

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**PRODUÇÃO DE MORANGOS SOB SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO
EM AMBIENTE PROTEGIDO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Jacinara Fresinghelli Netto

Alegrete, 2017

PRODUÇÃO DE MORANGOS SOB SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Jacinara Fresinghelli Netto

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IF Farroupilha) e da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Agrícola

Orientadora: Eracilda Fontanela

**Alegrete, RS, Brasil
2017**

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

A comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso

**PRODUÇÃO DE MORANGOS SOB SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO
EM AMBIENTE PROTEGIDO**

elaborada por
Jacinara Fresinghelli Netto

Como requisito parcial para a obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Drª. Eracilda Fontanela (Orientadora - Unipampa)



Prof. Me Carlos Aurélio Dilli Gonçalves (Professor - Unipampa)



Beatriz da Silveira Antunes (Engenheira Agrícola)

Alegrete, 28 de novembro de 2017.

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Engenharia Agrícola

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, RS, Brasil

Universidade Federal do Pampa, RS, Brasil

PRODUÇÃO DE MORANGOS SOB SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO EM AMBIENTE PROTEGIDO

AUTORA: JACINARA FRESINGHELLI NETTO

ORIENTADOR: PROF^a. DR^a ERACILDA FONTANELA

A produção de morangos em sistema semi hidropônico utilizando garrafas pet é uma alternativa simples e sustentável de garantir uma boa produtividade sem a utilização de defensivos agrícolas, garantindo um produto com melhor qualidade. Com o intuito de avaliar a produção de morangos sob sistema semi-hidropônico em ambiente protegido, foi realizado um experimento na casa de vegetação da Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete, utilizando as variedades Oso Grande, Camino Real e Aromas, com cinco substratos (casca de arroz carbonizada, serragem de pinus, húmus de minhoca, fibra da casca de coco e vermiculita) com seis repetições cada. A irrigação foi realizada semanalmente, intercalando solução nutritiva e água. A única variedade de morangos que apresentou boa adaptabilidade ao sistema semi-hidropônico foi a Aromas, apresentando melhores resultados com a irrigação intercalada entre solução nutritiva e água. Nesse estudo, o substrato com húmus de minhoca foi o recomendado para a produção de morangos da variedade Aromas, no sistema semi-hidropônico em casa de vegetação com garrafas pet, pois acarretou em melhores resultados em todas as variáveis analisadas. Portanto, é possível produzir morangos em garrafas pet na casa de vegetação, configurando assim um sistema econômico, rentável e sustentável.

Palavras chave: Semi hidroponico; Morangos; Ambiente protegido; Produção.

ABSTRACT

Term paper

Agricultural Engineering course

Federal Institute of Education, Science and Technology Farroupilha, RS, Brazil

Federal University of Pampa, RS, Brazil

STRAWBERRIES PRODUCTION BELOW SEMI-HYDROPONIC SYSTEM IN PROTECT ENVIRONMENT

AUTHOR: JACINARA FRESINGHELLI NETTO

SUPERVISOR: PROF. DR^a. ERACILDA FONTANELA

The strawberries production in semi-hydroponic system using plastic bottles is a simple and sustainable alternative to ensure a good productivity without agricultural pesticides use, ensuring a product with better quality. In order to evaluate the strawberries production below semi-hydroponic system in protect environment, an experimente was carried out in the greenhouse of Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete, using the varieties Oso Grande, Camino Real and Aromas, with five substrates (carbonized rice husk, pine sawdust, earthworm humus, coconut husk fiber and vermiculite), with six repetitions each. The irrigation was fullfilled weekly, intercalating nutritive solution and water. The only strawberry variety that showed good adaptability to semi-hydroponic system was Aromas, presenting better results with interleaved irrigation between nutritive solution and water. In this study, the earthworm humus substrate was the recommended to the production of Aromas strawberry variety, in semi-hydroponic system in a greenhouse with plastic bottles, because resulted in better results in all variables analyzed. So, it is possible to produce strawberries in plastic bottles in the greenhouse, thus setting an economical, profitable and sustainable system.

Key words: semi-hydroponic; strawberries; protected environment; production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Casa de vegetação. Fonte: Netto, 2017.....	24
Figura 2: Mudas da variedade Aromas. Fonte: Netto, 2017.....	25
Figura 3: Esquema dos tratamentos na bancada e ordem dos substratos. Fonte: Netto, 2017.....	26
Figura 4: Disposição das garrafas na bancada e ordem dos substratos. Fonte: Netto, 2017.	27
Figura 5: Primeira flor, variedade Aromas. Fonte: Netto, 2017.	30
Figura 6: Primeiro fruto, variedade Aromas. Fonte: Netto, 2017.	30
Figura 7: Fruto com 75% de maturação. Fonte: Netto, 2017.	31
Figura 8: Número de flores de morango por substrato. _Fonte: Netto, 2017.	32
Figura 9: Número de frutos de morango por substrato. _Fonte: Netto, 2017.	33
Figura 10: Peso (gramas) de frutos de morangos (soma) por substrato. _Fonte: Netto, 2017.	34
Figura 11: Média do peso (gramas) dos frutos por substrato. _Fonte: Netto, 2017. ...	35
Figura 12: Áreas (cm ²) do sistema radicular por planta de morango. _Fonte: Netto, 2017.	36
Figura 13: Média da área (cm ²) do sistema radicular por substrato. Fonte: Netto, 2017.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nutrientes da solução nutritiva utilizada para a fase inicial da cultura do morango. Fonte: Hidrogood (2017).	28
Tabela 2 - Nutrientes da solução nutritiva utilizada para a fase de floração e frutificação da cultura do morango. Fonte: Hidrogood (2017).	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.2 Objetivo Geral.....	10
1.2.1 Objetivos específicos	10
2 REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 Sistemas de cultivo.....	11
2.2 Cultivares de morango	14
2.3 Casa de Vegetação	16
2.4 Substratos	17
2.4.1 Vermiculita	17
2.4.2 Casca de arroz carbonizada	18
2.4.3 Fibra da Casca de Coco	19
2.4.4 Húmus	21
2.4.4 Serragem	22
2.5 Solução Nutritiva.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5 CONCLUSÕES	39
6 SUGESTÕES/RECOMENDAÇÕES PARA AS PRÓXIMAS PESQUISAS	40
7 REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

Cultivar morango em sistema semi-hidropônico é uma alternativa de produzir um fruto com boas propriedades nutricionais e de grande aceitação e procura pela população, uma vez que a forma mais consumida do fruto é in natura. Quando cultivado em sistema protegido, se mostra uma alternativa rentável, de modo que o fruto tem sua produção ampliada para qualquer época do ano, pois fornece temperatura ideal para o cultivo, com proteção contra as intempéries e os demais fatores climáticos, como chuvas e ventos.

O sistema semi-hidropônico tem como principais vantagens o menor uso de água para a irrigação da cultura, favorecimento no desenvolvimento da cultura durante qualquer época do ano, melhor controle de doenças e pragas, podendo ser eliminado apenas o recipiente infectado, além de não utilizar agrotóxicos.

O fruto tem grande importância de produção, visto que, como supracitado tem uma grande procura e as pessoas visam cada vez mais produtos com boa qualidade e livres de resíduos de defensivos agrícolas.

A produção em sistema semi-hidropônico se mostra uma boa alternativa, de modo que neste sistema o uso de defensivos agrícolas é quase nulo, fazendo com que se produzam frutos com qualidade, pois os substratos a serem utilizados têm procedência conhecida e são materiais com menor probabilidade de contágio para a planta, tendo em vista que são materiais inertes, sem contato com o solo, favorecendo um desenvolvimento favorável.

Para o sistema semi-hidropônico, podem-se utilizar alguns substratos como vermiculita, fibra de coco, serragem, cinza da casca de arroz, casca de arroz carbonizada, perlita, entre outros materiais que sejam inertes e tenham a capacidade de retenção de água e nutrientes, para que disponibilizem à planta quando a mesma precisar.

Na região de Alegrete, percebe-se uma deficiência de produção de morangos, mesmo que esta seja uma cultura com grande requerimento, principalmente quando se trata da utilização do sistema semi-hidropônico, técnica essa em constante crescimento, porém pouco aderida por conta de sua necessidade de infraestrutura e gasto inicial considerável.

Quando se trata da produção de morangos em pequena escala, podem-se citar as pequenas propriedades rurais, as escolas e as residências, que procuram utilizar métodos simples e sustentáveis para a adequação da cultura no meio hidropônico e semi-hidropônico, fazendo com que se tenha assim uma boa produção com qualidade.

A utilização de garrafas pet é uma alternativa viável, uma vez que seu reaproveitamento como matéria prima para o sistema semi-hidropônico é simples de ser colocado em prática.

1.2 Objetivo Geral

Avaliar a produção de morangos das variedades Oso Grande, Camino Real e Aromas sob sistema semi-hidropônico em ambiente protegido, de modo a utilizar uma técnica simples e sustentável de produção.

1.2.1 Objetivos específicos

- Quantificar as flores em cada planta;
- Avaliar o número de frutos em cada tratamento;
- Avaliar o peso total de frutos em cada substrato;
- Analisar o sistema radicular formado em cada substrato;
- Determinar o substrato que resulte na maior produtividade da cultura.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Sistemas de cultivo

O cultivo em solo tem se mostrado uma alternativa inviável quando se trata do morangueiro, uma vez que os solos se encontram muitas vezes saturados de resíduos agrotóxicos, bem como servem como fonte de contaminação sanitária e patogênica, além de o morango ser uma planta rasteira, dificultando sua colheita rente ao solo (GIMÉNEZ et al., 2008).

Um clima quente e seco pode ser ideal para o cultivo da cultura do morango, pois é um clima favorável, diminui a incidência de doenças, propicia um aumento de produtividade e qualidade dos frutos gerados.

Num estudo, com produção de morangos cultivados em solos de Minas Gerais, utilizando as variedades Campinas IAC-2712, Sweet Charlie e Dover, Silva, et al. (2015) observaram que a cultivar Dover obteve os melhores resultados do estudo.

