

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Willian Pereira de Vargas
00241961**

**Manejo nutricional do morangueiro cultivado em sistema de cultivo sem solo com
substrato e reutilização da solução nutritiva lixiviada**

Porto Alegre, março de 2022.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA**

**Manejo nutricional do morangueiro cultivado em sistema de cultivo sem solo com
substrato e reutilização da solução nutritiva lixiviada**

**Willian Pereira de Vargas
00241961**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado como
requisito para obtenção do
Grau de Engenheiro
Agrônomo, Faculdade de
Agronomia, Universidade
Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: Eng.º Qui.º Eduardo Trevizan

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof^ª Dr^ª. Tatiana da Silva Duarte

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Sérgio Tomasini..... Departamento de Horticultura e Silvicultura (Coordenador)

Prof^ª. Maitê de Moraes Vieira..... Departamento de Zootecnia

Prof. José Antônio Martinelli..... Departamento de Fitossanidade

Profa. Clésio Gianello Departamento de Solos

Prof. Pedro Selbach..... Departamento de Solos

Prof^ª. Renata Pereira da Cruz..... Departamento de Plantas de Lavoura

Prof. Roberto Luis Weiler..... Departamento de Plantas de Lavoura

PORTO ALEGRE, março de 2022.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, meu pai Joel Borges e minha mãe Roselaine Coelho, que são minha base e sempre me deram todo o apoio necessário nessa jornada, assim como, meu padrasto Darci da Silva e minha madrasta Eni Gama. Meu irmão, Joelmir Vargas, e minha cunhada, Dassuen Datsch, por estarem sempre me incentivando e motivando. A minha namorada, Ariane Branco, por me inspirar, motivar, incentivar, além de todo amor e compreensão ao longo dessa caminhada.

Agradeço aos meus queridos amigos e amigas, em especial Tiago Coelho, Camila Bandeira, Vinicius Félix, Tailine Schonhorts, Vanderlei Gueno, Elen Siuch, Julia Pereira, Júlia Lorenz e Hernesto Kovaski pela compreensão, carinho e incentivo ao longo da graduação.

Agradeço aos meus colegas de faculdade, em especial Lucas Pinheiro, Cristian Rodrigues, Vagner Wendt, Laura Foschiera, Ana Maria Mielniczuk, Kuntidevi Picolloto, Alexssander Sausen, Luis Dieter, Vinícius Mendes, e Rafael Caramori, por dividirem infinitos momentos que ficaram perpetuados na memória. A todos os meus professores, por todo conhecimento transmitido, em especial à Professora Dra. Tatiane Duarte, pela orientação impecável neste trabalho de conclusão de curso.

Por fim, um agradecimento especial a Hidroponic, uma instituição comprometida em desenvolver conhecimentos que contribuam para a melhoria e evolução da técnica de hidroponia. Principalmente ao meu supervisor, Eduardo Trevizan, e seu irmão, Adriano Trevizan, pelos conhecimentos compartilhados ao longo de todo o estágio obrigatório.

RESUMO

O estágio obrigatório de conclusão de curso foi realizado na Hidroponic, localizada no município de Cachoeirinha, RS. A instituição, fundada em 2004, é uma escola com enfoque no ensino da técnica da hidroponia, onde são oferecidos diversos cursos sobre manejos de cultivos hidropônicos. Durante as 300 horas de estágio, objetivou-se colocar em prática atividades que pudessem exercitar, aprimorar e agregar conhecimentos sobre a técnica da hidroponia. A principal atividade realizada foi o manejo da solução nutritiva, a partir do preparo, do monitoramento e da correção da solução nutritiva no cultivo do morangueiro sem solo, em substrato, em sistema fechado.

