telhas foram impermeabilizadas com filme de polietileno preto e preenchidas com
183 casca de arroz carbonizada e sobre o substrato foram dispostas fitas de irrigação com
184 intervalos de 0,20m entre gotejadores, na proporção de uma fita gotejadora para cada canal
185 da telha, para o fornecimento da solução nutritiva. Posteriormente as telhas foram cobertas
186 com filme de polietileno dupla-face branco e preto (150µm de espessura), com a parte
187 branca voltada para cima, com orifícios para colocação das mudas.

188 O sistema de irrigação era composto por uma moto-bomba e um reservatório de água
189 de 500 litros, através do qual era fornecida a solução nutritiva, e a solução drenada era
190 coletada através de canos de pvc de 50 mm conectados as telhas de fibrocimento nos pontos
191 de menor declividade, retornado ao reservatório.

192 O transplante das mudas ocorreu no dia 19 de abril de 2017 no primeiro experimento,
193 e no dia 23 de abril de 2018 no segundo, dispostas a 0,20 m entre plantas. Em ambos os
194 experimentos a solução nutritiva empregada nesta fase, foi a SN4, que corresponde a
195 solução comercial da Samo[®].

196 As fertirrigações foram realizadas diariamente, no entanto, no período de abril a
197 setembro de 2017 e 2018, foram realizadas cinco vezes ao dia, durante quinze minutos a
198 cada três horas (8:00; 11:00; 14:00; 17:00 e 20:00 horas) e de setembro de 2017 a março de
199 2018 e de setembro a dezembro de 2018, foram realizadas 7 vezes ao dia com duração de
200 quinze minutos cada (2:00; 7:00; 10:00; 13:00; 16:00; 19:00; 22:00 horas), em ambos
201 períodos com vazão média por gotejador de 1,1 L.hora⁻¹. O pH e a condutividade elétrica
202 foram monitorados semanalmente durante o período de produção, sendo o pH mantido entre
203 5,5 e 6,5 e a condutividade elétrica entre 1,2 e 1,5 dS.m⁻¹.

204 Variáveis fenológicas foram analisadas, sendo o início e plena floração, frutificação e
205 estolonamento, expressos em dias após o plantio (DAP), fazendo-se o monitoramento
206 semanal de todas as plantas de cada parcela. O início da floração, frutificação e
207 estolonamento foram considerados quando 50% das plantas, dentro da parcela,
208 apresentavam pelo menos uma flor aberta, ou uma fruta madura (mais de 75% da epiderme
209 de coloração vermelha), ou um estolão por planta, respectivamente. E a plena floração,
210 frutificação e estolonamento foram considerados quando 100% das plantas, dentro da

211 parcela, apresentavam pelo menos uma flor aberta, ou uma fruta madura (mais de 75% da
212 epiderme de coloração vermelha), ou um estolão por planta, respectivamente.

213 O período de colheita das frutas teve início no mês de julho em ambos os anos e
214 estendeu-se até 27 de março de 2018, no primeiro experimento, e 17 de dezembro de 2018,
215 no segundo, sendo realizadas em ambos, duas vezes por semana e padronizada com base na
216 coloração da epiderme das frutas, sendo colhidas quando apresentavam cerca de 75% da
217 epiderme de coloração vermelha ou mais.

218 Ao longo dos dois períodos, foram avaliados o número e a massa de frutas por planta
219 e a massa média de fruta, imediatamente após as colheitas as frutas eram pesadas em
220 balança digital e contadas. O número e massa de frutas por planta foram obtidos através do
221 somatório de todas as colheitas e divididas pelo número de plantas vivas na unidade
222 experimental e a massa média das frutas foi calculada pela razão entre essas duas variáveis.
223 Foram consideradas apenas frutas comercializáveis, descartando-se aquelas com defeitos
224 graves e com massa inferior a 6 g.

225 Ao final do experimento todas as plantas de cada unidade experimental, foram
226 fracionadas em coroas, folhas e estolões e colocadas em estufa a 65°C com circulação de ar
227 forçada até obter massa constante. Todas as folhas velhas e doentes e estolões retirados ao
228 decorrer do cultivo, também foram avaliadas e incorporadas às frações correspondentes,
229 sendo os resultados expressos em gramas por planta (g.planta^{-1}). Visando determinar o
230 tamanho médio de frutas, uma amostra composta por 10 frutas por parcela, foi utilizada para
231 determinar o diâmetro e o comprimento das frutas, mensurados com auxílio de um
232 paquímetro digital, e os resultados expressos em milímetros (mm).

233 Para avaliar as características físico-químicas das frutas, amostras compostas por dez
234 frutas por repetição foram coletadas em ambos os experimentos, no final do mês de
235 novembro de 2017 e de 2018, referentes ao primeiro e ao segundo experimento,
236 respectivamente, as mesmas foram avaliadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de
237 Alimentos da Embrapa Clima Temperado.

238 Foram avaliados a coloração da epiderme, obtidos através de duas leituras em faces
239 opostas da região equatorial da superfície das frutas, utilizando o colorímetro Minolta 450,
240 com iluminante D65, e abertura de 8 mm, por meio do sistema CIE-Lab, utilizando os
241 parâmetros L^* a^* b^* . Conteúdo de sólidos solúveis (SS) determinado com auxílio de um
242 refratômetro digital, resultados expressos em °Brix. Potencial hidrogeniônico (pH)

determinado com auxílio de um pHmetro digital. Acidez titulável (AT), avaliada por titulometria, utilizando-se 2 mL de suco diluídos em 90 mL de água destilada, cuja diluição foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,1, e os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico.

Relação SS/AT foi calculada através da razão entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável. Firmeza de polpa (FP), avaliada somente no experimento realizado no ciclo 2017/18, e mensurada com o texturômetro eletrônico TA-TX plus 40855, com ponteira de 2 mm de diâmetro, profundidade de penetração de 5 mm, velocidade de pré-teste de $1,0 \text{ m/s}^{-1}$, teste de 2 m/s^{-1} , pós-teste de 10 m/s^{-1} e força de 5 kg, duas leituras foram realizadas em faces opostas, na porção mediana do fruto, com os resultados expressos em Newton (N).

Para a determinação dos compostos fenólicos totais, da atividade antioxidante total e das antocianinas totais das frutas produzidas, amostras compostas por 10 frutas por repetição foram coletadas no mês de novembro em ambos os anos e armazenadas em sacos de polietileno e congeladas (-18°C) até o momento da análise. A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada através do método adaptado de Swain e Hillis (1959), utilizando o reagente Folin-Ciocalteu e as leituras realizadas por meio de espectrometria no comprimento de onda de 725 nm, utilizou-se o ácido clorogênico como padrão para a curva de calibração. Sendo o resultado expresso em mg de ácido clorogênico por 100 g de amostra.

A determinação da atividade antioxidante total foi realizada através do método adaptado de Brand-Williams et al. (1995), utilizando a solução do radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), a absorbância foi medida em espectrofotômetro no comprimento de onda de 515 nm. O padrão Trolox foi utilizado para a curva de calibração e os resultados foram expressos em μg de equivalente trolox por 100 g de amostra.

A quantificação das antocianinas totais foi realizada através do método adaptado de Fuleki e Francis (1968). A leitura foi realizada em espectrofotômetro a uma absorbância de 535 nm e 700 nm. Cianidina-3-glicosídeo foi usado como padrão para a curva de calibração e os resultados foram expressos em μg de equivalente cianidina-3-glicosídeo por 100 g de amostra.

No primeiro experimento, ciclo 2017-2018, para a variável produção mensal de frutas, foi utilizado um fatorial triplo $4 \times 2 \times 9$ (quatro soluções nutritivas, duas cultivares e

274 nove períodos de colheita) e para as demais variáveis, um esquema fatorial 4x2 (quatro
275 soluções nutritivas e duas cultivares).

276 No segundo experimento, realizado durante o ciclo 2018, para a variável produção
277 mensal de frutas, foi utilizado um esquema fatorial triplo 2x2x6 (duas soluções nutritivas,
278 duas cultivares e seis períodos de colheita), e para todas as demais variáveis, o esquema
279 fatorial 2x2 (duas soluções nutritivas e duas cultivares).

280 Para todas as variáveis estudadas em ambos os experimentos, os dados obtidos,
281 foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativas, as médias dos
282 tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey (a 5% de probabilidade de erro).

283

284 **Resultados e discussão**

285 De acordo com a análise da variância, não houve interação significativa entre as
286 cultivares e as soluções nutritivas utilizadas na produção de mudas, para todas as variáveis
287 fenológicas estudadas no ciclo 2017/2018 (Tabela 2). E também não ocorreu o efeito
288 isolado das soluções nutritivas sobre as variáveis fenológicas, referentes à floração,
289 frutificação e estolonamento.

290 Ocorreu apenas o efeito isolado do fator cultivar, no qual ‘Camarosa’ apresentou
291 maior precocidade que ‘Aromas’ para o início e a plena floração, apresentando um menor
292 número de dias transcorridos desde o plantio até o evento em estudo, assim como também
293 para o início e a plena frutificação. Cabe ressaltar que ‘Camarosa’ apresentou maior
294 uniformidade em relação ao florescimento e a frutificação quando comparada a ‘Aromas’,
295 pois o intervalo entre os eventos (início e plena floração) foi de 10,5 dias para ‘Camarosa’ e
296 de 16,25 dias para ‘Aromas’. De acordo com Gonçalves (2015), a uniformidade de floração
297 apresentada por uma cultivar pode ser atribuída à adaptabilidade da mesma à técnica
298 propagativa utilizada. Em um estudo realizado por Tazzo et al., (2015), o início da floração
299 para a cultivar Camarosa foi verificado 58 dias após o plantio, verifica-se que este resultado
300 é superior ao encontrado no presente trabalho.

301 Através da análise destas variáveis, destaca-se a importância de avaliar a precocidade
302 das diferentes cultivares disponíveis no mercado, uma vez que a mesma está diretamente
303 relacionada com o menor período de tempo entre o plantio e a entrada em produção. A
304 maior precocidade apresentada pelas mudas possibilita vantagens, como a antecipação do
305 abastecimento de frutas ao mercado consumidor, permitindo que o produtor comercialize

306 sua produção a preços mais elevados (DIEL, et al., 2017). Segundo Antunes et al. (2015), o
307 valor pago pela fruta no período da entressafra pode ser o dobro daquele pago durante a
308 safra.