Conforme Gonçalves et al. (2016), existem algumas vantagens do cultivo fora do solo em comparação com o cultivo em solo, como por exemplo, poder obter uma produção durante todo o ano, descarte da rotação de cultura, diminuição de problemas fitossanitários nas plantas, proteção das cultivares das intempéries climáticas, além da ergonomia, o que possibilita uma melhor postura para o trabalhador e diminui os riscos à saúde.

O cultivo hidropônico tem como principal vantagem a economia de água, a diminuição do ciclo da cultura e a economia de nutrientes (MARTINEZ & FILHO, 2006). Para o emprego do sistema hidropônico de produção, seja para pesquisa ou para o consumo doméstico, qualquer material pode ser empregado como base para o cultivo, como, por exemplo, plásticos, latas, recipientes de barro, etc. (TEIXEIRA, 1996).

A técnica de hidroponia é empregada para que seja otimizada a produtividade e, para isto, é necessário a utilização de mudas de qualidade. Para uma boa produção de mudas para o sistema hidropônico, pode-se utilizar qualquer substrato

livre de patógenos e com boa aeração, isto é, o espaço água/ar que o substrato oferece para a planta. Contudo, deve ser um substrato que se desprenda facilmente das raízes no momento da lavagem para o transplante (MARTINEZ, 2005). A produção de mudas neste sistema pode ser realizada em bandejas, com um substrato sólido, que pode ser adquirido no mercado ou mesmo formulado a partir da mistura de outros (TEIXEIRA, 1996).

O sistema semi-hidropônico vem sendo introduzido nas maneiras de cultivo por proporcionar um melhor controle da cultura, como pragas, doenças, economia de água, comparando-o ao cultivo em solo, cultivo fora de época. Na casa de vegetação tem-se uma melhor proteção de intempéries climáticas e se diferencia dos demais sistemas de cultivo por ser uma alternativa aprimorada, a qual utiliza porções de substratos, alocados em bancadas, sem manter contato com o solo, e com sistema de irrigação interno, o que facilita a organização das plantas, diminui o espaço utilizado para as plantações, e otimiza o monitoramento de doenças e deficiências nas plantas (GONÇALVES et al., 2014).

Quando se utiliza o sistema hidropônico, o ataque de patógenos é menor, e assim, caso ocorra o ataque pode-se fazer a desinfecção de maneira simples, podendo ser utilizado cálcio ou sódio para a limpeza dos canais de cultivo. A qualidade das mudas no momento do transplante e a qualidade da água utilizada para a irrigação são fatores essenciais para que se diminua a probabilidade de ataques de patógenos (MARTINEZ; FILHO, 2006).

A semi-hidroponia oferece uma produção sem contato com o solo, diminuindo a utilização de agrotóxicos nas culturas, e proporcionando um sistema ideal de desenvolvimento, aumentando a produtividade de maneira orgânica. É importante que a planta tenha boa luminosidade, para que a mesma possa realizar a fotossíntese e proporcionar um bom desenvolvimento para a cultura. A ventilação lateral na casa de vegetação é outro fator de suma importância, pois acarreta em uma diminuição da temperatura interna. Temperaturas altas podem acarretar em uma maior probabilidade de infestação de insetos e doenças. (PAGNAN & MONEGAT, 2015).

Segundo Pivoto; Martelleto (2014), o sistema de cultivo semi-hidropônico apresenta vantagens em comparação ao cultivo convencional em solo, de modo que em caso de adversidades no desenvolvimento da planta, apenas o recipiente onde a

mesma se encontra pode ser descartado, diminuindo a transmissão para os demais recipientes, sem prejudicar o desenvolvimento e produtividade do cultivo. Além disso, outro fator de suma importância é a eliminação da necessidade de rotação de cultura, podendo estender o tempo de produção do morango em ambiente protegido. Alves (2006) diz que o sistema proporciona também o controle dos nutrientes essenciais ao bom desenvolvimento da planta, de modo que a solução nutritiva é dissolvida em água, fazendo com que se produza de maneira mais eficiente e com menos riscos, além de isentar o cultivo do uso de agrotóxicos. O sistema semi-hidropônico evita a degradação, poluição e agressão do solo e do meio ambiente, resultando em um produto saudável.

O sistema semi-hidropônico tem predominância de utilização na Europa, pois possibilita que os pequenos produtores possam otimizar o espaço. Uma das principais vantagens é que não se necessita realizar a rotação de culturas, além de possibilitar que o manejo da cultura seja realizado em pé, mantendo a postura adequada, proteção das plantas dos efeitos adversos do clima, menor perda por propagação de doenças (ALMEIDA et al., 2009).

Com o sistema de produção fora do solo sendo aderido, a produtividade do morangueiro aumentou nos últimos anos, pois no cultivo em solo, com ambiente desprotegido, tem-se condições desfavoráveis para a produção em algumas épocas do ano, enquanto no cultivo fora de solo, pode-se produzir durante os doze meses do ano, pois com o ambiente protegido a planta não entra em contato com as intempéries climáticas, e o ambiente se torna favorável para a produção (ANTUNES et al., 2017).

É possível observar a significativa importância e rendimento de plantas no cultivo fora do solo, onde Antunes e Junior (2007), afirmam que em cultivo fora do solo a densidade das plantas pode chegar a 200 mil plantas/ha na região Sul, enquanto no cultivo em solo tem-se 45 mil plantas/ha.

A utilização de mudas de boa qualidade é imprescindível para uma boa produção, bem como a escolha correta da cultivar para o tipo de clima predominante na região. É importante ter o conhecimento do solo da produção das mudas (REISSER JUNIOR, et al., 2014).

2.2 Cultivares de morango

O clima ideal para a produção de mudas de morango encontra-se na Argentina e Chile, pois contam com baixas precipitações, latitudes elevadas, alta radiação solar e temperaturas amenas, deste modo, os produtores brasileiros precisam importar suas mudas, pois mudas nacionais não contam com a mesma qualidade para cultivo em solo. As mudas produzidas de modo suspenso, em substrato inerte, apresentam vigor e qualidade, permitindo que, em ambiente protegido se possa obter condições ideais para o cultivo (GONÇALVES et al., 2014).

A temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura é em média 22°C, sendo uma cultura sensível ao fotoperíodo, sendo necessária a boa escolha da cultivar, de acordo com o local onde será desenvolvida, variando de cultivares de dias longos e cultivares de dias curtos.

Para o sistema de plantio fora do solo, recomenda-se a utilização de cultivares de dias neutros, pois as mesmas têm como principal característica a resistência ao fotoperíodo. O plantio fora de solo diferencia-se dos demais por fornecer produção da cultura todo o ano (GONÇALVES et al., 2016).

Temperaturas extremas e muito baixas, tendem a cessar a produção do morangueiro. Para as variedades Aromas, Albion, Camarosa, Oso Grande e Diamante, por exemplo, as temperaturas compreendidas entre 12 e 25°C não compromete o comportamento das cultivares. As cultivares Oso Grande e Camarosa são consideradas de dias curtos e, por isso, devem ser cultivadas apenas no inverno. Pelas condições climáticas do Brasil, recomenda-se a produção com as cultivares de dias longos (ALMEIDA et al., 2009).

A produção de morangos tem início entre 60 e 80 dias após o plantio e a colheita dos frutos deve ser realizada quando os mesmos apresentarem 75% ou mais de maturação, realizando o corte do pedúnculo (REISSER JUNIOR, et al., 2014; SCHWENGBER et al., 2010).

Através de estudos em programas de melhoramento nos Estados Unidos, foram introduzidas algumas variedades de morangueiro no Brasil, como por exemplo a Aromas, Camino Real e Oso Grande (ANTUNES; JUNIOR, 2007).

Radin et al. (2011), em estudos realizados com morangos no Rio Grande do Sul de variedades Aromas, Tudla, Oso Grande e Camarosa em casa de vegetação, em cultivo fora de solo, verificaram que, embora apresentem menor produtividade em comparação com o plantio em solo, o cultivo fora de solo apresenta melhor aproveitamento da área interna da casa de vegetação. A irrigação utilizada foi a fertirrigação com os substratos turfa e casca de arroz carbonizada, com a melhor produção na cidade de Caxias do Sul, apresentando 235,8 g/plantas, enquanto em Eldorado do Sul a produção atingiu 196,4 g/planta. Na cidade de Caxias do Sul, a variedade Tudla apresentou menor produtividade em comparação com as demais, enquanto em Eldorado do Sul as mesmas não apresentaram diferenças significativas, a 5% de probabilidade de erro.

Um experimento utilizado com as variedades Aromas, San Andreas, Oso Grande, Camino Real, Monterey, Camarosa e Festival, para determinação da reação das cultivares ao causador de lesões *Pratylenchus Zeae* - um nematoide causador de grandes perdas, no qual age no sistema radicular, causando necrose. As mudas foram inoculadas com 800 espécimes de *P. Zeae* durante 90 dias. Após a análise, todas as variedades se mostraram resistentes a *P. Zeae* (LIMA et al., 2014).

Conforme Schwengber et al. (2010), a escolha da variedade de morango é um fator determinante para a produtividade da cultura e, por isso, deve-se escolher as mesmas de acordo com suas características, sistema a ser utilizado e adaptação quanto ao clima. Algumas variedades têm mostrado bons resultados em sua produtividade, em produção de base ecológica, como por exemplo, Oso Grande. É uma variedade com boa adaptabilidade, com folhas em cor verde escuro, frutos grandes (entre 15 e 20 gramas por fruto). A variedade Aromas apresenta frutos grandes, com variação entre 700 e 1100 gramas por planta, sendo uma cultivar de dia neutro, muito utilizada para produção de todo o ano, pois o fotoperíodo é indiferente para sua produtividade.