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Quantidade de fertilizantes por solução nutritiva para a cultura do morangueiro.....	23

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Sistema de produção de morangos sem solo, em substrato, em sistema fechado proposto pela Hidroponic.....	21
2. Preparo das soluções nutritivas concentradas para cultivo do morangueiro no sistema da Hidroponic. Balde 1 (Nitrato de cálcio e o Ferro FeEDDHMA-6% Fe) e balde 2 (Monofostato de potássio, sulfato de potássio, sulfato de magnésio e ComMicros Light).....	22
3. Bancada de cultivo hidropônico, com rúcula, em sistema tipo NFT.....	24
4. Baldes contendo as soluções concentradas dos fertilizantes para as folhosas. Balde 1 (Nitrato de cálcio), balde 2 (Nitrato de potássio, fosfato monoamônio e sulfato de magnésio), balde 3 (ComMicros Light) e balde 4 (Ferro FeEDDHMA-6% Fe).....	25

SUMÁRIO

1. Introdução.....	8
2. Caracterização da Região de Trabalho.....	9
2.1 Localização geográfica.....	9
2.2 Caracterização climática.....	9
2.3 Caracterização socioeconômica.....	9
3. Caracterização da Instituição.....	10
4. Referencial Teórico.....	11
4.1 A Cultura do Morangueiro.....	11
4.2 Cultivo do Morangueiro Sem Solo e em Ambiente Protegido.....	12
4.3 Cultivares.....	15
4.4 Manejo da Solução Nutritiva em Sistema Fechado do Morangueiro.....	16
4.5 Preparo da Solução Nutritiva.....	18
4.6 Substrato.....	18
5. Atividades Realizadas.....	20
5.1 Preparo e Manejo da Solução Nutritiva do Morango.....	20
5.2 Preparo e Manejo da Solução Nutritiva das Folhosas.....	24
5.3 Outras Atividades.....	26
5.3.1 Manejo Fitossanitário do Morangueiro.....	26
5.3.2 Confeção de um Herbário Fitopatológico.....	26
5.3.3 Preparo e Plantio de Mudas de Morangueiro.....	27
5.3.4 Curso de Hidroponia.....	27
6. Discussão.....	28
7. Considerações Finais.....	31
8. Referências Bibliográficas.....	32

1. INTRODUÇÃO

O estágio foi realizado na Hidroponic, localizada no município de Cachoeirinha, região metropolitana de Porto Alegre, no período de dois de agosto a trinta de novembro de 2021. A instituição é uma escola com enfoque no ensino da técnica da hidroponia, onde são oferecidos cursos de cultivo hidropônico para as culturas do morango, tomate, pimentão e de folhosas, com ênfase em alface e rúcula. Além disso, a Hidroponic, desde 2004, realiza pesquisas e desenvolve inovações para sistemas hidropônicos.

A escolha da instituição para a realização do estágio foi motivada pela observação do crescimento da produção de morangos em sistemas hidropônicos, cultivados sem solo, em substrato, no interior de ambiente protegido. Tal crescimento pode ser atribuído, em parte, pelo fato que no Brasil, por ser um país tropical, a implementação do cultivo protegido auxilia na proteção dos excessos de chuva, das altas temperaturas, do vento, granizo, geada, pragas, doenças, entre outros fatores bióticos e abióticos. Em relação ao cultivo sem solo, em substrato, esse sistema vem se mostrando vantajoso em muitos aspectos em comparação ao cultivo no solo, destacando-se a possibilidade de produzir durante o ano todo e, em alguns casos, podendo triplicar o potencial de uso da área. Desse modo, o cultivo do morangueiro vem se beneficiando das vantagens que esse sistema proporciona, quando comparado ao cultivo no solo em ambiente não protegido, que tende a não proporcionar as condições ideais para as plantas em razão das intempéries climáticas.

A Hidroponic adota e propõe o cultivo do morangueiro sem solo, em substrato, em sistema fechado, visando diminuir os impactos ambientais gerados pelo sistema aberto, no qual ocorre a lixiviação da solução nutritiva diretamente no solo. Além disso, o sistema fechado traz vantagens econômicas, uma vez que, com o reaproveitamento da solução, nutritiva perde-se menos água e nutrientes.

Embora o foco do estágio tenha se dado sobre o tema do monitoramento e correção da solução nutritiva, todas as atividades realizadas na empresa permitiram agregar muitos conhecimentos sobre a técnica da hidroponia.

2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE TRABALHO

2.1. Localização geográfica

O município de Cachoeirinha está localizado no Estado do Rio Grande do Sul, apresenta área de 43.778 km² (IBGE, 2020) e faz divisa com os municípios de Alvorada, Gravataí e Canoas. Está situado a 17 metros de altitude e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 29°56'52" S, Longitude: 51°5' 43"O.