309 No entanto, o estolamento em plantas de morangueiro destinadas a produção de
310 frutas é um evento indesejável. Quanto mais tarde o mesmo ocorrer melhor para a produção
311 de frutas, pois a emissão precoce de estolões acaba diminuindo o crescimento da coroa, e
312 também diminui a quantidade de fotoassimilados disponíveis para o desenvolvimento das
313 inflorescências e das frutas (JANISCH et al., 2008).

314 O início e o pleno estolamento foram verificados mais precocemente na cultivar
315 Camarosa do que na ‘Aromas’ (Tabela 2). O início do estolamento ocorreu no final do
316 mês de novembro para ‘Camarosa’ e ‘Aromas’ cerca de 25 dias depois. A emissão de
317 estolões neste período pode ser considerada normal, conforme Bradford et al. (2010),
318 quando as condições climáticas apresentam temperaturas altas e fotoperíodo longo, as
319 plantas de morangueiro são estimuladas a propagação vegetativa, através da emissão de
320 estolões.

321 Todas às variáveis fenológicas, do ciclo 2018 (Tabela 3), apresentaram interação
322 significativa entre as duas soluções nutritivas (SN3 e SN4) e as cultivares (Camarosa e
323 Aromas). No entanto, neste ciclo não foram avaliados o início e o pleno estolamento,
324 pois o número de plantas por parcela que emitiram estolões, não foi suficiente para
325 caracterizar o início ou o pleno estolamento das diferentes cultivares e soluções
326 nutritivas.

327 Comparando as cultivares para uma mesma solução nutritiva, observa-se que com a
328 utilização da SN3, ‘Camarosa’ foi mais precoce que ‘Aromas’ em relação à plena floração,
329 para as demais variáveis as cultivares não diferiram entre si. Quando a SN4 foi empregada
330 durante o processo de produção das mudas, observou-se que a cultivar Camarosa apresentou
331 menor número de dias para o início e a plena floração e frutificação, demonstrando maior
332 precocidade que ‘Aromas’.

333 Desdobrando a interação de uma mesma cultivar nas diferentes soluções nutritivas,
334 para ‘Camarosa’ a utilização da SN4 proporcionou maior precocidade para as variáveis
335 início da floração e para o início e a plena frutificação, para plena floração não houve
336 diferença estatística significativa. Para a cultivar Aromas, a SN3 possibilitou maior
337 precocidade para o início e a plena floração e início da frutificação, já a plena frutificação

338 não foi influenciada pelas soluções nutritivas utilizadas durante a fase de propagação da
339 cultivar (Tabela 3).

340 Assim como verificado no ciclo 2017/18, a cultivar Camarosa apresentou maior
341 uniformidade que ‘Aromas’ em relação ao florescimento e frutificação de suas plantas,
342 apresentando um menor intervalo de dias entre os eventos, independente da solução
343 nutritiva utilizada durante a produção de mudas. Becker (2017), avaliando a produção de
344 mudas de diferentes cultivares, em um sistema semelhante ao utilizado neste experimento,
345 também observou maior precocidade da cultivar Camarosa em comparação a ‘Aromas’.

346 Os parâmetros produtivos não foram afetados pela interação entre os fatores em
347 ambos os ciclos estudados (Tabela 4). No ciclo 2017/2018, frutas com maior massa média
348 foram produzidas pela cultivar Camarosa, enquanto que ‘Aromas’ produziu maior número
349 de frutas por planta, diferindo significativamente de ‘Camarosa’. Em relação à produção
350 total de frutas por planta, não houve diferença entre as mesmas, cabe destacar que neste
351 ciclo, as variáveis relativas à produção foram avaliadas no período de julho de 2017 a março
352 de 2018. Vignolo (2015) avaliando a produção de frutas da cultivar ‘Aromas’ no município
353 de Pelotas, obteve $1067,8 \text{ g.planta}^{-1}$ referente a um período de produção de setembro a
354 fevereiro.

355 No ciclo 2018, não houve diferença estatística entre as cultivares em relação à massa
356 média de frutas, corroborando com os resultados encontrados por Becker (2017), que
357 realizando um estudo com mudas ‘plug plant’ cultivadas no solo, também não observou
358 diferença entre as mesmas cultivares e Vignolo (2015) observou valores similares para a
359 massa média de fruta para ‘Aromas’ (14 g.fruta^{-1}).

360 No presente experimento ‘Camarosa’ apresentou maior número e produção de frutas
361 por planta em comparação a ‘Aromas’. Este resultado está possivelmente associado ao
362 período de avaliação da produção de frutas que neste ciclo foi de julho a dezembro de 2018.
363 Oliveira e Scivittaro (2011) avaliando o potencial produtivo de cultivares de morangueiro
364 no município de Pelotas, obtiveram produção total de frutas de $740,2 \text{ g.planta}^{-1}$ para a
365 cultivar Camarosa, resultado similar ao obtido no presente experimento.

366 Cultivares de dias curtos como ‘Camarosa’ diferenciam suas gemas em condições de
367 dias curtos, juntamente com a redução da temperatura (DUARTE FILHO et al., 1999), que
368 na região de Pelotas corresponde ao final do inverno e a primavera, portanto as colheitas são
369 concentradas neste período. Enquanto que nas cultivares de dias neutros como ‘Aromas’, as

370 plantas florescem continuamente, independente do fotoperíodo (SERÇE e HANCOCK,
371 2005), havendo uma produção mais distribuída durante o ano.

372 Logo a superioridade apresentada por ‘Camarosa’ em relação à produção de frutas
373 por planta no ciclo 2018, se deve ao período de avaliação que foi realizado somente até o
374 mês de dezembro. Enquanto que no ciclo 2017/18, foi mantido até o mês de março, e no
375 período de janeiro a março a produção de frutas de ‘Camarosa’ reduziu drasticamente,
376 enquanto que ‘Aromas’ manteve sua produção mais estável, o que conferiu a similaridade
377 de produção de frutas por planta entre as cultivares.

378 Nos dois ciclos de cultivo, as soluções nutritivas utilizadas na nutrição das plantas
379 matrizes durante a produção dos propágulos não afetaram as variáveis produtivas referentes
380 à massa média de fruta, número e a produção total de frutas por planta, o que possivelmente
381 está associado ao processo de formação das mudas, uma vez que os propágulos produzidos
382 com as diferentes soluções nutritivas, foram colocados para enraizar em um substrato que
383 continha nutrientes e juntamente a este foi adicionado o fertilizante Osmocote[®], que juntos
384 forneceram os nutrientes necessários para a formação das mudas, afetando positivamente o
385 crescimento e o desenvolvimento das mesmas.

386 Observando-se a composição das soluções nutritivas utilizadas para produção dos
387 propágulos (Tabela 1), possivelmente as mudas apresentariam qualidades fisiológicas
388 distintas, uma vez que as soluções apresentam diferenças nas quantidades de nutrientes. No
389 entanto, baseado nos dados produtivos (Tabela 4), observou-se que as mudas após
390 transplantadas apresentaram produções de frutas estatisticamente iguais, independente da
391 solução nutritiva utilizada, demonstrando que mudas de torrão quando produzidas com
392 substratos que forneçam nutrientes, não dependem somente dos nutrientes fornecidos pela
393 planta matriz para a sua formação.

394 Cocco et al. (2011) avaliando a produção de frutas de morangueiro através de mudas
395 de raízes nuas e ‘plug plant’ com diferentes diâmetros de coroa, observaram que em mudas
396 ‘plug plant’ o número e a produção de frutas por planta não foram influenciados pelo
397 diâmetro da coroa das mudas, enquanto que nas mudas de raízes nuas esse mesmo
398 parâmetro afetou a produção de frutas por planta.

399 De acordo com Gonçalves (2015), a avaliação da qualidade de mudas de torrão
400 (‘plug plant’) deve ser realizada com parâmetros distintos daqueles utilizados em mudas
401 comercializadas com raízes nuas, pois a qualidade das mesmas está diretamente relacionada

402 com o equilíbrio entre a parte aérea e o sistema radicular. Diel et al. (2018), avaliando o
403 potencial produtivo da cultivar Camarosa a partir de diferentes tipos de mudas, em sistema
404 de cultivo sem solo, observou que as plantas que foram estabelecidas a partir de mudas de
405 torrão, apresentaram cerca de 15% a mais de produção de frutas, do que plantas originadas
406 de mudas de raízes nuas, o que demonstra o potencial de utilização deste tipo de mudas.

407 Houve interação dupla entre os fatores período de colheita (meses) e cultivares
408 (Figura 1) referentes à avaliação da produção de frutas por planta, pois de acordo com a
409 análise da variância, não houve significância para a interação tripla entre os três fatores
410 (períodos de colheita, cultivares e soluções nutritivas), havendo somente a dupla entre
411 períodos de colheita e cultivares.

412 As cultivares estudadas apresentaram diferentes produções de frutas ao longo dos
413 períodos de colheita, sendo que ‘Camarosa’ foi mais produtiva e diferiu significativamente
414 de ‘Aromas’ nos períodos correspondentes aos meses de julho, agosto e setembro. O que
415 demonstra que ‘Camarosa’ é mais precoce que Aromas, possibilitando ao produtor um maior
416 retorno econômico com o cultivo da mesma neste período, pois o preço pago pelas frutas
417 nesta época é mais alto do que aquele pago pelas mesmas durante a safra. Antunes et al.
418 (2015) relata que as frutas comercializadas na entressafra podem ter um valor de mercado
419 duas vezes maior que aquele praticado durante a safra.

420 Nos períodos de colheita referentes aos meses de outubro, novembro e dezembro não
421 houve diferença significativa entre as cultivares para a produção de frutas, período em que
422 há elevada oferta do produto no mercado. Segundo Cocco (2014), a máxima concentração
423 na oferta da fruta no Rio Grande do Sul, ocorre nos meses de setembro a novembro, período
424 em que todas as áreas produtoras de morangueiro encontram-se em plena produção, o que
425 geralmente acarreta uma redução do preço de venda da fruta.