Para a análise da resistência das espécies Festival, Monterey, Camino Real, San Andreas, Camarosa e Oso Grande à *Meloidogyne hapla* e *Pratylenchus brachyurus*, as cultivares foram inoculadas durante 90 dias com os nematoides das galhas (*M. hapla*) e das lesões (*P. brachyurus*), onde a grande maioria das cultivares avaliadas mostraram-se resistentes aos nematoides, podendo ser consideradas como prováveis alternativas para utilização em áreas infestadas (FISS et al., 2014).

As cultivares não sensíveis ao fotoperíodo são denominadas de dias neutros, como por exemplo a Aromas, Albion e Diamante. São muito utilizadas, inclusive na primavera e verão, estando sujeitas apenas às variações de temperatura (ALMEIDA et al., 2009).

2.3 Casa de Vegetação

A hidroponia é uma técnica a qual deve ser praticada em casa de vegetação, de modo que se possa ter um melhor controle do crescimento das plantas. Com a cobertura pode-se ter um melhor controle da temperatura, dos ventos e da umidade relativa. É importante observar a orientação da construção, para que a mesma receba o maior número de horas de sol diariamente. O sentido da construção deve ser tomado conforme a predominância de ventos da região, como os ventos mais fortes sopram geralmente do sul, é importante adotar o sentido norte-sul para a casa de vegetação (TEIXEIRA, 1996; MARTINEZ & FILHO, 2006).

A temperatura dentro do ambiente de produção é um fator importante a se considerar. Em casa de vegetação se tem uma temperatura mais elevada em relação à temperatura externa, devido a fatores como o material de cobertura da mesma e assim, deve-se ter um cuidado para que a temperatura não interfira negativamente na produtividade (MARTINEZ, 2005).

É indispensável a abertura lateral dos túneis pela parte da manhã, bem como fechamento dos mesmos pela parte da tarde, pois altas temperaturas e aumento da umidade relativa do ar causam o aparecimento de doenças. Sempre que houver o aparecimento de possíveis doenças, as folhas danificadas devem ser retiradas, para que se diminua a fonte de contaminação (SCHWENGBER et al., 2010).

Conforme Bertolozzo, et al. (2007), o morango se desenvolve de maneira adequada em climas amenos. Seu sistema radicular se dá em sistema fasciculado e tem um melhor desenvolvimento em dias curtos, ou seja, dias com menos de 12 horas de luz. No outono e início do inverno se faz necessário a cobertura plástica (casa de vegetação) para que a temperatura do solo seja elevada e, assim, se tenha um bom desenvolvimento radicular.

A utilização de telas de sombreamento para a avaliação da produtividade do morangueiro, foi testada por Costa et al. (2011) com as cultivares Camarosa e Oso Grande. Os autores utilizaram telas refletoras metálicas, azul e vermelha, com 40% de sombreamento, além de uma testemunha sem tela, para ambas as variedades. Os melhores resultados de produtividade foram observados com a aproximação do verão, próximo ao mês de dezembro, e considerando a média de colheita dos frutos, independente da cultivar, a testemunha sem cobertura apresentou melhores resultados, enquanto o tratamento com cobertura azul apresentou resultados inferiores, pois a mesma apresentou radiação fotossinteticamente ativa menor que as demais.

2.4 Substratos

O substrato é um meio de suporte para as plantas (MARTINEZ & FILHO, 2006). Os substratos devem ser disponibilizados para as plantas em quantidades e proporções adequadas para cada cultura (MARTINEZ, 2005).

Os substratos utilizados, conforme Teixeira (1996), pode ser de meio sólido, como vermiculita, casca de arroz carbonizada, dentre outros, ou mesmo a planta pode ser cultivada apenas em meio líquido, neste caso, na solução nutritiva, a qual fornecerá à planta os nutrientes necessários para seu desenvolvimento e produção.

2.4.1 Vermiculita

É um meio de cultivo que não necessita de atividade química. A vermiculita é compreendida como um argilomineral 2:1, sendo um dos substratos mais utilizados para o emprego em hidroponia, devido às características de expansão, a qual pode reter maior quantidade de água para disponibilizar às plantas (MARTINEZ, 2005).

Nesse sistema de cultivo a nutrição das plantas fica dependente da solução nutritiva adicionada, sendo esta balanceada. Deve-se ter cuidado com o sistema de

drenagem quando se utiliza a argila expandida, uma vez que ela se quebra facilmente e assim pode obstruir o canal de drenagem (MARTINEZ & FILHO, 2006).

Muitas são as vantagens observadas na utilização da argila expandida como substrato, dentre elas, aeração necessária para o desenvolvimento da planta, boa adaptação, além do substrato ser uma maneira de retenção de água para a planta. Esta é uma das maneiras de garantir a segurança para o cultivo, uma vez que a planta encontrará no substrato suporte para sobrevivência em caso de falhas no sistema hídrico (MARTINEZ & FILHO, 2006).

Entretanto, a utilização da argila expandida apresenta como desvantagem o custo de manutenção do sistema, uma vez que deve haver a troca periódica do substrato, pois o mesmo acaba acumulando raízes. Este acúmulo dificulta a retenção de água e diminui os canais de aeração, além de ser um material de difícil desinfecção em caso de propagação de patógenos (MARTINEZ & FILHO, 2006).

2.4.2 Casca de arroz carbonizada

A cinza da casca de arroz é um subproduto obtido da casca do arroz queimada, utilizada como forma de produzir energia. Esta cinza pode conter até 15% de carbono e, se descartada no meio ambiente, pode causar poluição. Assim, muitos estudos têm sido desenvolvidos como forma de fechar o ciclo do arroz, com a finalidade de dar um destino para a cinza (FOLETTTO et al., 2005).

Segundo Gonçalvez et al. (2016),

“A casca de arroz carbonizada é atualmente o substrato mais utilizado em sistemas de cultivo de morango fora do solo, em virtude da elevada estabilidade física e química, sendo mais resistente a decomposição, assim como a alta porosidade e, por consequência, baixa retenção de umidade. Deve-se ter o cuidado no processo de carbonização da casca, evitando-se cascas com elevado percentual de cinzas. A carbonização perfeita é aquela em que a casca mantém a forma do grão e permanece totalmente enegrecida.”

A casca de arroz tem como principais características o baixo custo e boas características para retenção de água e nutrientes para a planta, além de espaço aéreo para o desenvolvimento radicular da mesma. Quando se trata da casca de

arroz carbonizada, a mesma se mostra em grande potencial quando utilizada como substrato, pois tem boa capacidade de drenagem da água (MEDEIROS et al., 2008).

Em estudo comparando a eficiência da cinza da casca de arroz carbonizada, casca de arroz em estado natural e casca de arroz queimada (cinza da casca de arroz), observou-se que quando misturado 50% de casca de arroz carbonizada e 50% de casca de arroz queimada, consegue-se elevar a produtividade da cultura do morango, e quando utilizada a casca de arroz in natura, têm-se uma produtividade menor. Mesmo que a aeração diminua na medida em que se aumenta a proporção de casca de arroz queimada, a porosidade total aumenta (MEDEIROS et al., 2005).

Em estudo realizado por Medeiros et al. (2008), utilizando-se casca de arroz carbonizada, casca de arroz in natura e casca de arroz queimada, em diferentes porcentagens, para as variedades de morango Camarosa e Camino Real, a maior produtividade para ambas as variedades, bem como a maior massa de frutos por plantas, foi obtida onde se utilizou apenas casca de arroz carbonizada.

A casca de arroz carbonizada é o substrato mais utilizado no cultivo fora do solo, contando com estabilidade química adequada, não permitindo que substâncias prejudiciais entrem em contato com a planta e acarretem em perdas. Tem alta porosidade, fazendo com que se tenha baixa retenção de umidade. É importante que se tenha cuidado no momento da carbonização da casca, para que não restem muitas cinzas, as quais acarretam em morte das plantas (GONÇALVES et al., 2016).

Utilizando como substratos a casca de arroz carbonizada em 100%, e casca de arroz carbonizada 80% + composto orgânico 20%, para as variedades Camarosa e San Andreas, concluiu-se que adicionando o composto orgânico à variedade San Andreas ocorreu uma diminuição no sistema vegetativo, e para a cultivar Camarosa, a adição não influenciou na produtividade, qualidade e crescimento da cultivar (MARQUES, 2016).

2.4.3 Fibra da Casca de Coco

A fibra da casca de coco tem uma grande capacidade de retenção de água pelas plantas, pois tem grande aeração. Quando utilizada como substrato, a mesma

deve permanecer imersa por doze horas em água, antes da sua utilização, para que ocorra a eliminação do cloreto de potássio, do cloreto de sódio e do tanino (MARTINEZ, 2005).

Estudos realizados por Carrijo et al. (2002), afirmaram que a fibra da casca do coco, em locais de grande produção, causa um grande transtorno devido à quantidade de resíduo gerado, uma vez que são produzidas em grande volume e tem dificuldade de decomposição, assim, estima-se que a mesma possa ser utilizada como substrato agrícola. Quando utilizada como substrato, a fibra da casca de coco deve ser previamente enriquecida com os nutrientes utilizados para a cultura. Contudo, é considerada como um substrato de alto valor econômico, sendo um substrato de qualidade, com alto espaço poroso e também considerado como material inerte.

No desenvolvimento de um estudo visando a produção de tomate, foram utilizados os substratos de fibra de coco, pó de serra, casca de arroz carbonizada, maravalha, comercial, substrato de CNPH (um carrinho de casca de arroz parcialmente carbonizada, três carrinhos de terra de subsolo e 1/3 de esterco de galinha), lã de rocha e casca de arroz cru. Analisando os resultados, percebe-se que a fibra de coco mostrou um maior índice de produtividade quando comparado aos outros substratos (CARRIJO et al., 2002).

As boas propriedades físicas da fibra de coco, sua não reação com os nutrientes da adubação, a longa durabilidade sem alteração de suas características físicas, a possibilidade de esterilização, a abundância da matéria prima que é renovável e o baixo custo para o produtor faz da fibra de coco verde um substrato dificilmente superável por outro tipo de substrato, mineral ou orgânico no cultivo sem solo de hortaliças e flores (CARRIJO et al., 2002).