2.2. Caracterização climática

O clima no Rio Grande do Sul, usando o sistema de Köppen, se enquadra no tipo temperado “C” e no tipo fundamental “Cf” chamado de temperado úmido. Dentro do tipo “Cf” existem duas subdivisões “Cfa” e “Cfb”. Segundo a classificação de Köppen, o clima do município de Cachoeirinha é do tipo “Cfa”. O tipo “Cfa” tem por característica ser subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo de todo o ano. A precipitação anual é superior a 1.300 mm e inferior a 1.700 mm, com regimes de chuvas hibernais e verões secos (MORENO, 1961). A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22 °C, desse modo, os verões são amenos (MOTA, 1951).

2.3. Caracterização socioeconômica

A população da cidade de Cachoeirinha, segundo o último censo, é de 118.278 habitantes (IBGE, 2010). No entanto, a população estimada nos dias atuais é de 132.144 habitantes (IBGE, 2021). A densidade demográfica, no território do município, é de 2.687,04 habitantes por km² (IBGE, 2010). O PIB per capita é de R \$43.649,77 (IBGE, 2019). Cachoeirinha alcançou, em 2019, Índice de Desenvolvimento da Educação Básica de 5,5 pontos nos anos iniciais (1° ao 4° ano do Ensino Fundamental) e de 4,1 nos anos finais (5° ao 9° ano do Ensino Fundamental) (INEP, 2019).

3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

A Hidroponic é uma escola com enfoque no ensino da técnica da hidroponia. A instituição foi fundada em 2004 pelo professor Adriano Trevizan DeLazeri, o qual é graduado em física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A instituição também conta o engenheiro químico Eduardo Trevizan DeLazeri, graduado pela UFRGS, o qual é responsável pelas formulações das soluções nutritivas utilizadas e recomendadas pela Hidroponic, além de um quadro de estagiários que auxiliam nos projetos de pesquisas e nos cursos.

A estrutura da instituição conta com uma sala de aula para a realização das aulas teóricas dos cursos e uma estufa para a realização de pesquisas, as quais são desenvolvidas e coordenadas pelo professor Adriano Trevizan DeLazeri, além disso, as aulas práticas dos cursos são realizadas no interior da estufa. A estufa conta oito bancadas de cultivo do tipo calha para a produção de morango fora do solo, em substrato, e doze bancadas de cultivo hidropônico em sistema do tipo NFT para a produção de folhosas e de espécies de frutos, como o tomate e o pimentão.

Nos primeiros anos, de 2004 até 2010, a instituição teve como principal atividade a realização de pesquisas com ênfase na técnica da hidroponia. Essas pesquisas foram, e ainda são atualmente, realizadas com o objetivo de desenvolver inovações para os sistemas hidropônicos. No ano de 2012 a instituição apresentou no Encontro Brasileiro de Hidroponia o sistema de bancadas individuais para folhosas com reposição de água contínua, desenvolvido pelo professor Adriano Trevizan DeLazeri, sistema que hoje é popularizado pelos produtores no Brasil e no mundo. Além disso, o professor apresentou em 2015, também no Encontro Brasileiro de Hidroponia, o sistema fechado de cultivo em calhas para o morangueiro, desenvolvido por ele no ano de 2008.

Em 2011 a instituição começou a ofertar cursos teóricos e práticos de hidroponia para o cultivo das culturas do morango, tomate, pimentão e de folhosas, como alface e rúcula. Todos os cursos são ministrados pelo professor Adriano Trevizan DeLazeri, onde qualquer pessoa, sendo produtor ou não, pode realizar os cursos. Além disso, a instituição presta assistência técnica para produtores de cultivos hidropônicos de todo o Brasil.