426 Nos períodos de colheita relativos aos meses de janeiro, fevereiro e março, a
427 cultivar Aromas se mostrou mais produtiva que ‘Camarosa’(Figura 1), nestes meses as
428 condições climáticas apresentam temperaturas elevadas e fotoperíodo longo. Heide et al.
429 (2013), relatam que a temperatura e o fotoperíodo controlam diversos processos
430 fisiológicos, como a indução floral, pois altas temperaturas podem causar aborto floral e
431 induzir a emissão de estolões (SONSTEBY et al, 2013).

432 De acordo com Verdial et al. (2007) cultivares de dias curtos como ‘Camarosa’,
433 nestas condições de cultivo emitem grande quantidade de estolões, propagando-se

434 vegetativamente, enquanto que a emissão de flores diminui significativamente. Enquanto
435 que as cultivares de dias neutros florescem continuamente, independente do fotoperíodo
436 (SERÇE e HANCOCK, 2005), nas mesmas a diferenciação floral ocorre em condições de
437 temperatura abaixo de 28°C (GUTTRIDGE, 1985).

438 As cultivares de dias neutros proporcionam maiores produções de morangos que as
439 cultivares de dias curtos, durante os períodos mais quentes do ano, por apresentarem menor
440 sensibilidade aos estímulos que a temperatura e o fotoperíodo exercem sobre a emissão de
441 estolões, consequentemente, favorecendo a frutificação (STRASSBURGER et al., 2010).
442 Logo o uso de cultivares de dias neutros, como ‘Aromas’, nas condições de cultivo de
443 Pelotas-RS, se justifica pelo fato de possibilitar a produção de morangos nos meses de
444 maior temperatura do ano (GONÇALVES, 2015).

445 Comparando a produção de morangos obtida em cada período de colheita (meses)
446 para uma mesma cultivar, observa-se que ‘Camarosa’ apresentou maiores produções nos
447 períodos de colheita referentes aos meses de novembro e dezembro, 229,27 g.planta⁻¹ e
448 226,89 g.planta⁻¹, respectivamente, não havendo diferenças entre as mesmas (Figura 1). As
449 menores produções foram verificadas nos meses mais quentes, em janeiro, fevereiro e
450 março, com médias de 39,38 g.planta⁻¹, 11,48 g.planta⁻¹ e 4,48 g.planta⁻¹, respectivamente.
451 Como mencionado anteriormente essa cultivar nas condições climáticas do município de
452 Pelotas-RS, nos meses de janeiro a março quando as temperaturas são altas e o fotoperíodo
453 maior que 12 horas, as plantas apresentam elevada emissão de estolões e baixa produção de
454 inflorescências.

455 Devido a isso, muitos produtores da região de Pelotas-RS, geralmente utilizam as
456 cultivares de dias curtos no cultivo convencional, no solo, e as mantém somente até o final
457 do mês de dezembro ou início de janeiro, após este período as plantas são retiradas do
458 campo e área é reaproveitada para o plantio de hortaliças ou outras culturas como o
459 meloeiro, aproveitando o sistema de irrigação, assim como o mulching e os túneis baixos
460 utilizados no cultivo do morangueiro.

461 A maior produção de frutas para ‘Aromas’ foi verificada nos períodos de colheita
462 correspondentes aos meses de novembro e dezembro, com produções de 203,32 e 237,05
463 g.planta⁻¹, respectivamente (Figura 1). Vignolo (2015), também no município de Pelotas,
464 cultivando no solo, observou que a cultivar Aromas apresentou um pico produtivo no mês
465 de novembro. Observa-se que o pico produtivo das duas cultivares (Aromas e Camrosa)

466 ocorreu no mesmo período, em novembro e dezembro, demonstrando que neste período
467 ocorre a maior oferta do produto no mercado.

468 Para a produção de morangos ao longo dos meses do ciclo 2018, não verificou-se a
469 existência de interação tripla entre os fatores: períodos de colheita (meses), soluções
470 nutritivas e cultivares, ocorreu apenas entre períodos de colheita e cultivares (Figura 2).
471 Analisando a produção de morangos das cultivares dentro um mesmo período de colheita,
472 observou-se que ‘Camarosa’ foi mais produtiva que ‘Aromas’ nos meses de setembro e
473 novembro, nos demais meses (julho, agosto, outubro e dezembro) as cultivares não
474 diferiram entre si.

475 Gonçalves (2015) estudando o potencial produtivo de cultivares de morangueiro,
476 incluindo ‘Camarosa’ e ‘Aromas’, estabelecidas a partir de mudas de raízes nuas e ‘plug
477 plant’ verificou que para todas as cultivares estudadas, que a utilização de mudas ‘plug
478 plant’ proporcionou maior produção precoce. De acordo com Cocco et al. (2011) este
479 resultado pode ser explicado pelo fato de este tipo de muda não sofrer danos no sistema
480 radicular, o que ocorre com as mudas de raízes nuas, quando as mesmas são retiradas do
481 solo para posterior transplantio em áreas comerciais para produção de frutas.

482 Em relação à produção de frutas entre os períodos de colheita para uma mesma
483 cultivar, nota-se que a cultivar Camarosa apresentou maiores produções períodos de colheita
484 correspondentes aos meses de setembro e novembro, produzindo 201,26 g.planta⁻¹ e 194,77
485 g.planta⁻¹, respectivamente, não havendo diferença entre as mesmas e a menor produção foi
486 verificada no mês de julho (27,05 g.planta⁻¹). Analisando a produção de morangos da
487 cultivar Aromas ao longo dos períodos de colheita, observa-se que no mês de setembro
488 ocorreu a maior produção de morangos, produzindo 167,64 g.planta⁻¹, diferindo
489 significativamente dos demais meses e a menor produção ocorreu no mês de julho (15,10
490 g.planta⁻¹). Becker (2017) utilizando mudas ‘plug plant’, em cultivo no solo, também
491 observou um pico produtivo para as duas cultivares no mês de setembro.

492 No presente experimento a baixa produção verificada no mês de outubro para as
493 duas cultivares, possivelmente está relacionada à ocorrência de um ataque de ácaros neste
494 período. Ribeiro et. al (2014), ressalta que o ataque de ácaros na cultura do morangueiro
495 pode reduzir em até 80% a produção de frutas, podendo até causar a morte das plantas em
496 ataques severos. Cabe salientar também que o experimento foi finalizado no dia 17 de

497 dezembro, portanto a produção em relação ao mês de dezembro (Figura 2), é referente ao
498 período do 1º ao 17º dia do referido mês.

499 Houve interação significativa para o teor de sólidos solúveis, o diâmetro e o
500 comprimento dos morangos, produzidos no ciclo 2017/2018 (Tabela 5). Na comparação
501 entre as cultivares para cada uma das soluções nutritivas, observa-se que o teor de sólidos
502 solúveis foi superior nas frutas da cultivar Camarosa em comparação a ‘Aromas’,
503 independentemente da solução nutritiva utilizada na produção das mudas. Os açúcares
504 solúveis são produtos diretos da fotossíntese e diferenças nos teores de açúcares presentes
505 nas frutas, refletem indiretamente a eficiência fotossintética da cultivar (YU et al., 2015).

506 Resultados semelhantes foram encontrados por Becker (2017), no município de
507 Pelotas, pois comparando o teor de sólidos solúveis das duas cultivares, ‘Camarosa’ também
508 foi superior a ‘Aromas’, como no presente experimento. Pineli et al. (2011) relata que os
509 fatores que mais interferem no teor de sólidos solúveis dos morangos são as condições
510 ambientais, nutricionais, e também as varietais.

511 Na comparação das soluções nutritivas para cada uma das cultivares, as frutas da
512 cultivar Camarosa apresentaram os maiores teor de sólidos solúveis com a utilização das
513 SN4, SN3 e SN2, não havendo diferença entre as mesmas, no entanto as SN2 e SN3
514 também não diferiram da SN1. Essa variação está associada a uma possível
515 desuniformidade do ponto de maturação das frutas utilizadas para compor a amostra para
516 avaliação da qualidade dos morangos. No entanto, para ‘Aromas’, as diferentes soluções
517 nutritivas utilizadas na produção das mudas, não influenciaram o teor de sólidos solúveis
518 presente nas frutas.

519 Em relação ao diâmetro e o comprimento das frutas, comparando as soluções
520 nutritivas para uma mesma cultivar, para ‘Camarosa’ a utilização das SN1, SN2 e SN4 para
521 produção das mudas proporcionaram frutas com maior diâmetro e comprimento, porém não
522 diferiram entre si. De acordo com Filgueira (2000), o morangueiro é uma planta que produz
523 flores com diferentes potenciais de frutificação em função do número de pistilos.
524 Geralmente as primeiras flores, por possuírem um maior número de óvulos, originam frutas
525 maiores e as últimas flores tendem a produzir frutas menores. Logo às plantas de
526 ‘Camarosa’ em que as mudas foram produzidas com a SN3, no momento da coleta da
527 amostra para avaliação do diâmetro e comprimento, apresentavam frutas originadas

528 possivelmente pelas últimas flores emitidas pela planta, o que acarretou em morangos com
529 menor diâmetro e comprimento.

530 Para ‘Aromas’ o comprimento das frutas não foi influenciada pelas diferentes
531 soluções nutritivas, enquanto que o maior diâmetro foi verificado com a utilização das SN3,
532 SN1 e SN2, não havendo diferença estatística entre as mesmas, e as SN1 e SN2 também não
533 diferiram da SN4. Witter et al. (2012), avaliando a cultivar Aromas, observaram resultados
534 semelhantes ao do presente estudo, constatando frutas com diâmetro de 31 mm e
535 comprimento de 35 mm.

536 Na comparação entre as cultivares para cada uma das soluções nutritivas (Tabela 5),
537 verificou-se que o diâmetro das frutas das cultivares só foi influenciado quando as SN3 e
538 SN4 foram utilizadas, sendo que a ‘Camarosa’ apresentou maior diâmetro de fruta que
539 ‘Aromas’ com a SN4, enquanto que com o uso da SN3, ‘Aromas’ foi estatisticamente
540 superior a ‘Camarosa’. Em relação ao comprimento das frutas, ‘Camarosa’ produziu frutas
541 com maior comprimento que ‘Aromas’ quando as mudas de ambas foram produzidas com
542 as SN1, SN2 e SN4.