A utilização da fibra da casca de coco é um dos substratos mundialmente muito utilizado, por ter como características a baixa retenção de água, sendo seu principal objetivo apenas a sustentação da planta, alta porosidade, permitindo que a raiz possa ter espaço para se desenvolver, além de ter baixa densidade (GONÇALVES et. al., 2016).

Entre os substratos fibra de coco, serragem, casca de arroz carbonizada, lã de rocha e maravalha, Carrijo et al. (2004) observaram que para a produção da cultura do tomate, utilizando três modelos de casa de vegetação, teve-se que a fibra

de coco proporcionou uma maior produção média dos frutos, independente do modelo de casa de vegetação, com 12,5 kg.m⁻². A serragem apresentou um menor valor de produção, com 11,3 kg.m⁻².

2.4.4 Húmus

A utilização do húmus, excreção das minhocas, na agricultura familiar vem aumentando, pois está ocorrendo um desgaste no modelo agrícola atual, o qual utiliza uma grande quantidade de insumos. É possível produzir húmus a partir da criação racional de minhocas, utilizando qualquer material que se decomponha. O húmus fornece para as plantas benefícios sobre suas características físico-químicas, produzindo uma adubação orgânica (SCHIEDECK et al., 2006).

Segundo Oliveira et al. (2001), para a produção de repolho híbrido foram utilizados húmus de minhoca e esterco bovino, com o objetivo de avaliar o diâmetro longitudinal, transversal, índice de formato e compacidade da cabeça, peso médio e produção total de cabeças. A utilização de húmus mostrou-se positiva para a produção, pois fornece para a cultura o suprimento de nutrientes necessários de maneira equilibrada.

O húmus de minhoca, com adição de 5 e 10% de cama de aviário e substrato comercial Plantmax, foi utilizado para a produção de mudas de tomateiro, avaliando o comprimento da parte aérea, peso seco da parte aérea, peso seco da raiz e relação raiz/parte aérea, o substrato húmus + 5% de cama de aviário mostrou os melhores resultados, podendo ser usado com eficiência como substrato para a produção de mudas de tomateiro (SOUZA et. al., 2002).

Góes et al. (2011), objetivando avaliar a produção de tamarindeiro com a utilização de diversas porcentagens de húmus de minhoca (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), em mistura com solo, onde observou-se resultado positivo na produtividade a medida que a proporção de húmus aumentava, pelo fato de o húmus de minhoca fornecer para a planta um maior teor de matéria orgânica.

2.4.4 Serragem

A serragem é considerada um substrato de baixo custo e fácil aquisição, tendo um bom espaço poroso para a cultura, sendo, portanto, uma alternativa de uso como substrato (WENDLING et al., 2007).

Burés (1997), apud Sodré et al. (2007), afirmam que a serragem é um material que, embora exposta ao tempo, pode ser utilizada como substrato, e sua qualidade depende diretamente do tipo de madeira e condições de armazenagem. Entretanto, depois de algum tempo de sua utilização, quando a mesma se encontra compostada e envelhecida, pode apresentar um elevado índice de retenção de água, sendo prejudicial à planta.

2.5 Solução Nutritiva

A solução nutritiva é responsável por dar o suporte necessário para o desenvolvimento das plantas. É através dela que a planta deverá encontrar os nutrientes necessários nas diferentes fases da cultura. Para isso, é importante observar as características da água da solução nutritiva como, o pH, a concentração de sais, etc. A qualidade da água a ser utilizada na solução nutritiva deve ser observada, pois a mesma deve ter uma condutividade elétrica inferior a $0,75 \text{ mS.cm}^{-1}$, tendo como limite 2 mS.cm^{-1} (MARTINEZ & FILHO, 2006).

A escolha da solução nutritiva é imprescindível para o bom desenvolvimento da cultura, uma vez que, quando se escolhe a solução, devem-se observar os nutrientes da mesma e quais são as necessidades da planta a ser cultivada, para que não haja excesso ou falta dos mesmos. No cultivo de hortaliças de frutos, deve-se observar o ajuste das concentrações de nutrientes, principalmente quando a planta evolui da fase vegetativa para a fase reprodutiva. Nessa etapa utiliza-se a mesma solução nutritiva, no entanto, com quantidades diferentes de alguns nutrientes e sais, uma vez que a planta necessitará de mais nutrientes para reproduzir (BEZERRA, 2003).

A solução nutritiva deve ter pH entre 5,5 e 6,5 e pode ser elaborada a partir da mistura dos nutrientes nitrogênio, magnésio, óxido de potássio, fósforo, enxofre, cobre, manganês e zinco. Ou ainda, algumas empresas dispõem para comercialização a mistura pronta, que, conforme recomendação deve ser diluída em uma quantidade determinada de água (GIMÉNEZ, et al., 2008).

A irrigação das mudas é realizada pela solução nutritiva, utilizada no crescimento vegetativo da cultura, de maneira que seja diluída 50%, pois as mudas são suscetíveis à salinidade (MARTINEZ, 2005).

O sistema de produção aberto pode ser definido como um sistema onde não ocorre a reutilização da solução nutritiva drenada, e é o mais utilizado em sistemas de produção fora do solo. O sistema fechado é onde ocorre a recirculação da solução nutritiva, e é um sistema que objetiva a diminuição de impactos ambientais (GONÇALVES et al., 2016)

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação (Figura 1) na Área Experimental da Engenharia Agrícola (AEEA) da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), no município de Alegrete-RS, localizada a 29°47'22' S 55°45'05' W.



Figura 1: Casa de vegetação. Fonte: Netto, 2017.

A região é caracterizada por clima subtropical, tendo como principal característica as estações bem definidas.

Foram utilizadas as cultivares Aromas, Oso Grande e Camino Real. As mudas da variedade Aromas foram fornecidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Clima Temperado (EMBRAPA). As mudas foram fornecidas em bandejas de isopor, plantadas em vermiculita, com quatro centímetros de profundidade (Figura 2). As variedades Oso Grande e Camino Real foram obtidas de produtores fornecedores de mudas da cidade de Agudo-RS.



Figura 2: Mudas da variedade Aromas. Fonte: Netto, 2017.

As plantas foram dispostas em delineamento blocos ao acaso, em sistema semi-hidropônico, dispostos em cinco diferentes substratos (vermiculita, fibra da casca do coco, casca de arroz carbonizada, serragem e húmus), com três variedades distintas de morango e seis repetições, totalizando 30 unidades experimentais para cada variedade da cultura. As unidades foram identificadas com a nomenclatura SxTxRx, onde:

Sx = substrato x utilizado;

Tx = identificação do tratamento;

Rx = repetição da unidade experimental.

A ordem do sorteio e a disposição estão apresentadas na figura 3.

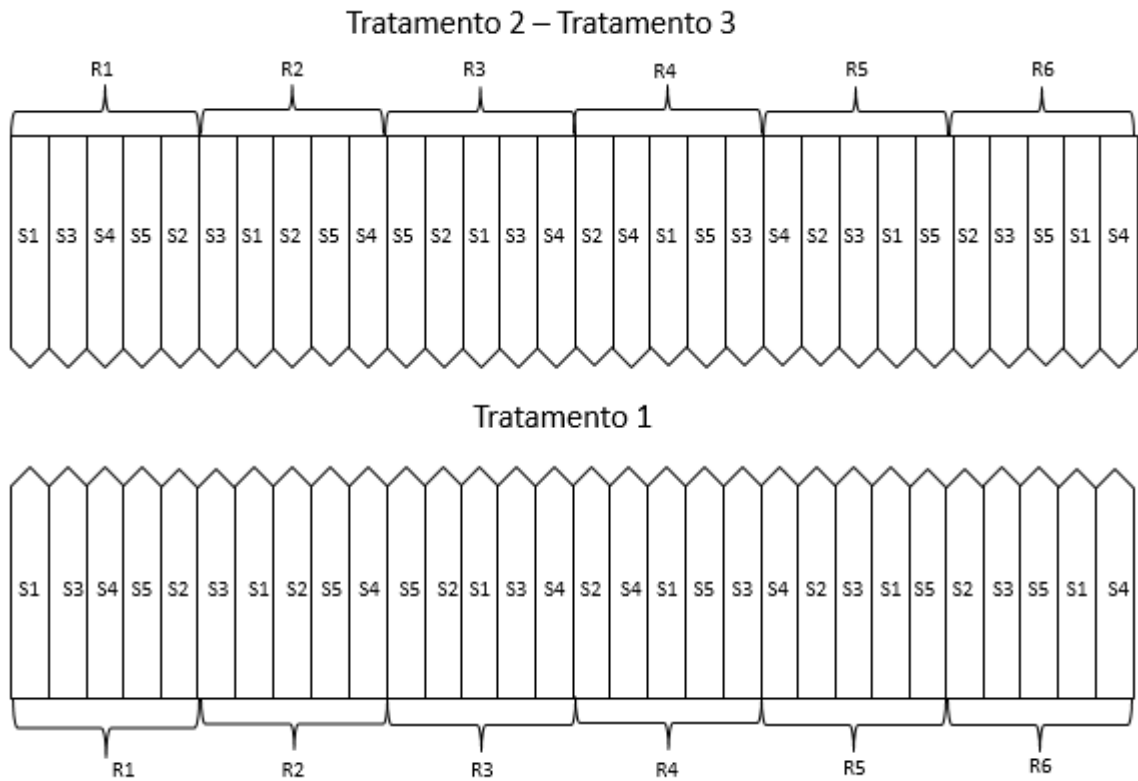


Figura 3: Esquema dos tratamentos na bancada e ordem dos substratos. Fonte: Netto, 2017.

S1- Casca de arroz carbonizada; S2 – Serragem de pinus; S3 – Húmus de minhoca; S4 – Fibra da casca de coco; S5 – Vermiculita. T1 – Tratamento um; R1 – repetição um; R2 – repetição dois; ...;R6 – repetição seis.