O endereço da Hidroponic onde o estágio foi realizado é: Rua: Santa Isabel, Nº:123, Bairro: Vila Jardim América, Cidade: Cachoeirinha/RS, CEP: 94920-550, nas coordenadas geográficas 29° 57' 31.25" 'S, 51° 06' 30.40" ' O.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A CULTURA DO MORANGUEIRO

Os primeiros registros históricos do cultivo do morangueiro datam do século XIV na Europa, no entanto, naquela época, algumas espécies selvagens de *Fragaria* eram cultivadas para fins medicinais e ornamentais (MALAGODI-BRAGA, 2002). Já o cultivo do morango (*Fragaria x ananassa*), de certa forma, é relativamente recente. Essa espécie teve sua origem em decorrência de uma hibridação natural ocorrida na França, mais precisamente no século XVIII. Para tal fim, foram utilizadas as espécies *Fragaria chiloensis* e *Fragaria virginiana*, ambas oriundas do continente americano (PASSOS, 1999). Conforme Jones (1995), esse processo originou plantas que produziam frutos de polpa avermelhada e com grande tamanho.

O morangueiro é uma planta angiosperma dicotiledônea pertencente à família Rosaceae, seu gênero é denominado *Fragaria*. Contudo, atualmente, a classificação botânica aceita para cultivares comerciais é *Fragaria x ananassa* Duchesne (HANCOCK, 1990). Trata-se de uma planta herbácea e perene, porém é cultivada como uma planta anual (CAMARGO et al., 1974). O morangueiro é considerado uma hortaliça, apresentando porte baixo, que pode variar de 15 cm a 30 cm de altura. Suas raízes podem atingir até 60 cm (PIRES et al., 1999). Segundo Roque (1998), as raízes, além de serem fasciculadas, são superficiais, sendo que 95% delas estão alojadas na camada superficial do solo. Seu caule é um rizoma estolhoso, além de ser curto. As folhas, em sua grande maioria, são compostas por três folíolos e possuem pecíolo longo (QUEIROZ-VOLTAN et al., 1996). Suas flores são geralmente hermafroditas, no entanto, existem cultivares onde elas podem ser unissexuais. Seus frutos são do tipo aquênio, porém, por serem muito pequenos, são facilmente confundidos com sementes. A parte comestível e de interesse econômico é o receptáculo floral hipertrofiado denominado pseudofruto,

o qual possui entre suas principais características ser doce e succulento, além de ser carnoso (BRANZANTI, 1989; RONQUE, 1998). O morangueiro possui uma estrutura conhecida como estolão, que se desenvolve rente ao solo e, através de uma roseta foliar existente em seus nós, gera raízes adventícias, que darão origem a novas plantas, sendo esse o seu principal meio de propagação (RONQUE, 1998),.

A produção de morangos a nível mundial vem crescendo em ritmo acelerado, saindo de 7,8 milhões de toneladas no ano de 2013 para 12,1 milhões de toneladas no ano de 2019. A área total plantada cresceu 41% entre os anos de 2013 e 2019. Já na América do Sul, a produção média, atualmente, está na casa de 312 mil toneladas (FAO, 2020).

Segundo a FAO (2020), o Brasil é o 17º maior produtor de morango do mundo, com uma área cultivada em torno de 4.500 ha e uma produção média anual de 165 mil toneladas. No Brasil, a produção está concentrada nos estados do Espírito Santo (54 t/ha), Rio Grande do Sul (48 t/ha), Minas Gerais (43 t/ha), Paraná (34 t/ha) e São Paulo (34 t/ha) (EMBRAPA, 2020).

No Rio Grande do Sul, embora cultivado há muitos anos, somente a partir da década de 90 o morango passou a apresentar maior importância comercial. As regiões do Vale do Caí e da Serra são as principais produtoras de morango para consumo *in natura*. Já a Zona Sul do Estado destina a maior parte da sua produção para o processamento industrial e agroindústria. Entretanto, existe a tendência de que a produção de morangos cresça na Serra e decresça na Região Sul, enquanto no Vale do Caí ela deverá se manter estável (SPECHT; BLUME, 2011).

4.2 CULTIVO DO MORANGUEIRO SEM SOLO E EM AMBIENTE PROTEGIDO

O ambiente protegido, também conhecido como cultivo protegido, é uma técnica que tem como principal característica a construção de uma estrutura que irá proteger as plantas contra intempéries, permitindo, porém, a passagem de luz, além de propiciar melhores condições sanitárias se manejada de forma correta. O ambiente protegido mais conhecido é a estufa ou casa de vegetação, mas também pode ser construído em túneis e ripados, com estruturas metálicas ou de madeira. Dessa forma, esse sistema vem contribuindo para a modernização da agricultura

(MARY et al., 2007).