543 As variáveis referentes à qualidade de morangos (Tabela 6), não apresentaram
544 interação significativa entre os fatores. No ciclo 2017/18 as frutas da cultivar Camarosa
545 apresentaram maior acidez titulável que as de ‘Aromas’. Em relação às soluções nutritivas
546 aquelas plantas em que as mudas foram produzidas com a SN1 e SN3 produziram frutas
547 com maior acidez titulável, sendo que as mesmas não diferiram entre si.

548 Neste mesmo ciclo, o pH das frutas não apresentou variação entre as cultivares e
549 também não foi influenciado pelas soluções nutritivas utilizadas na fase de matrizeiro para a
550 produção das mudas. Diferenças entre ‘Camarosa’ e ‘Aromas’ em relação à acidez titulável
551 também foram encontradas por Becker (2017), que verificou teores superiores de ácido
552 cítrico em ‘Camarosa’ em comparação com ‘Aromas’, o mesmo autor também não verificou
553 diferença para o parâmetro pH entre as duas cultivares. Gonçalves et al. (2016), avaliando o
554 comportamento produtivo de cultivares de morangueiro estabelecidas a partir de mudas de
555 torrão, obteve valores semelhantes ao do presente estudo para a acidez titulável da cultivar
556 Camarosa, apresentando 0,8% de ácido cítrico, sendo que a qualidade das frutas também
557 foram avaliadas no mês de novembro.

558 No ciclo 2018, não houve diferença estatística para a acidez titulável entre as
559 cultivares e entre as soluções nutritivas. Neste mesmo ciclo, as frutas produzidas pela

560 cultivar Aromas, apresentaram um pH mais ácido que as de ‘Camarosa’. O mesmo ocorreu
561 entre as plantas de ambas as cultivares produzidas com SN4. Comparando os dados obtidos
562 para ‘Camarosa’ no ciclo 2018, com os obtidos por Neocleous (2012), verifica-se valores
563 semelhantes para a acidez titulável (0,92% de ácido cítrico) e pH (3,6). Segundo Figueiredo
564 et al. (2010) a redução do pH não se deve a um aumento exclusivamente no teor de ácido
565 cítrico das frutas, mas provavelmente também a elevação de outros ácidos que reduzem o
566 pH e aumentam a acidez da polpa.

567 Chitarra e Chitarra (2005) destacam que a relação entre sólidos solúveis e acidez
568 titulável (SS/AT) é o parâmetro mais utilizado para a avaliação do sabor das frutas, sendo
569 mais representativo que a medição isolada de apenas sólidos solúveis ou acidez. No presente
570 trabalho não houve diferença estatística entre as cultivares, somente entre as soluções
571 nutritivas no ciclo 2017/18, no qual a SN4 apresentou a maior relação, não diferindo da
572 SN2.

573 No ciclo 2018, houve diferença entre as cultivares, ‘Camarosa’ apresentou a maior
574 relação SS/AT diferindo significativamente de ‘Aromas’, enquanto que as duas soluções
575 nutritivas utilizadas neste ciclo para a produção de mudas, não afetaram esta variável
576 (Tabela 6). Cabe destacar que as plantas das diferentes cultivares estudadas e as soluções
577 nutritivas utilizadas durante a produção de mudas, apresentaram frutas com relação SS/AT
578 superior ou próxima a aquela descrita por Chitarra e Chitarra (2005), considerada mínima
579 para que os morangos apresentem um sabor agradável, valor este que é de 8,75.

580 A coloração das frutas é um importante parâmetro considerado pelos consumidores
581 no momento da aquisição, porém, as cultivares estudadas não demonstraram diferença para
582 a mesma no ciclo 2017/18 (Tabela 7). Neste mesmo ciclo, em relação às soluções nutritivas
583 utilizadas durante a produção das mudas, a utilização da SN4 possibilitou que suas mudas
584 produzissem frutas com coloração de um vermelho menos intenso que aquele verificado nos
585 morangos produzidos pelas mudas que foram elaboradas com as demais soluções. O que
586 possivelmente está relacionado ao ponto de colheita das frutas utilizadas na amostra, devido
587 o ciclo morangueiro ser longo, esses tratamentos realizados durante a produção das mudas,
588 acabam se diluindo durante o ciclo, e parâmetros relacionados à qualidade das frutas não são
589 afetados por esses tratamentos, como visualizado para a maioria das variáveis avaliadas
590 neste experimento.

591 No ciclo 2018, as frutas da cultivar Aromas apresentaram um maior ângulo hue
592 (31,73°), para coloração da epiderme, que indica que está mais próximo do laranja,
593 diferindo de ‘Camarosa’ que apresentou um menor valor (28,73°), o qual corresponde a um
594 vermelho mais intenso, neste mesmo ciclo, as soluções nutritivas não influenciaram esta
595 variável. Segundo Šamec et al. (2016), o mercado consumidor de morango tem exigido
596 frutas com boa aparência, sabor, durabilidade pós-colheita, além de um equilíbrio entre as
597 características físicas e químicas.

598 A textura das frutas é um indicativo de perecibilidade, pois aqueles morangos que
599 apresentam uma baixa firmeza de polpa tendem a sofrer maiores danos durante o transporte
600 e a comercialização, o que acarreta em maiores perdas. No experimento realizado no ciclo
601 2017/18, a cultivar Aromas produziu frutas com maior firmeza de polpa que ‘Camarosa’, o
602 que demonstra que em um possível transporte e comercialização, os morangos da cultivar
603 Camarosa sofreriam maiores danos e também perdas. Cabe ressaltar que a firmeza de polpa
604 é uma característica inerente à cada cultivar e está diretamente relacionada ao estágio de
605 maturação das frutas, sendo que a mesma não demonstrou variação entre as frutas
606 produzidas por plantas oriundas de mudas que foram elaboradas com diferentes soluções
607 nutritivas.

608 O diâmetro e o comprimento das frutas produzidas no ciclo 2018, não apresentaram
609 diferença estatística em relação às cultivares e soluções nutritivas utilizadas na fase de
610 matrizeiro (Tabela 7). Neste mesmo ciclo, a cultivar Camarosa produziu morangos com
611 maior conteúdo de sólidos solúveis que ‘Aromas’, e as SN3 e SN4 não influenciaram esta
612 variável. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a frutose e sacarose são os principais açúcares
613 presentes nas frutas, e sua concentração é variável entre as distintas cultivares, sendo
614 também influenciada por fatores climáticos.

615 De acordo com a avaliação dos compostos fitoquímicos presentes nos morangos
616 produzidos no ciclo 2017/18 (Tabela 8), observa-se que em relação às cultivares,
617 ‘Camarosa’ apresentou maior teor de compostos fenólicos totais, antocianinas totais, assim
618 como também maior atividade antioxidante total que ‘Aromas’. No ciclo realizado em 2018,
619 ‘Camarosa’ apresentou maior teor de compostos fenólicos totais e maior atividade
620 antioxidante que ‘Aromas’, porém em relação à composição de antocianinas totais, as
621 cultivares não diferiram entre si.

622 Observa-se que as frutas da cultivar Camarosa apresentaram uma coloração da
623 epiderme (Tabela 7), que corresponde a um vermelho intenso, enquanto que as de ‘Aromas’
624 um vermelho mais alaranjado, o que possivelmente está relacionado às maiores quantidades
625 de compostos fitoquímicos apresentadas por ‘Camarosa’. Uma vez que a coloração nos
626 morangos é causada principalmente pelo acúmulo de antocianinas e compostos fenólicos
627 (PILJAC-ZEGARAC et al., 2012).

628 Segundo Severo et al, (2011), o conteúdo de fitoquímicos presentes nas frutas pode
629 ser afetado por diversos fatores, entre eles, pelo grau de maturação e condições ambientais
630 durante a colheita, além das diferenças genéticas entre as cultivares. Crizel (2012) avaliando
631 o potencial produtivo e qualidade das frutas da cultivar Aromas, no município de Pelotas-
632 RS, em sistema hidropônico, observou resultados similares aos apresentados pelas frutas
633 produzidos no ciclo 2017/18, para compostos fenólicos totais e antocianinas totais, sendo
634 388,34 mg do equivalente ácido clorogênico/100g peso fresco e 104,34 mg equivalente
635 cianidina-3-glicosídeo/100g peso fresco, respectivamente, e resultados superiores para a
636 atividade antioxidante sendo 5351,13 µg equivalente trolox/g peso fresco.

637 Carvalho (2013) realizando a caracterização físico-química de compostos bioativos
638 de morangos das cultivares Camarosa e Aromas, também no município de Pelotas-RS,
639 verificou valores distintos aos do presente estudo, em relação aos teores de compostos
640 fenólicos totais, sendo que ‘Camarosa’ apresentou 276,92 mg do equivalente ácido
641 clorogênico/100g peso fresco e Aromas 307,71 mg do equivalente ácido clorogênico/100g
642 peso fresco. Ainda o mesmo autor verificou para antocianinas totais 87,07 mg e 80,84 mg
643 equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g peso fresco, para ‘Camarosa’ e ‘Aromas’
644 respectivamente, sendo que os mesmos são inferiores aos verificados para as mesmas
645 cultivares, em ambos os ciclos do presente estudo. No entanto, para a atividade antioxidante
646 verificou 1149,90 µg e 1070,09 µg equivalente trolox/g peso fresco, para ‘Camarosa’ e
647 ‘Aromas’ respectivamente, resultado similar ao encontrado para a cultivar Aromas no ciclo
648 2018.

649 De modo geral, a composição fitoquímica dos morangos é fortemente afetada pelas
650 características genéticas, pelas condições de cultivo, condições nutricionais e de manejo da
651 cultura (KOLEVA et al., 2002; KEUTGEN e PAWELZIK, 2007), o que explica a variação
652 encontrada entre os trabalhos descritos acima, em relação a composição de compostos
653 bioativos em morangos das cultivares ‘Camarosa’ e ‘Aromas’.