Na casa de vegetação, confeccionada em material transparente, os tratamentos foram dispostos sobre as bancadas a um metro de altura do solo, de forma a prevenir o ataque de pragas e insetos, além de proporcionar um melhor manuseio da cultura, e um metro acima da bancada foi instalada uma estrutura de madeira, e sobre a mesma foi disposto o sombrite, para proteção da cultura contra os raios solares e ataque de animais (Figura 4).



Figura 4: Disposição das garrafas na bancada. Fonte: Netto, 2017.

S1- Casca de arroz carbonizada; S2 – Serragem de pinus; S3 – Húmus de minhoca; S4 – Fibra da casca de coco; S5 – Vermiculita. T1 – Tratamento um; R1 – repetição um; R2 – repetição dois; ...;R6 – repetição seis.

Para a circulação de ar interior, as laterais da casa de vegetação eram abertas nas primeiras horas do dia, e fechadas ao entardecer e, em dias chuvosos e ventosos, as mesmas permaneciam total ou parcialmente fechadas.

Para a acomodação das mudas nas garrafas pets, foi realizada, com o auxílio de um ferro de solda, uma abertura elíptica na parte central das garrafas e, com o auxílio de uma serra “tico-tico”, foi realizada a abertura de mesmo formato no cano. Na sequência, as garrafas foram fixadas no cano com o auxílio de arames, bem como o cano foi fixado nas bancadas (Figura 4).

A fibra da casca de coco foi imersa em água potável e de boa qualidade por 12 horas antes de sua utilização final como substrato, para que fossem eliminados os elementos prejudiciais à cultura.

A serragem utilizada foi da madeira de pinus, sendo um material de cor amarela, disponibilizando para o sistema radicular da cultura um espaço poroso adequado para um bom desenvolvimento e retenção de nutrientes.

As mudas foram transplantadas para embalagens de garrafas pet, conforme os tratamentos pré-definidos. Os substratos foram colocados em cada garrafa, na

posição horizontal, na medida de 1,5 litros, e os mesmos foram saturados por meio da capilaridade com a solução nutritiva para a fase inicial da cultura. A capilaridade ocorreu por meio de um pano de algodão, passado por orifícios na garrafa pet.

A solução nutritiva foi adquirida da empresa Hidrogood, sendo comercialmente vendida, especialmente para morangos. Utilizou-se a solução nutritiva para o estado inicial da cultura (Tabela 1) até que metade das mudas apresentasse flores, e após, utilizou-se a solução nutritiva para a fase de floração e frutificação (Tabela 2).

A variedade Aromas foi transplantada no dia 15/03/2017, sendo irrigada com solução nutritiva, repostada uma vez na semana. Após três semanas, as plantas começaram a apresentar sinais de excesso de nutrientes, acarretando na perda de unidades experimentais. Com isso, foi tomada a decisão de intercalar semanalmente a irrigação com água e, a variedade apresentou boa adaptabilidade.

As mudas das variedades Oso grande e Camino real foram transplantadas dia 12/04/2017 e 20/04/2017, respectivamente, com solução nutritiva. A variedade Camino Real foi transplantada após a perda de todas as unidades experimentais da variedade Oso Grande.

Tabela 1 - Nutrientes da solução nutritiva utilizada para a fase inicial da cultura do morango.

Nutriente	g/1000 litros
Nitrato de Cálcio (N, Ca, CaO)	544
Fertilizante mineral misto (N, K ₂ O, S)	198
MAP Purificado (N e P ₂ O ₅)	157
Sulfato de Magnésio (Mg, S)	500
MKP (P ₂ O ₅ , K ₂ O)	69
Cloreto de Potássio (K ₂ O)	130
Micro nutrientes (B, Cu, Mn, Ni, Zn, Mo)	10
Ferro EDDHA (Fe)	44

Fonte: Hidrogood (2017).

A solução nutritiva foi disposta em tubulações de policloreto de polivinila (PVC), na cor branca, de 100 milímetros de diâmetro. Em cada extremidade da

tubulação havia um tampão removível pelo qual era realizada a retirada da solução nutritiva para a troca da mesma.

Tabela 2 - Nutrientes da solução nutritiva utilizada para a fase de floração e frutificação da cultura do morango.

Nutriente	g/1000 litros
Nitrato de cálcio (N, Ca, CaO)	632
Fertilizante mineral misto (N, K ₂ O, S)	361
MAP purificado (Fosfato monoamônico – N, P ₂ O ₅)	19
Sulfato de magnésio hepta hidratado (Mg, S)	450
MKP (Fosfato monopotássico – P ₂ O ₅ , H ₂ O)	150
Sulfato de potássio (K ₂ O, S)	114
Micro nutrientes (B, Cu EDTA, Mn EDTA, Mo, Ni, Zn EDTA)	10
Ferro EDDHA (Fe e Fe o-o isômero)	38

Fonte: Hidrogood (2017).

A irrigação para cada garrafa pet foi determinada na dosagem de 250 ml de solução nutritiva, conforme indicado por Bertolozzo et al.(2007). A reposição da solução nutritiva foi realizada semanalmente, sendo disposto para a cultura água e solução nutritiva, revezados a cada semana.

Os tratos culturais utilizados para o sistema foram os convencionais, com o transplante sendo realizado à mão, apertando levemente o sistema radicular no substrato, para que a muda ficasse sustentada, porém que não sofresse danos. O controle químico de doenças na cultura não foi realizado, pois a mesma não apresentou manifestação. Não foi realizada a aplicação de inseticidas biológicos, pois não houve constatação de pragas.

O ciclo para a produção dos frutos do morango em sistema semi-hidropônico em ambiente protegido é de 60 a 80 dias, dependendo da região, sendo acelerado o processo de produção pelos meses de temperaturas elevadas (ANTUNES et al., 2011). O período de produção de morangos deste estudo foi analisado durante 202 dias.

As plantas começaram o florescimento em 25 de junho de 2017 (Figura 5), com a primeira colheita no dia 26 de julho de 2017 (Figura 6) e a última colheita no dia 07/10/2017.



Figura 5: Primeiro flor, variedade Aromas. Fonte: Netto, 2017.



Figura 6: Primeiro fruto, variedade Aromas. Fonte: Netto, 2017.

Os morangos foram colhidos após atingirem 75% de maturação (Figura 7), ou seja, quando 75% do fruto encontravam-se vermelho, até totalmente vermelhos. A colheita ocorreu uma vez por semana nas plantas que apresentavam frutos maduros.



Figura 7: Fruto com 75% de maturação. Fonte: Netto, 2017.

As variáveis analisadas foram o número de flores, número e peso dos frutos e o desenvolvimento do sistema radicular, permitindo assim observar o desenvolvimento em cada substrato para a produção de morangos.

O número e peso dos frutos foram analisados conforme a fase de maturação dos mesmos, sendo colhidos e pesados. No dia 07/10/2017 o experimento foi terminado para a análise do sistema radicular por planta. As plantas ainda apresentavam flores, com probabilidade de maior produtividade por planta. O sistema radicular foi medido (sentido longitudinal e transversal) com o auxílio de régua milimétrica.

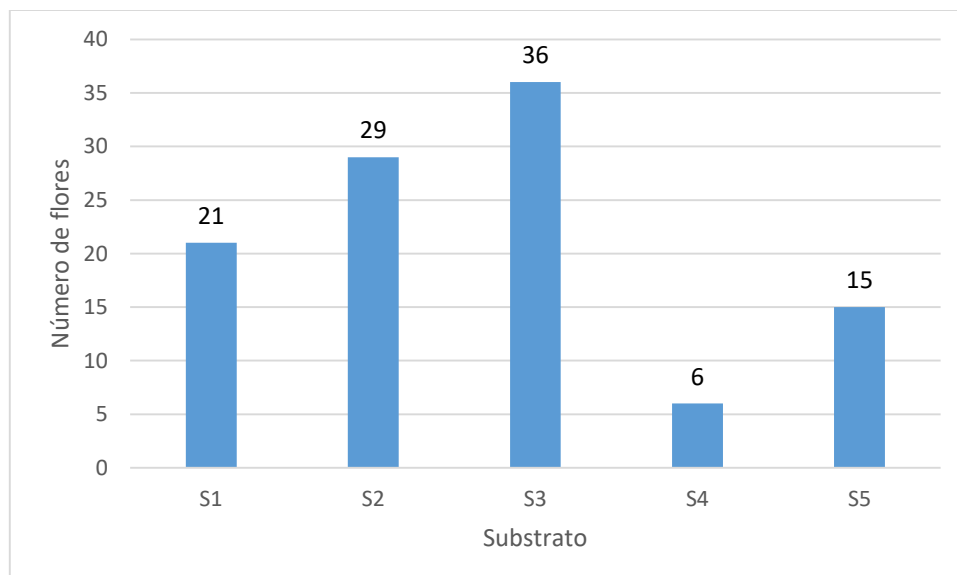
Com os dados obtidos, foram realizadas as médias para número de flores, número de frutos, por planta e por substrato, e desvio padrão para peso dos frutos por substrato.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A variedade Oso grande, bem como a variedade Camino real, após o transplante não apresentaram adaptabilidade ao sistema semi-hidropônico, ocasionando a perda de todas as unidades experimentais na primeira semana após o transplante, quando as mesmas se encontravam com irrigação por meio da solução nutritiva.

A floração da variedade Aromas iniciou 100 dias após o transplante das mudas. A floração se procedeu de maneira irregular em todo o experimento. O número de flores por substrato encontra-se na figura 8. Observa-se que o morango produzido em substrato com húmus de minhoca apresentou o maior índice de floração, seguidos dos substratos serragem de pinus, casca de arroz carbonizada e vermiculita, com médias de 36, 29, 21 e 15 flores, respectivamente. A menor incidência de flor foi observada no tratamento com substrato da fibra da casca de coco, com média de apenas 6 flores.

Figura 8: Número de flores de morango por substrato.