654 Os fitoquímicos avaliados neste trabalho não apresentaram diferenças estatísticas
655 significativas para as soluções nutritivas utilizadas durante a produção das mudas, em
656 ambos os ciclos de cultivo (Tabela 8). Demonstrando que em mudas ‘plug plant’, a
657 qualidade das frutas não é afetada pelas condições nutricionais em que os propágulos
658 utilizados na produção das mudas foram propagados.

659 Uma vez que os propágulos são retirados da planta matriz e colocados para enraizar
660 em substrato que lhes forneça certa quantidade de nutrientes, possibilitando a formação de
661 mudas homogêneas, que após o transplante apresentam produção e qualidade de frutas
662 similar. Essa informação fornece ao viveirista que comercializa mudas ‘plug plant’, a
663 possibilidade de utilizar soluções nutritivas que promovam a produção de um maior número
664 de propágulos por matriz, aumentando a viabilidade econômica do sistema de cultivo, visto
665 que, a mesma não afeta a produção e a qualidade das frutas produzidas por estas mudas.

666 As variáveis referentes a massa seca de folhas, coroas e estolões produzidas pelas
667 plantas nos ciclos 2017/18 e 2018, não apresentaram interação significativa entre os fatores
668 (Tabela 9). Através da avaliação da massa seca de folhas se obtêm uma estimativa do vigor
669 das plantas. Nos resultados em estudo, para o fator cultivares, ‘Camarosa’ apresentou cerca
670 de 30% e 22% a mais de matéria seca de folhas ciclos 2017/18 e 2018, que a cultivar
671 Aromas, respectivamente. Enquanto que o fator soluções nutritivas que foram utilizadas na
672 fase de matrizeiro, não influenciou esta variável. Oliveira e Antunes (2016) descrevem que a
673 cultivar ‘Camarosa’ apresenta plantas vigorosas, enquanto que ‘Aromas’ é caracterizada por
674 apresentar plantas com médio vigor, o que foi confirmado através da avaliação da massa
675 seca de folhas no presente estudo, em que ‘Camarosa’ apresentou maior massa seca de
676 folhas que ‘Aromas’. O uso de cultivares com rendimentos competitivos e que apresentam
677 uma menor área foliar, acarretam em uma menor transpiração total da planta, reduzindo a
678 necessidade de água e aumentando desta forma a eficiência fotossintética (MARTÍNEZ-
679 FERRI et al., 2016).

680 No ciclo 2017/18, a maior massa seca de coroas foi produzida pelas plantas da
681 cultivar ‘Aromas’, diferindo significativamente de ‘Camarosa’, no entanto, neste mesmo
682 ciclo as soluções nutritivas que foram utilizadas durante a fase de produção das mudas, no
683 matrizeiro, não influenciaram esta variável. Porém, no ciclo 2018, a massa seca de coroa
684 não diferiu entre as cultivares estudadas, assim como entre aquelas plantas em que suas
685 mudas foram produzidas com a SN3 e SN4. Vignolo (2015) avaliando o desempenho

686 agrônomo da cultivar ‘Aromas’ em cultivo no solo, obteve resultados superiores para
687 massa seca de folhas ($85,9 \text{ g.planta}^{-1}$) e inferiores para massa seca de coroas ($12,5 \text{ g.planta}^{-1}$).
688 ¹). Gonçalves (2015) avaliando o desenvolvimento de plantas da cultivar Camarosa,
689 estabelecidas com mudas ‘plug plant’, obteve $98,9 \text{ g.planta}^{-1}$ de massa seca de folhas,
690 resultado similar ao encontrado neste experimento.

691 As cultivares de dias curtos, como ‘Camarosa’, são caracterizadas por produzirem
692 um alto número de estolões em períodos de dias longos e temperaturas altas. Através dos
693 resultados da massa seca de estolões, verificou-se que ‘Camarosa’ produziu
694 consideravelmente maior massa de estolões que ‘Aromas’, cerca de 84,5% a mais no ciclo
695 2017/18. De acordo com dados da literatura, durante o verão, as temperaturas elevadas e o
696 fotoperíodo longo estimulam a propagação vegetativa do morangueiro através da emissão
697 de estolões (BRADFORD et al., 2010). Em geral as cultivares de dias curtos, produzem
698 maior quantidade de estolões do que as de dias neutros (SERÇE e HANCOCK, 2005), o
699 mesmo ocorreu neste experimento, em que ‘Camarosa’ apresentou maior produção de
700 estolões em comparação com ‘Aromas’, fato observado através da massa seca de estolões,
701 mensurada durante o ciclo de cultivo.

702 No experimento realizado em 2018, somente a cultivar Camarosa produziu estolões.
703 No entanto, sua produção foi consideravelmente baixa, uma vez que o experimento foi
704 encerrado em dezembro de 2018, período em que os dias começam a se alongar, juntamente
705 com o aumento da temperatura. Em tais condições, as cultivares de dias curtos produzem
706 grande quantidade de estolões e baixo número de flores. Em ambos os ciclos de cultivo a
707 massa seca de estolão não apresentou variação entre aquelas plantas em que durante na sua
708 fase de matrizeiro foram submetidas a diferentes soluções nutritivas para produção das
709 mudas.

710 **Conclusões**

711 Soluções nutritivas utilizadas na produção dos propágulos, durante a fase de matrizeiro, não
712 apresentam efeito residual durante o ciclo de cultivo do morangueiro e não afetam o
713 desempenho agrônomo, a produção e a qualidade de morangos;

714 As cultivares ‘Camarosa’ e ‘Aromas’, estabelecidas com mudas ‘plug plant’ apresentam
715 elevadas produções de morangos em sistema de cultivo sem solo;

716 A cultivar Camarosa em condições de dias longos e altas temperaturas apresenta uma alta
717 produção de estolões e baixa produção de frutas;

718 A cultivar Camarosa apresenta parâmetros físico-químicos que conferem ao consumidor
719 maior aceitabilidade e benefícios para a sua saúde em comparação com a cultivar Aromas.

720

721 **Referências**

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

725

726 BECKER, T. B. Produção de mudas de morangueiro fora do solo sob diferentes
727 concentrações de nitrogênio nas matrizes e datas de plantio das mudas na Região Sul do RS.
728 2017, 107 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia Eliseu
729 Maciel – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

730

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

734

735 BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to
736 evaluate antioxidante activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, London, v. 28,
737 p. 25-30, 1995.

738

739 CARVALHO, S. Produção, qualidade e conservação pós-colheita de frutas de diferentes
740 cultivares de morangueiro nas condições edafoclimáticas de Pelotas-RS. 2013. 102 f.
741 Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel –
742 Universidade Federal de Pelotas, 2013.

743

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

746

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

750

751 COCCO, C. Produção e qualidade de mudas e frutas de morangueiro no Brasil e na Itália.
752 2014. 124 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel,
753 Universidade Federal de Pelotas, 2014.

754

755 CRIZEL, R. G. Efeito da radiação UV-C durante o cultivo de morangos: aspectos
756 bioquímico-fisiológicos e tecnológicos. 2012. 124f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e
757 Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, 2012.

758

- 759 DAL PICIO, M.; ANDRIOLO, J. L.; JANISH, D. I.; SCHMITT, O. J.; LERNER, M. A.
 760 Fruit yield of strawberry stock plants after runner tip production by different cultivars.
 761 **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 375-379, 2013.
- 762
 763 DIEL, M. I.; PINHEIRO, M. V. M.; COCCO, C.; FONTANA, D. C.; CARONB, B. O.; DE
 764 PAULA, G. M.; PRETTO, M. M.; THIESEN, L. A.; SCHMIDT, D. Phyllochron and
 765 phenology of strawberry cultivars from different origins cultivated in organic substracts.
 766 **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 220, p. 226–232, 2017.
- 767
 768 DIEL, M. I.; PINHEIRO, M. V. M.; THIESEN, L. A.; ALTISSIMO, B. S.; HOLZ, E.;
 769 SCHMIDT, D. Cultivation of strawberry in substrate: Productivity and fruit quality are
 770 affected by the cultivar origin and substrates. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 42, n. 3,
 771 p. 229-239, 2018.
- 772
 773 DUARTE FILHO, J. Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a
 774 produção precoce em morangueiros. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 198. p. 30-35, 1999.
- 775
 776 FAGHERAZZI, A. F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A. A.; MOLINA, A. R.;
 777 GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C.; BARUZZI, G.; RUFATO L. Strawberry
 778 production progress in Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 1, p. 937-940, 2017.
- 779
 780 FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**: Agricultural
 781 Production/strawberry. Disponível em: < <http://faostat.fao.org>>. Acessado em: 10 de jan. de
 782 2019.
- 783
 784 FIGUEIREDO, F. C.; BOTREL, P. P.; TEIXEIRA, C. P.; PETRAZZINI, L. L.; CARNO,
 785 M.; CARVALHO, J. G. de. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos
 786 físico-químicos de qualidade e índices de coloração do morango. **Ciência e**
 787 **Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1306-1311, 2010.
- 788
 789 FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na**
 790 **produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 402 p., 2000.
- 791
 792 FULEKI, T.; FRANCIS, F. J. Quantitative methods for anthocyanins 1. Extraction and
 793 determination of total anthocyanin in cranberries. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 33,
 794 n. 1, p. 72-77, 1968.
- 795
 796 FURLANI, P. R.; FERNANDEZ JÚNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em
 797 ambiente protegido. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO & ENCONTRO DE
 798 PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 2, 2004, Pelotas. **Anais...**
 799 Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 102-115.
- 800