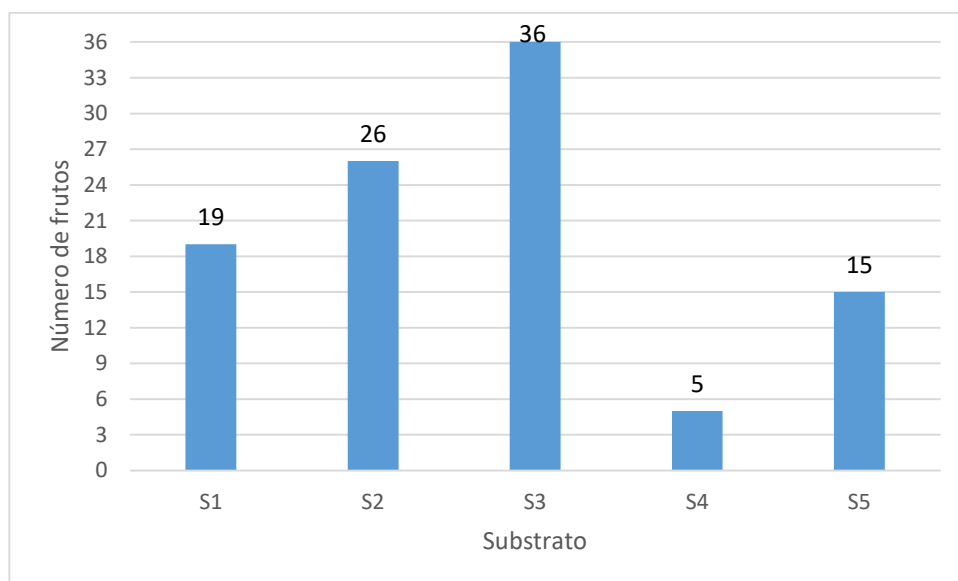
Fonte: Netto, 2017.

S1- Casca de arroz carbonizada; S2 – Serragem de pinus; S3 – Húmus de minhoca; S4 – Fibra da casca de coco; S5 – Vermiculita.

Algumas flores, com o decorrer do tempo, apresentaram o centro escurecido (na cor preta), acarretando na morte de algumas, além de manchas marrons nas folhas. Possivelmente, isso seja a causa de uma doença comum que ocorre em morangos, conhecida como antracnose, provocada pelos fungos das espécies *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum acutatum*, onde comumente afetam flores e frutos (REIS; COSTA, 2011).

A produção e crescimento dos frutos iniciaram quatro dias após o aparecimento da respectiva flor, apresentando frutos de maneira diversificada por planta (Apêndice 1) e, conseqüentemente, colheita dos mesmos de maneira dispersa. O número de frutos por substrato para a variedade Aromas encontra-se na figura 9 (Apêndice 2).

Figura 9: Número de frutos de morango por substrato.



Fonte: Netto, 2017.

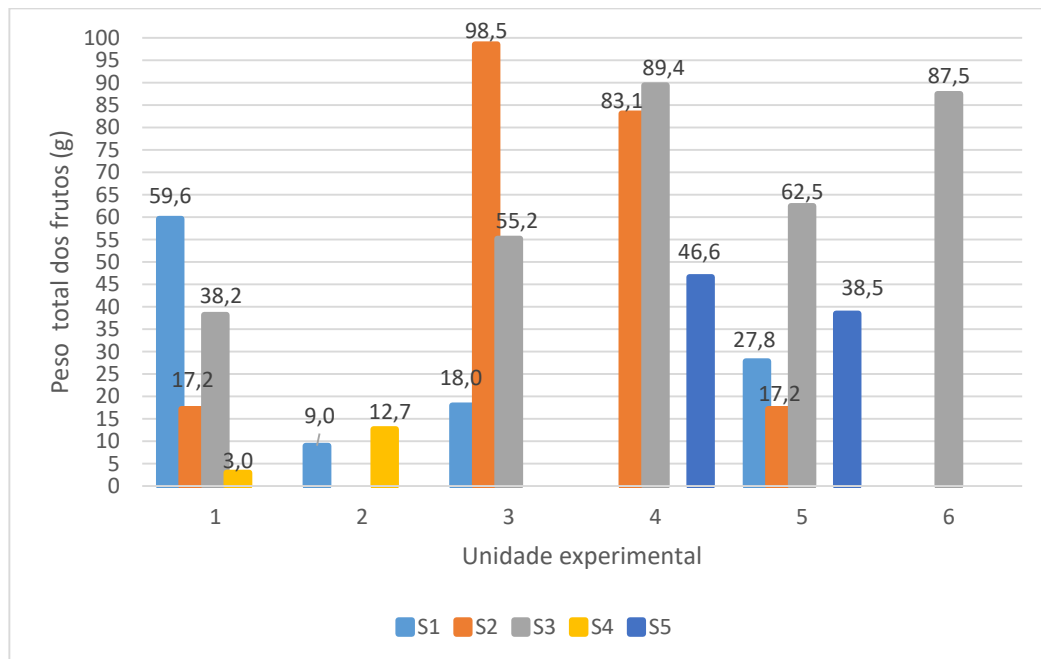
S1- Casca de arroz carbonizada; S2 – Serragem de pinus; S3 – Húmus de minhoca; S4 – Fibra da casca de coco; S5 – Vermiculita.

Mesmo com a perda de algumas flores, o número de frutos seguiu a mesma ordem da floração com maior índice de produção no substrato com húmus de minhoca, seguidos dos substratos serragem de pinus, casca de arroz carbonizada, vermiculita e fibra da casca de coco. Um fator que pode ter afetado a produção dos

morangos cultivados com fibra da casca de coco seja sua característica de baixa absorção associada a elevada evaporação interna no ambiente protegido, pois a utilização do ambiente protegido pode ser um fator determinante para a menor produtividade de frutos, de modo que neste ambiente ocorre um aumento na temperatura interna e diminuição da radiação incidente. Segundo Radin et al. (2011) alguns fatores podem interferir na produtividade, como o estresse hídrico, as temperaturas elevadas e a radiação solar insuficiente.

Foram analisados os pesos dos frutos por planta (Apêndice 3) e o peso de frutos por substrato, para determinação da maior produtividade. Na figura 10 podem ser vistos a soma dos pesos dos frutos por substrato (Apêndice 4).

Figura 10: Peso (gramas) de frutos de morangos (soma) por substrato.



Fonte: Netto, 2017.

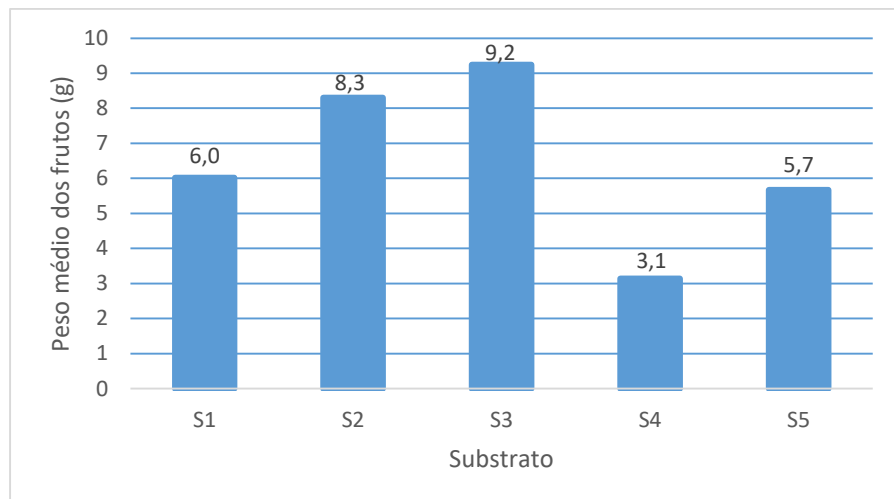
S1- Casca de arroz carbonizada; S2 – Serragem de pinus; S3 – Húmus de minhoca; S4 – Fibra da casca de coco; S5 – Vermiculita.

Observa-se que independente do substrato os frutos apresentaram pesos variados (soma dos pesos dos frutos), ocorrendo grandes oscilações de peso entre os substratos, variando o peso total entre 15,7 gramas para frutos do S4 e 332,8 gramas para o S3.

Considerando o peso pelo número de frutos, observa-se que o tratamento S3 obteve melhor resultado, com valor de desvio padrão $S = 5,47$ ao redor da média. Conforme a figura 10, entre os tratamentos, o substrato S3 se mostrou 65,64% superior em relação ao peso de frutos comparado ao substrato S1 e 35,2% superior ao substrato S2, enquanto para o substrato S5 apresentou superioridade de 74,44% no peso de frutos.

A média do peso dos frutos por substrato está apresentada na figura 11.

Figura 11: Média do peso (gramas) dos frutos por substrato.



Fonte: Netto, 2017.

S1- Casca de arroz carbonizada; S2 – Serragem de pinus; S3 – Húmus de minhoca; S4 – Fibra da casca de coco; S5 – Vermiculita.

Nota-se que a média de peso dos frutos de morango da variedade Aromas foi de 9,2 gramas para o substrato S3, enquanto para o substrato S4 a média de peso dos frutos foi de 3,1 gramas. Segundo Otto et al. (2009), a massa fresca média dos frutos da cultivar Aromas foi de 14,3 gramas por fruto de morangos cultivados em canteiros no sistema convencional, com diferentes doses de nitrogênio.

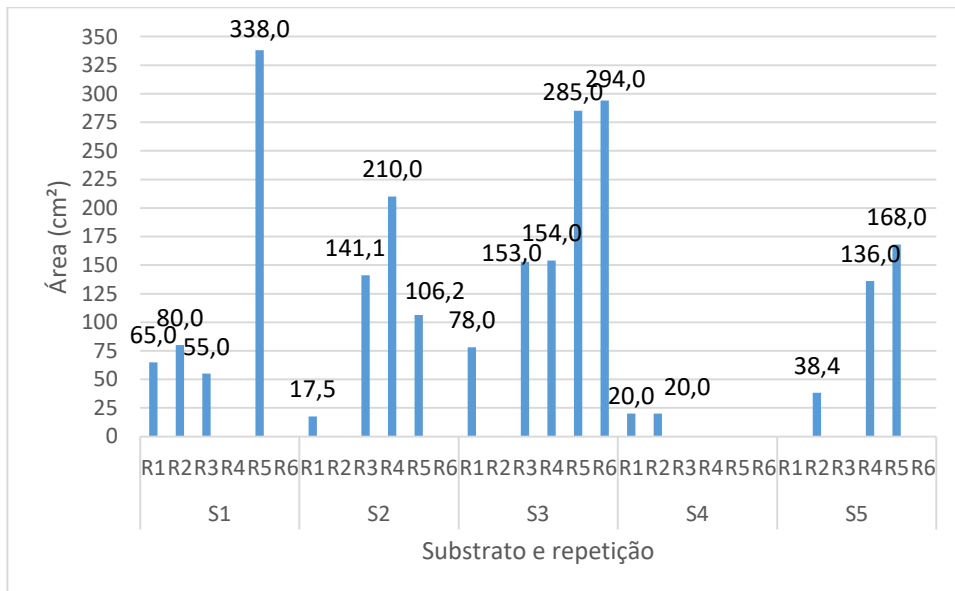
Thiel et al. (2012), verificaram que a produtividade média da cultivar Aromas foi de 15,2 gramas/fruto para as condições da cidade de Pelotas, em cultivo em solo, com irrigação por sistema de gotejamento. Similarmente, Radin et al. (2011) cultivaram morangos em sistema de fertirrigação por gotejamento, em bags, com substrato constituído de 50% turfa e 50% casca de arroz queimada e obtiveram uma

produtividade média de morangos de 12,7 e 13,9 gramas por fruto para as cidades de Caxias do Sul e Eldorado do Sul, respectivamente.

A média do substrato S3 apresentou superioridade de 35,85%, 10,17%, 66,01% e 38,64% em relação aos substratos S1, S2, S4 e S5, respectivamente. Os resultados obtidos mostraram uma coerência entre o número de frutos produzidos por planta e a média do peso dos frutos de modo que no substrato onde ocorreu maior produtividade, conseqüentemente ocorreu a maior média de peso de frutos.

O desempenho do sistema radicular, mensurado pela área podem ser vistos na figura 12 e as medidas obtidas encontram-se no apêndice 5.

Figura 12: Áreas (cm²) do sistema radicular por planta de morango.



Fonte: Netto, 2017.

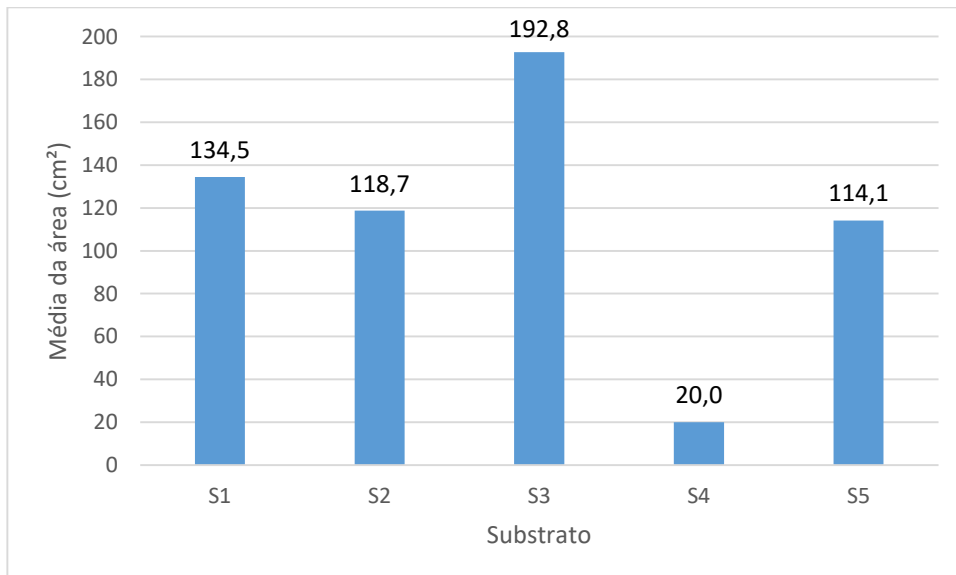
S1- Casca de arroz carbonizada; S2 – Serragem de pinus; S3 – Húmus de minhoca; S4 – Fibra da casca de coco; S5 – Vermiculita. R1 – repetição um; R2 – repetição dois; ...;R6 – repetição seis.

Ao analisar isoladamente cada planta, pode-se observar que o maior sistema radicular se apresentou no substrato S1 (repetição R5), com uma área de 338 cm², enquanto o menor sistema radicular formou-se no substrato S2 (repetição R1), com 17,2 cm². O substrato S4 apresentou valores idênticos, entre duas repetições (R1 e R2), para a formação do sistema radicular das plantas, embora tenha sido representado por apenas duas unidades experimentais.

O comprimento do sistema radicular da variedade Aromas (Apêndice 5) apresentou uma média de 14,5 cm, 10,7 cm, 26,2 cm, 6,5 cm e 9,5 cm para os substratos S1, S2, S3, S4 e S5, respectivamente. As mudas de morango importadas Aromas apresentam, em geral, um comprimento médio de seu sistema radicular de 20 a 30 centímetros, com raízes volumosas (COCCO et al., 2013). Desse modo, nota-se que o substrato com serragem de pinus ficou dentro dos limites encontrados na literatura.

Na figura 13 estão apresentadas as médias (de área) do desenvolvimento radicular nos substratos avaliados.

Figura 13: Média da área (cm²) do sistema radicular por substrato.



Fonte: Netto, 2017.

S1- Casca de arroz carbonizada; S2 – Serragem de pinus; S3 – Húmus de minhoca; S4 – Fibra da casca de coco; S5 – Vermiculita.

Em geral, o sistema radicular se desenvolveu melhor para o substrato S3, apresentando uma média na área das raízes de 192,8 cm², enquanto o menor sistema radicular foi observado no substrato S4, com área de 20 cm². Um sistema radicular bem desenvolvido significa que a planta teve melhor condição de exploração dos nutrientes, pois maior área significa maior contato com a solução

nutritiva, resultado esse que justifica a maior produtividade, ou seja, maior número de flores, frutos e peso de frutos no substrato com húmus de minhoca.

5 CONCLUSÕES

A variedade Aromas apresentou boa adaptabilidade ao sistema semi-hidropônico, apresentando melhores resultados com a irrigação intercalada entre solução nutritiva e água.

As variedades Oso grande e Camino Real não apresentaram adaptabilidade às condições do sistema empregado.

Houve bom desenvolvimento das plantas considerando a quantidade de 250 ml de água por planta semanalmente, com quantidade de solução nutritiva equivalente.

Nesse estudo, o substrato com húmus de minhoca foi o recomendado para a produção de morangos da variedade Aromas, no sistema semi-hidropônico em casa de vegetação com garrafas pet, pois acarretou em melhores resultados em todas as variáveis analisadas.

É possível produzir morangos em garrafas pet na casa de vegetação, configurando assim um sistema econômico, rentável e sustentável.

6 SUGESTÕES/RECOMENDAÇÕES PARA AS PRÓXIMAS PESQUISAS

- Investigar o motivo da não adaptação das variedades Camino Real e Oso Grande ao sistema;
- Investigar o motivo do uso contínuo da solução nutritiva apresentar queima na parte aérea das plantas;
- Investigar dosagens diferenciadas de solução nutritiva para a produção de morangos;
- Analisar a ocorrência de antracnose nesse tipo de sistema;
- Repetir o experimento com mais unidades experimentais, pois perde-se muitas unidades;
- Repetir o experimento no período de um ano para avaliar a produtividade em dias curtos, longos e neutros e recomendar a melhor época de produção;
- Relacionar a produtividade com a média de temperatura do período em estudo.
- Analisar a produtividade com garrafas pet de diferentes cores.
- Realizar análise físico-química nos frutos para determinação do melhor substrato em fatores de qualidade nutricional.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. R. de; ANTUNES, L.E.C.; JUNIOR, C.R.; STEINMETZ, S.; CARVALGO, F.L.C. **Potenciais regiões produtoras de morango durante a primavera e verão e riscos de ocorrência de geada na produção de inverno no Estado do Rio Grande do Sul**. Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico 229. Pelotas, RS. 2009.

ANTUNES, L. E. C.; FAGHERAZZI, A.F.; VIGNOLO, G.K. Morango tem produção crescente. **Campo & Negócio**. Anuário HF. Nº 1, p. 96-102, 2017.

ANTUNES, L.E.C.; CARVALHO, G.L.; SANTOS, A.M. dos. **A cultura do morango**. Embrapa Informação Tecnológica. Coleção Plantar. 2ª ed. 52 p. Brasília. 2011.

ANTUNES, L. E. C.; JUNIOR, C. R.; **Caracterização da produção de morangos no Brasil**. Embrapa - Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado. Pelotas, 2007.

BEZERRA, F. C., **Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido**. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, 2003.

BORTOLOZZO, A.R.; SANHUEZA, R.M.V.; MELO, G.W.B. de; KOVALESKI, A.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; BOTTON, M.; FREIRE, J.M.; BRAGHINI, L.C.; VARGAS, L.; CALEGARLO, F.F.; FERLA, N.J.; PINENT, S.M.J. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. EMBRAPA. Circular Técnica 62. Bento Gonçalves/RS. Outubro de 2007.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 20, n. 4, p. 533 – 535. Dezembro de 2002.

COCCO, C.; GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L.E.C. **Morango: Quando podar**. Revista Cultivar: Hortaliças e Frutas. Ano XI, n 80. 2013.