- 801 GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; GODÓI, R. dos S. Cultivo sem solo no morangueiro.
802 **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 273-279, 2008.
- 803
- 804 GONÇALVES, M. A. PRODUÇÃO DE MUDAS DE MORANGUEIRO E
805 COMPORTAMENTO A CAMPO. 2015. 153 f. Tese (Doutorado em Agronomia),
806 Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2015.
- 807
- 808 GONÇALVES, M. A.; COCCO, C.; VIGNOLO, G.; PICOLOTTO, L.; ANTUNES, L. E.
809 C. Comportamento produtivo de cultivares de morangueiro estabelecido a partir de mudas
810 com torrão. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 277-283,
811 2016.
- 812
- 813 GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C. Mudas Sadias: o início do sucesso no cultivo
814 de morango. **Campo & Negócios - Hortifruti**, Uberlândia, n. 128, p. 48-51, 2016.
- 815
- 816 GUTTRIDGE, C. G. *Fragaria* x *ananassa*. In: HALEY, A. H. **CRC Handbook of**
817 **Flowering**, Vol. 3. Boca Raton: CRC Press, 1985. p. 16-33.
- 818
- 819 HEIDE, O. M.; STAVANG, J. A.; SONSTEBY, A. Physiology and genetics of flowering in
820 cultivated and wild strawberries – a review. **The Journal of Horticultural Science and**
821 **Biotechnology**, London, v. 88, n. 1, p. 1-18, 2013.
- 822
- 823 JANISCH, D. I.; OLIVEIRA, C.; COCCO, C.; ANDRIOLO, J. L.; ERPEN, L.; VAZ, M. A.
824 B. Produção de frutos do morangueiro em diferentes épocas de plantio em Santa Maria, RS.
825 **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 1975-1978, 2008.
- 826
- 827 KEUTGEN, A. J.; PAWELZIK, E. Modifications of Strawberry fruit antioxidant pools and
828 fruit quality under NaCl stress. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los
829 Angeles, v. 55, n. 10, p. 4066- 4072, 2007.
- 830
- 831 KOLEVA, L. I.; VAN BEEK, T. A.; LINSEN, J. P. H.; DE GROOT, A.; EVSTATIEVA,
832 L. N. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three
833 testing methods. **Phytochemical Analysis**, v. 13, n. 1, p. 8-17, 2002.
- 834
- 835 MARTÍNEZ-FERRI, E.; SORIA, C.; ARIZA, M. T.; MEDINA, J. J.; MIRANDA, L.;
836 DOMINGUEZ, P.; MURIEL, J. L. Water relations, growth and physiological response of
837 seven strawberry cultivars (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) to different water availability.
838 **Agricultural Water Management**, v. 164, n. 1, p. 73-82, 2016.
- 839
- 840 NEOCLEOUS, D. Effects of cultivars and coco-substrates on soilless strawberry production
841 in Cyprus. **Journal of Berry Research**, Amsterdam, v. 2, n. 4, p. 207-213, 2012.
- 842

- OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de cultivares de morangueiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 69-74, 2011.
- OLIVEIRA, A. C. B.; ANTUNES, L. E. C. Melhoramento genético e principais cultivares. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 134-147.
- PEIL, R. M. N.; MARQUES, G. N.; SIGNORINI, C. B. Cultivo do morangueiro em substrato: aspectos técnicos e ambientais de sistemas abertos e fechados. In: MANEJO DE PRAGAS E PATÓGENOS E A MULTIPLICIDADE EM SISTEMAS DE CULTIVO HIDROPÔNICO, 1., 2018, Florianópolis.SC. **Anais de palestras e artigos premiados no XI Encontro Brasileiro de Hidroponia e III Simpósio Brasileiro de Hidroponia**. Florianópolis, SC: Tribo da Ilha, 2018, p. 24-50.
- PILJAC-ZEGARAC, J.; PILJAC, A.; BASHA, S.; PINTER, M.; ŠAMEC, D.; PETRAVIĆ-TOMINAC, V. Degradation kinetics of total phenols, anthocyanins and antiradical activity of blackcurrant nectars stored at room and refrigerator temperatures. **Italian Journal of Food Science**, Turim, v. 24, n. 4, p. 345–351, 2012.
- PINELLI, L. D. L. D. O.; MORETTI, C. L.; SANTOS, M. S. dos; CAMPOS, A. B.; BRASILEIRO, A. V.; CÓRDOVA, A. C.; CHIARELLO, M. D. Antioxidants and other chemical and physical characteristics of two strawberry cultivars at different ripeness stages. **Journal of Food Composition and Analysis**, Maryland, v. 24, n. 1, p. 11–16, 2011.
- RADIN, B.; LISBOA, B. B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER, J. C.; MATZENAUER, R.; FERMINO, M. H. Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 287-291, 2011.
- RESENDE, J. T. V.; MORALES, R. G. F.; FARIA, M. V.; RISSINI, A. L. L.; KAMARGO, L. K. P.; CAMARGO, C. K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 185-189, 2010.
- RIBEIRO, M. G. P. M.; FILHO, M. M.; GUEDES, I. M. R.; MALDONADE, I. R. Prejuízo rajado. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, n. 84, p. 10-11, 2014.
- ŠAMEC, D.; MARETIĆ, M.; LUGARIĆ, I.; MEŠIĆ, A.; SALOPEK-SONDI, B.; DURALIJA, B. Assessment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. **Food Chemistry**, Washington, v. 194, p. 828-834, 2016.

- 885 SERÇE, S.; HANCOCK, J. F. The temperature and photoperiod regulation of flowering and
 886 runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana*, and *F. x ananassa*.
 887 **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 103, n. 2, p. 167-177, 2005.
- 888
- 889 SEVERO, J.; TIECHER, A.; CHAVES F. C.; SILVA, J. A.; ROMBALDI, C. V. Gene
 890 transcript accumulation associated with physiological and chemical changes during
 891 developmental stages of strawberry cv. Camarosa. **Food Chemistry**, Washington, v. 126, n.
 892 3, p. 995-1000, 2011.
- 893
- 894 SONNEVELD, C.; STRAVER, N. **Nutrient solutions for vegetables and flowers grown**
 895 **in water or substrates**. The Netherlands: Proefstation voor Tuinbouw onder Glas Te
 896 Naaldwijk, 1994. 45p.
- 897
- 898 SONSTEBY, A.; OPSTAD, H.; HEIDE O. M. Environmental manipulation for establishing
 899 high yield potential of strawberry forcing plants. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.
 900 157, p. 65-73, 2013.
- 901
- 902 STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; MEDEIROS, C. A. B.;
 903 MARTINS, D. A.; SILVA, J. B. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro
 904 de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico.
 905 **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 623-630, 2010.
- 906
- 907 SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L. The
 908 quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of Science and Food Agriculture**.
 909 Washington, v. 10, n. 1, p. 63-68, 1959.
- 910
- 911 TAZZO, I. F.; FAGHERAZZI, A. F.; LERIN, S.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.
 912 Exigência térmica de duas seleções e quatro cultivares de morangueiro cultivado no planalto
 913 catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 550-558, 2015.
- 914
- 915 VERDIAL, M. F.; NETO, J. T.; MINAMI, K.; FILHO, J. A. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J.;
 916 SCARPARE, F. V.; BARELA, J. F.; DEL AGUILA, J. S.; KLUGE, R. A. Vernalização em
 917 cinco cultivares de morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 976-981, 2007.
- 918
- 919 VIGNOLO, G. K. Produção e qualidade de morangos durante dois ciclos consecutivos em
 920 função da data de poda, tipo de filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico. 2015, 124f.
 921 **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade
 922 Federal de Pelotas, 2015.
- 923
- 924 WITTER, S.; RADIN, B.; LISBOA, B. B.; TEIXEIRA, J. S. G.; BLOCHTEIN, B.
 925 IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Desempenho de cultivares de morango submetidas a

926 diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,
927 Brasília, v. 47, n. 1, p. 58–65, 2012.

928

929 YU, J.; WANG, M.; DONG, C. XIE, B.; LIU, G.; FU, Y.; LIU, H. Analysis and evaluation
930 of strawberry growth, photosynthetic characteristics, biomass yield and quality in an
931 artificial closed ecosystem. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 195, p. 188-194, 2015.

932

933 TABELAS

934 **TABELA 1.** Composição de macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S), potássio (K), cálcio
935 (Ca) e magnésio (Mg) das diferentes soluções nutritivas utilizadas durante a fase de matrizeiro, para a
936 produção de mudas de morangueiro.

Solução nutritiva	Composição de nutrientes (mg.L ⁻¹)					
	N	P	S	K	Ca	Mg
SN1	147,1	46,5	32,1	221,3	106,3	24,3
SN2	46,6	91,1	75,8	204,5	55,3	29,7
SN3	150,5	38,7	80,3	234,6	118,3	43,7
SN4	132,3	92,3	36,9	212,2	78,0	18,5

SN: solução nutritiva.

937

938

939

940 **TABELA 2.** Número de dias após o plantio (DAP) para o início e plena, floração, frutificação e
941 estolonamento de plantas de morangueiro das cultivares Camarosa e Aromas, estabelecidas com mudas
942 produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2017/2018.

Cultivar	Início da floração (DAP)	Plena floração (DAP)	Início da frutificação (DAP)	Plena frutificação (DAP)	Início do estol. (DAP)	Pleno estol. (DAP)
Camarosa	40,19 b	50,69 b	81,13 b	89,13 b	223,50 b	246,38 b
Aromas	45,94 a	62,19 a	87,37 a	104,88 a	248,56 a	261,13 a
Solução nutritiva						
SN1	44,38 ^{ns}	55,75 ^{ns}	84,13 ^{ns}	101,63 ^{ns}	231,00 ^{ns}	249,75 ^{ns}
SN2	41,88	51,63	82,88	94,50	234,13	249,75
SN3	40,50	58,00	83,25	95,63	237,13	258,25
SN4	45,50	60,38	86,75	96,25	241,88	257,25
C.V. (%)	11,91	19,43	6,74	12,59	6,42	7,55

943 Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%
944 probabilidade de erro. estol.: estolonamento. ^{ns}: não significativo, CV: coeficiente de variação; SN: Solução nutritiva.

945

946

947 **TABELA 3.** Número de dias após o plantio (DAP) para o início e plena, floração e frutificação de plantas de
948 morangueiro das cultivares Camarosa e Aromas, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo
949 sem solo sob diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2018.

Solução nutritiva	Início da floração (DAP)		Plena floração (DAP)		Início da frutificação (DAP)		Plena frutificação (DAP)	
	Camarosa	Aromas	Camarosa	Aromas	Camarosa	Aromas	Camarosa	Aromas
SN3	40,00 a A	38,00 a B	44,40 b A	53,00 a B	99,20 a A	93,75 a B	114,60 a A	112,75 a A
SN4	36,33 b B	41,50 a A	41,00 b A	65,00 a A	88,67 b B	104,25 a A	104,33 b B	119,75 a A
C.V.(%)	5,09		10,47		5,71		5,18	

950 Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey,
951 a 5% de probabilidade de erro; C.V.: Coeficiente de variação. SN: Solução nutritiva.

952 **TABELA 4.** Massa média de fruta, produção e número de frutas por planta de morangueiro das cultivares
 953 Camarosa e Aromas, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes
 954 soluções nutritivas, nos ciclos 2017/2018 e 2018.

Cultivar	Massa média de fruta (g.fruta ⁻¹)		Número de frutas por planta (frutas.planta ⁻¹)		Produção de frutas (g.planta ⁻¹)	
	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018
Camarosa	14,22 a	14,30 ^{ns}	74,22 b	52,65 a	1050,85 ^{ns}	750,64 a
Aromas	12,65 b	14,09	85,23 a	44,75 b	1077,99	628,65 b
Solução nutritiva						
SN1	13,88 ^{ns}	-	75,21 ^{ns}	-	1037,10 ^{ns}	-
SN2	13,16	-	86,79	-	1140,52	-
SN3	13,25	14,28 ^{ns}	74,80	47,27 ^{ns}	980,48	672,35 ^{ns}
SN4	13,44	14,11	82,09	50,13	1099,59	706,94
C.V.(%)	6,56	6,56	13,72	7,75	13,75	4,73

955 Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%
 956 probabilidade de erro. ^{ns}: não significativo, CV: Coeficiente de variação; SN: Solução nutritiva.

957

958

959 **TABELA 5.** Conteúdo de sólidos solúveis, diâmetro e comprimento de frutas de morangueiro das cultivares
 960 Camarosa e Aromas, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes
 961 soluções nutritivas, no ciclo 2017/2018.

Solução nutritiva	Sólidos solúveis (°Brix)		Diâmetro (mm)		Comprimento (mm)	
	Camarosa	Aromas	Camarosa	Aromas	Camarosa	Aromas
SN1	8,38 a B	6,93 b A	30,12 a A	30,98 a AB	41,33 a A	36,97 b A
SN2	8,90 a AB	6,60 b A	29,59 a A	29,70 a AB	42,37 a A	36,80 b A
SN3	9,08 a AB	6,68 b A	26,45 b B	31,65 a A	37,37 a B	35,98 a A
SN4	9,73 a A	6,50 b A	31,44 a A	28,34 b B	41,96 a A	34,15 b A
C.V.(%)	5,66		4,7		4,15	

962 Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de
 963 Tukey, a 5% de probabilidade de erro; C.V.: Coeficiente de variação; SN: Solução nutritiva.

964

965

966

967 **TABELA 6.** Acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), relação sólidos solúveis e acidez titulável
 968 (SS/AT) de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem
 969 solo sob diferentes soluções nutritivas, nos ciclos 2017/2018 e 2018.

Cultivar	AT (% de ac. cítrico)		pH		SS/AT	
	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018
Camarosa	0,87 a	0,93 ^{ns}	3,59 ^{ns}	3,44 a	10,44 ^{ns}	11,74 a
Aromas	0,68 b	0,92	3,51	3,27 b	9,90	8,24 b
Solução nutritiva						
SN1	0,83 a	-	3,54 ^{ns}	-	9,19 b	-
SN2	0,76 b	-	3,60	-	10,20 ab	-
SN3	0,78 ab	0,91 ^{ns}	3,58	3,41 a	10,09 b	10,10 ^{ns}
SN4	0,72 b	0,93	3,48	3,29 b	11,19 a	9,88
C.V.(%)	6,56	14,37	5,24	2,62	7,54	15,83

970 Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%
 971 probabilidade de erro; ^{ns}: não significativo, CV: coeficiente de variação; SN: Solução nutritiva.

972

TABELA 7. Textura e coloração da epiderme (Cor) de frutas de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2017/2018 e coloração da epiderme, conteúdo de sólidos solúveis (SS), diâmetro e comprimento de frutas de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, no ciclo 2018.

Cultivar	Textura (N)	Cor (°Hue)		SS (°Brix)	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)
	Ciclo 2017/18	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018	Ciclo 2018	Ciclo 2018	Ciclo 2018
Camarosa	0,49 b	28,66 ^{ns}	28,75 b	10,91 a	28,93 ns	40,41 ns
Aromas	0,56 a	29,31	31,73 a	7,40 b	29,21	35,83
Solução nutritiva						
SN1	0,57 ^{ns}	28,57 b	-	-	-	-
SN2	0,50	28,13 b	-	-	-	-
SN3	0,51	28,62 b	30,96 ^{ns}	9,16 ^{ns}	28,70 ^{ns}	38,11 ^{ns}
SN4	0,55	30,63 a	29,53	9,15	29,44	38,14
C.V.(%)	12,63	3,07	7,86	13,19	5,49	4,03

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade de erro; N: Newton; ^{ns}: não significativo, CV: coeficiente de variação; SN: Solução nutritiva.

TABELA 8. Compostos fenólicos totais, antocianinas totais e atividade antioxidante total de frutas de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, nos ciclos 2017/2018 e 2018.

Cultivar	Compostos fenólicos ¹		Antocianinas totais ²		Atividade antioxidante ³	
	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018
Camarosa	430,7 a	334,86 a	145,54 a	94,47 ^{ns}	1036,94 a	1344,63 a
Aromas	367,02 b	279,62 b	101,91 b	91,07	934,39 b	1083,71 b
Solução nutritiva						
SN1	399,55 ^{ns}	-	123,42 ^{ns}	-	994,71 ^{ns}	-
SN2	407,17	-	126,61	-	992,37	-
SN3	405,64	320,57 ^{ns}	132,54	101,14 ^{ns}	983,94	1193,69 ^{ns}
SN4	383,06	293,91	112,32	84,40	971,64	1234,65
C.V. (%)	13,56	15,05	18,21	20,99	13,73	7,53

¹Compostos fenólicos totais expressos em mg do equivalente ácido clorogênico/100g peso fresco; ²Antocianinas totais expressas em mg equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g peso fresco; ³Atividade antioxidante total expressa em µg equivalente trolox/g peso fresco. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade de erro; ^{ns}: não significativo, CV: coeficiente de variação; SN: Solução nutritiva.

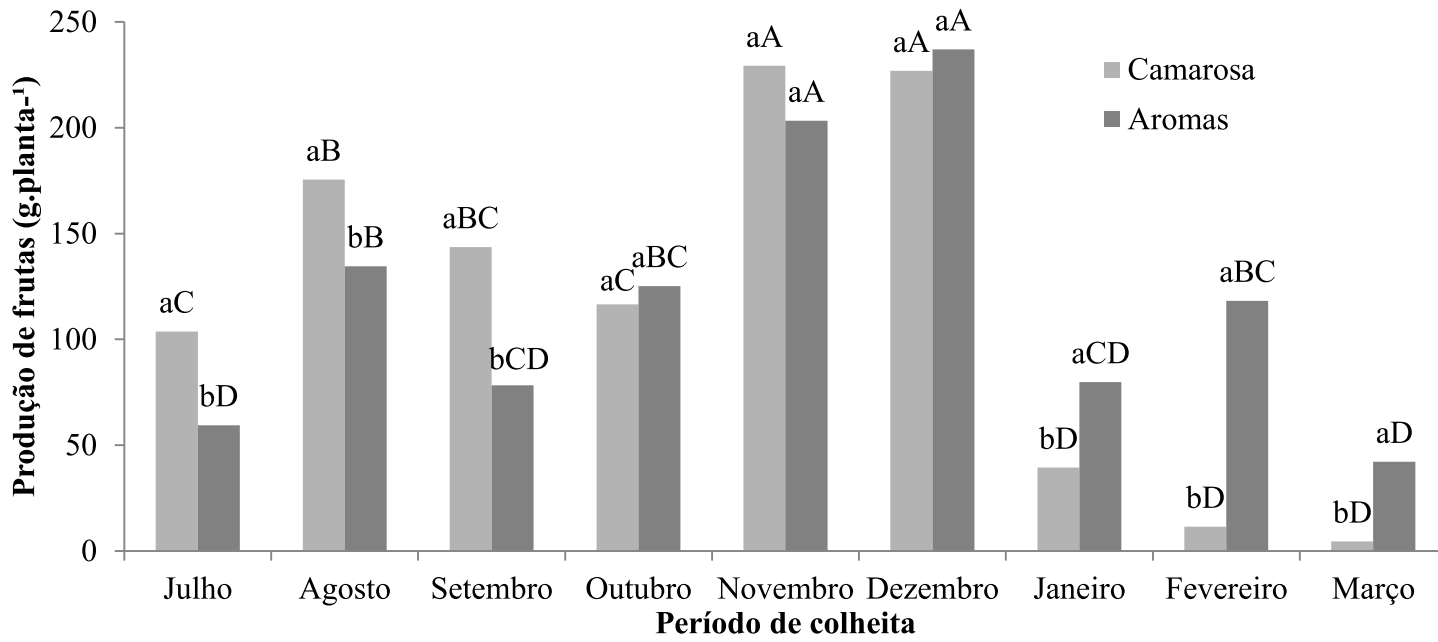
1001 **TABELA 9.** Produção de matéria seca de folhas, coroas e estolões de plantas de morangueiro das cultivares
1002 Camarosa e Aromas, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes
1003 soluções nutritivas, nos ciclos 2017/2018 e 2018.

Cultivar	Massa seca de folhas (g.planta ⁻¹)		Massa seca de coroas (g.planta ⁻¹)		Massa seca de estolões (g.planta ⁻¹)	
	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018	Ciclo 2017/18	Ciclo 2018
Camarosa	98,55 a	33,48 a	11,12 b	5,04 ^{ns}	23,61 a	0,84 a
Aromas	68,59 b	26,22 b	13,65 a	5,37	3,65 b	0 b
Solução nutritiva						
SN1	76,86 ^{ns}	-	12,50 ^{ns}	-	13,41 ^{ns}	-
SN2	87,67	-	12,53	-	15,24	-
SN3	79,72	27,83 ^{ns}	11,63	5,10 ^{ns}	11,39	0,40 ^{ns}
SN4	90,04	31,87	12,88	5,31	14,48	0,43
C.V. (%)	15,23	14,41	18,36	10,38	47,46	53,63

1004 Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%
1005 probabilidade de erro. ^{ns}: não significativo, CV: coeficiente de variação; SN: Solução nutritiva.