FISS, A. V.; MARCHI, P.M.; MEDINA, I.L.; GONÇALVES, M.A.; GOMES, C.B. **Resistência de cultivares de morango a *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne hapla***. XVI Encontro e Pós Graduação UFPEL. Pelotas, RS. 2014.

FOLETTTO, E.L.; HOFFMANN, R. HOFFMANN, R.S.; PORTUGAL JUNIOR, U.L.; JAHN, S.L. **Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz**. Universidade Federal de Santa Maria. Revista química nova. Vol. 28. Nº 6. 2005.

GIMÉNEZ G.; ANDRIOLO, J.; GODOI, R. Cultivo sem solo de morangueiros. **Ciência Rural**. Santa Maria. V. 38, n. 1, p 273-279. Janeiro/fevereiro, 2008.

GODOI, R.S.; ANDRIOLO, J.L.; FRANQUÉZ, G.G.; JÄNISCH, D.I.; CARDOSO, F.L.; VAZ, A.A.B. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. **Ciência Rural**. Santa Maria. V. 39, n. 4, p. 1039-1044. Julho 2009.

GÓES, G. B.; MELO, I.G.C.;DANTAS, D.J.; ARAÚJO, W.B.M. de; ALENCAR, R.D. Utilização de húmus de minhoca como substrato na produção de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró, RN. V. 6, n.4. 2011.

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

GONÇALVES, M.A.; VIGNOLO, G.K.; ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, C. Produção de morangos fora do solo. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Clima Temperado**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Documentos 410. Pelotas, 2016.

HIDROGOOD. Horticultura Moderna. 2017. Disponível em <<http://hidrogood.com.br/>> Acesso em 07/11/2017.

LIMA, C. V.; CRUZ, F.F.; BRUM, D.; FISS, A.V.; GONÇALVES, M.A.; GOMES, C.B. **Reação de cultivares de morango a *pratylenchus zaeae***. VI Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul. Pelotas. 2014.

MARQUES, G. N. **Substrato, combinação de cultivares e mudas de morangueiro produzidas em cultivo sem solo**. Tese. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Pelotas, 2016.

MARTINEZ, H. E. P. **Manual prático de hidroponia**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2005. 271p.

MARTINEZ, H. E. P.; FILHO, J. B. S. **Introdução do cultivo hidropônico de plantas**. 3ª edição. Viçosa: Ed. UFV. 2006. 111p.

MEDEIROS, C. A. B.; STRASSBURGER, A.S.; ANTUNES, L.E.C. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo do morangueiro. **Horticultura Brasileira**. V. 26, n. 2. Julho/agosto 2008.

OLIVEIRA, A. P.; FERREIRA, D.S.; COSTA, C.C.; SILVA, A.F.; ALVES, E.U. Uso de esterco bovino e húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. **Horticultura Brasileira**. Brasília, V. 19, n. 1. 2001.

OTTO, R.F.; MORAKAMI, R.K.; REGHIN, M.Y.; CAÍRES, E.F. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Horticultura Brasileira**. V. 27, n. 2, Brasília. 2009.

PAGNAN, Heitor A; MONEGAT, V; Morango cultivado em substrato ou em semi-hidroponia. **Revista Campo & Negócios**. 2015. Disponível em <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/morango-cultivado-em-substrato-ou-em-semi-hidroponia/>> Acesso em 02/09/2017.

RADIN, B.; LISBOA, B.B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER JUNIOR, 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, 2011.

REIS, A. COSTA, H. Principais doenças do morangueiro no Brasil e seu controle. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Circular Técnica 96. Brasília/DF. Dezembro, 2011.

REISSER JUNIOR, C.; ANTUNES, L.E.C.; ALDRIGHI, M.; VIGNOLO, G. Panorama do cultivo de morangos no Brasil. Informe técnico. **Revista Campo & Negócios**. 2014.

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M de M. SCHWENGBER, J.E. Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar. Circular Técnica 57. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Pelotas, 2006.

SCHWENGBER, J. E.; SCHIEDECK, G.; ANTUNES, L.E.C.; STRASSBURGER, A.S.; MARTINS, D. de S.; CAPELESSO, A.J.; AUMONDE, T.Z.; SILVA, J.B. e.

Produção de morangos em sistema de base ecológica. ABC da agricultura familiar. **Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária**. Brasília, DF. 2010.

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

SOUZA, J. M. B. F.; LEAL, M.A. de A.; ARAÚJO, M.L. de. **Produção de mudas de tomateiro utilizando húmus de minhoca e cama de aviário como substrato e o biofertilizante Agrobio como adubação foliar**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em
<<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/olfg4093c.pdf>> Acesso em 02/09/2017.

TEIXEIRA, N. T. **Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas**. Editora Agropecuária. Guaíba/RS. 1996. 86p.

THIEL, C.H.; CARVALHO, S.F. de; ALMEIRA, C.B.; LIMA, T.S.; MARAL, P.A.; ANTUNES, L.E.C. **Produção de cultivares de morangueiro de dias-neutros cultivados em Pelotas-RS**. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Bento Gonçalves-RS. 2012.

WENDLING, I; GUASTALA, D; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para a produção de mudas de *Ilex Paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**. Viçosa, MG. V. 31, n. 2, p. 209 – 220, 2007.

APÊNDICES

Apêndice 1: Número de frutos de morangos da variedade Aromas por planta.

Tratamento	Nº frutos/planta	Tratamento	Nº frutos/planta	Tratamento	Nº frutos/planta
S1T1R1	11	S4T1R3	0	S3T1R5	5
S2T1R1	3	S5T1R3	0	S5T1R5	5
S3T1R1	5	S1T1R3	3	S2T1R5	1
S4T1R1	2	S2T1R3	12	S1T1R5	4
S5T1R1	0	S3T1R3	8	S4T1R5	0
S2T1R2	0	S5T1R4	10	S5T1R6	0
S1T1R2	1	S3T1R4	7	S2T1R6	0
S5T1R2	0	S1T1R4	0	S3T1R6	11
S4T1R2	3	S4T1R4	0	S1T1R6	0
S3T1R2	0	S2T1R4	10	S4T1R6	0

Apêndice 2: Número de frutos de morangos da variedade Aromas por substrato.

Substrato	Nº frutos
S1	19
S2	26
S3	36
S4	5
S5	15

Apêndice 3: Peso de frutos de morangos da variedade Aromas por planta.

Tratamento	Peso de frutos por planta (g)													Total
S1T1R1	11,6	4,1	1,0	6,6	3,8	5,6	2,4	9,9	4,9	3,4	6,3	-	59,6	
S2T1R1	4,0	5,8	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,2	
S3T1R1	7,6	5,5	16,1	7,2	1,8	-	-	-	-	-	-	-	38,2	
S4T1R1	1,8	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	
S5T1R1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S2T1R2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S1T1R2	9,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,0	
S5T1R2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S4T1R2	4,5	3,1	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,7	
S3T1R2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S4T1R3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S5T1R3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S1T1R3	3,1	9,5	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,0	
S2T1R3	5,1	13,8	11,1	0,5	9,3	12,9	9,3	12,6	7,4	2,7	6,4	7,4	98,5	
S3T1R3	2,4	13,1	3,9	2,3	12,5	5,0	13,9	2,1	-	-	-	-	55,2	
S5T1R4	4,6	8,3	1,7	4,8	4,9	3,2	8,1	2,7	2,9	5,4	-	-	46,6	
S3T1R4	10,4	5,4	21,0	9,7	10,4	17,0	15,5	-	-	-	-	-	89,4	
S1T1R4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S4T1R4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S2T1R4	0,8	4,9	15,9	9,1	9,3	9,3	5,7	9,0	9,6	9,5	-	-	83,1	
S3T1R5	14,0	8,2	16,8	18,8	4,7	-	-	-	-	-	-	-	62,5	
S5T1R5	7,1	7,7	5,5	8,6	9,6	-	-	-	-	-	-	-	38,5	
S2T1R5	17,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,2	
S1T1R5	9,2	7,4	8,0	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	27,8	
S4T1R5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S5T1R6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S2T1R6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S3T1R6	14,3	0,8	10,5	8,2	13,2	3,1	10,5	5,4	9,3	0,8	11,4	-	87,5	
S1T1R6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S4T1R6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Apêndice 4: Peso de frutos de morangos da variedade Aromas por substrato.

Substrato	Peso de frutos (g)					Total
	R1	R2	R3	R4	R5	
S1	59,6	9,0	18,0	27,8	-	114,4
S2	17,2	98,5	83,1	17,2	-	216,0
S3	38,2	55,3	89,4	62,5	87,5	332,9
S4	3,0	12,7	-	-	-	15,7
S5	46,6	38,5	-	-	-	85,1

Apêndice 5: Sistema radicular das plantas de morango da variedade Aromas.

	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Área (cm ²)
S1T1R1	5,0	13,0	65,0
S2T1R1	3,5	5,0	17,5
S3T1R1	3,0	26,0	78,0
S4T1R1	4,0	5,0	20,0
S5T1R1	-	-	-
S2T1R2	-	-	-
S1T1R2	10,0	8,0	80,0
S5T1R2	4,8	8,0	38,4
S4T1R2	2,5	8,0	20,0
S3T1R2	-	-	-
S4T1R3	-	-	-
S5T1R3	-	-	-
S1T1R3	5,0	11,0	55,0
S2T1R3	17,0	8,3	141,1
S3T1R3	4,5	34,0	153,0
S5T1R4	16,0	8,5	136,0
S3T1R4	7,0	22,0	154,0
S1T1R4	-	-	-
S4T1R4	-	-	-
S2T1R4	10,0	21,0	210,0
S3T1R5	9,5	30,0	285,0
S5T1R5	14,0	12,0	168,0
S2T1R5	12,5	8,5	106,3
S1T1R5	13,0	26,0	338,0
S4T1R5	-	-	-
S5T1R6	-	-	-
S2T1R6	-	-	-
S3T1R6	14,0	21,0	294,0
S1T1R6	-	-	-
S4T1R6	-	-	-