1006

1007 **FIGURAS**

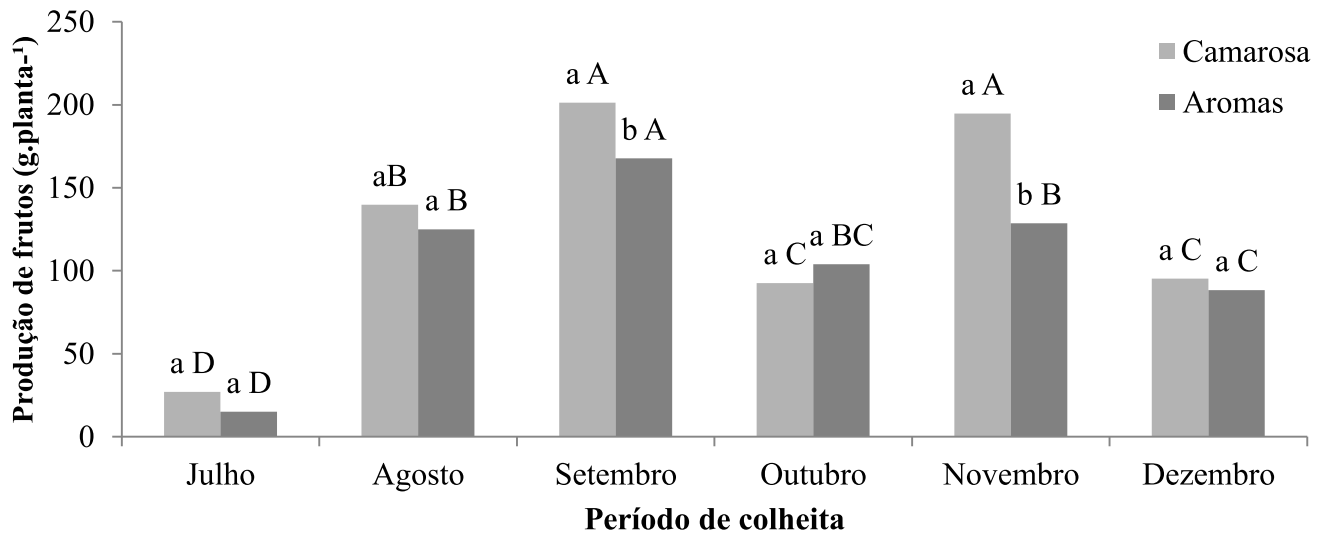


1008
1009 Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.
1010 Letras minúsculas comparam as cultivares para um mesmo período de colheita (mês) e letras maiúsculas,
1011 comparam os períodos de colheita (meses) para uma mesma cultivar.

1012 **FIGURA 1.** Produção mensal de morangos de duas cultivares, durante nove períodos de
1013 colheita, no ciclo 2017/2018.

1014

1015



1016
 1017 Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.
 1018 Letras minúsculas comparam as cultivares para um mesmo período de colheita (mês) e letras maiúsculas,
 1019 comparam os períodos de colheita (meses) para uma mesma cultivar.

1020 **FIGURA 2.** Produção mensal de morangos de duas cultivares durante os períodos de colheita,
 1021 durante o ciclo 2018.

5. Considerações finais

O estudo sobre sistemas de produção de mudas de morangueiro, que possibilitam a formação de mudas de elevada qualidade fisiológica e fitossanitária, na região de Pelotas-RS, que é tradicionalmente produtora de morango, traz consigo informações que visam diminuir a dependência do produtor pelas mudas importadas. Visto que na maioria dos anos ocorrem atrasos na entrega e como consequência o plantio acaba sendo realizado tardiamente e atrasando o início da produção, diminuindo os lucros do produtor. Em razão das frutas produzidas no período que antecede a safra do morango são comercializadas a um preço mais elevado, devido à baixa oferta deste produto no mercado.

O sistema de produção de mudas em cultivo fora do solo, visando a produção de mudas 'plug plant', através da utilização de diferentes soluções nutritivas, fornece informações sobre quais soluções nutritivas são mais aptas para a produção de mudas de morangueiro. Através da utilização das quatro diferentes soluções nutritivas, observou-se pequenas diferenças na qualidade das mudas produzidas, porém no âmbito do número de propágulos produzidos por matriz, as soluções três e quatro (SN3 e SN4) se destacaram positivamente das demais. Informação que fornece ao viveirista, produtor de mudas de morangueiro, a possibilidade de utilizar soluções que proporcionem maior produção de propágulos por matriz, sem comprometer a qualidade das mudas produzidas. Uma vez que neste sistema, os propágulos coletados das plantas matrizes foram enraizados em substratos que continham nutrientes, possibilitando o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das mudas de forma similar, independente da solução nutritiva utilizada na produção dos propágulos.

Este tipo de sistema possibilita a produção de mudas de morangueiro, de forma mais sustentável, pois as plantas matrizes são cultivadas em leitos de cultivo e a solução nutritiva que é fornecida as mesmas, que não é absorvida pelas plantas ou retida pelo substrato retorna ao reservatório, sendo fornecida novamente. Caracterizando um sistema de cultivo sem solo fechado, de forma que não há liberação dos nutrientes diretamente no solo, evitando a contaminação do mesmo e do lençol freático, o que ocorre com frequência em sistemas de cultivo sem solo abertos.

Outra grande vantagem deste sistema é a possibilidade de produção de mudas de alta qualidade fitossanitária, pois em todo o processo são utilizados substratos isentos de patógenos. No entanto, o principal sistema de produção de mudas utilizado no Brasil, é aquele em as plantas matrizes são cultivadas diretamente no solo e a céu aberto, o que na maioria das vezes acaba comprometendo a qualidade destas mudas, devido a presença de patógenos de solo. No Brasil é proibida a utilização de produtos fumigantes para a desinfecção do solo, os quais são liberados em países tradicionalmente produtores de mudas, como o Chile e a Argentina. Tornando a produção de mudas em sistemas de cultivo sem solo mais sustentável, pois possibilita a produção de mudas de qualidade sem a utilização de produtos desinfectantes como o brometo de metila que é altamente tóxico ao meio ambiente.

A avaliação do desempenho agrônomo das mudas produzidas com as diferentes soluções nutritivas, em sistema de cultivo sem solo, demonstrou que em mudas 'plug plant' produzidas com a utilização de substratos que forneçam nutrientes na fase de enraizamento dos propágulos, as mudas tendem a apresentar variáveis fenológicas, produtivas e qualitativas similares. Uma vez que o ciclo do morangueiro é longo, e o efeito das soluções nutritivas utilizadas na fase de matrizeiro acaba se decompondo ao decorrer do ciclo de cultivo. Os resultados obtidos evidenciam que o desempenho agrônomo, a produtividade e qualidade das frutas resultam em grande parte do genótipo avaliado.

Cabe ressaltar que novos estudos devem ser realizados, principalmente relacionados à viabilidade econômica deste sistema de produção de mudas assim como também da viabilidade da utilização das diferentes soluções nutritivas, inclusive para as duas mais produtivas, a solução três e a quatro (SN3 adaptada por Peil et al. (2018) e a SN4 da empresa Samo[®]), pois a primeira delas é formulada a partir de sais que são adquiridos na forma de fertilizantes sólidos, tornando necessária a pesagem das quantidades necessárias para cada formulação, para posterior diluição, enquanto a solução quatro é uma comercial, que é adquirida na forma líquida e os produtores só adicionam determinada quantidade da mesma no reservatório de água, proporcionado maior praticidade aos produtores, porém apresenta um maior custo. E também novos estudos com o objetivo de avaliar o

desempenho agronômico destas mudas em outros sistemas de cultivo, além de estudar outras cultivares com estas mesmas soluções nutritivas.

6. Referências

- ANDRIOLO J. L.; OLIVEIRA C. S.; COCCO C.; ERPEN L.; SCHMITT O. J. Qualidade de mudas de morangueiro produzidas com diferentes doses de N em cultivo sem solo. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 6009-6013, 2008.
- ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry Production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, v. 13, n. 1-2, 2013.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Morangos do jeito que o consumidor gosta. **Campo & Lavoura**, Anuário HF, n. 1, p. 64-72, 2015.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2018. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2018. 88 p.
- DAL PICIO, M.; ANDRIOLO, J. L.; JÄNISCH, D. I.; SCHMITT, O. J.; LERNER, M. A. Fruit yield of strawberry stock plants after runner tip production by different cultivars. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 375-379, 2013.
- FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMITZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectiva da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume especial, p. 109-120, 2011.
- FAGHERAZZI, A. F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A. A.; MOLINA, A. R.; GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C.; BARUZZI, G.; RUFATO L. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1, p. 937-940, 2017.
- GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; GODÓI, R. dos S. Cultivo sem solo no morangueiro. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 273 – 279, 2008.
- GONÇALVES, M. A. **Produção de mudas de morangueiro e comportamento a campo**. 2015. 153 f. Tese (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.
- OLIVEIRA, R. P de; SCIVITTARO, W. B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 91-95, 2009.
- PEIL, R. M. N.; MARQUES, G. N.; SIGNORINI, C. B. Cultivo do morangueiro em substrato: aspectos técnicos e ambientais de sistemas abertos e fechados. In: MANEJO DE PRAGAS E PATÓGENOS E A MULTIPLICIDADE EM SISTEMAS DE CULTIVO HIDROPÔNICO, 1., 2018, Florianópolis.SC. **Anais de palestras e artigos premiados no XI Encontro Brasileiro de Hidropônia e III Simpósio Brasileiro de Hidropônia**. Florianópolis, SC: TRIBO DA ILHA, 2018, p. 24-50.

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

RADIN, B.; LISBOA, B. B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER, J. C.; MATZENAUER, R.; FERMINO, M. H. Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 287-291, 2011.