No Brasil, por ser um país tropical, a implementação do cultivo protegido visa principalmente proteger as culturas do excesso de chuva, das altas temperaturas, do vento, granizo, geada, pragas e doenças. Além disso, pode propiciar um certo grau de controle sobre a temperatura, umidade, intensidade luminosa, entre outros fatores do ambiente, criando um microclima mais favorável para a planta e, assim, favorecer o seu pleno desenvolvimento (BORTOLOZZO et al., 2007). Dessa forma, o efeito da sazonalidade é reduzido e, por consequência, favorece-se uma oferta de produção mais equilibrada ao longo dos meses. Entretanto, a disponibilidade da radiação solar no interior de ambientes protegidos é diminuída em relação ao ambiente externo, devido à reflexão e à absorção pelo material de cobertura. No Rio Grande do Sul, há uma diminuição considerável nos valores médios de radiação solar em alguns meses do ano, conseqüentemente, ficando abaixo do limite trófico de algumas culturas (BURIOL, 2000).

O cultivo sem solo consiste em um cultivo no qual as raízes das plantas recebem, diretamente, a solução nutritiva, sendo que, nessa solução, estão contidos os macros e micronutrientes essenciais para o seu pleno desenvolvimento (BEZERRA NETO, 2017). Segundo Durán et al. (2000), esse tipo de cultivo pode ser classificado em três diferentes grupos, sendo eles: cultivo em água, cultivo aeropônico e cultivo em substrato. O cultivo em água, ou sistema hidropônico, tem como característica o contato direto da solução nutritiva com a raiz da planta, onde, por exemplo, pode-se citar os sistemas Nutrient Film Technique (NFT) e Deep Film Technique (DFT). Por outro lado, no sistema aeropônico, as plantas ficam apoiadas pelo colo da raiz dentro de um depósito ou tubo, sendo que a solução nutritiva entra em contato com a raiz da planta por meio de gotículas vindas de aspersores ou nebulizadores. Já no cultivo em substrato, as plantas são sustentadas por substratos inertes, tais como casca de arroz, cascalho, perlita, vermiculita, serragem, argila expandida, areia, entre outros. Normalmente, nesse sistema, as plantas são cultivadas em recipientes ou leitos de cultivo como: vasos, *slabs*, calhas, canaletas, entre outros. Esse sistema é muito utilizado para o cultivo de hortaliças de frutos, flores, entre outras, e proporciona vantagens, como, por exemplo, o armazenamento de determinado volume de água ao mesmo tempo que mantém o oxigênio disponível. Muitas plantas podem ser cultivadas no sistema sem solo, porém, há culturas que se adaptam melhor, como por exemplo, o

morango, o tomate e a alface (GAVILÁN, 2004).

Desse modo, o cultivo sem solo vem se mostrando vantajoso em muitos aspectos quando comparado ao que é realizado no solo, sendo que, entre as vantagens, destacam-se: a produção durante todos os meses do ano; a não necessidade de fazer rotação das áreas de produção e, em alguns casos, conseguindo até triplicar o potencial de uso da área; o manejo da cultura pode ser realizado em pé, o que traz mais ergonomia para o manejo e, assim, favorecendo a contratação de mão-de-obra; tem a tendência de diminuir os problemas com pragas e doenças, reduzindo a necessidade de uso de agrotóxicos, que por sua vez, podem ser substituídos por práticas culturais e pelo uso de agentes de controle biológico (GONÇALVES et al., 2016).

Segundo Giménez (2008), o cultivo do morangueiro no solo está se mostrando cada vez mais inviável, visto que o mesmo apresenta altos resíduos de agrotóxicos e pode conter inóculo de diversos patógenos. Ademais, o morangueiro é uma planta rasteira, trazendo baixa ergonomia na realização de alguns de seus manejos, principalmente a colheita. Além disso, a produtividade no morangueiro em cultivo sem solo, em substratos, com ambiente protegido vem aumentando, visto que o cultivo no solo somado com o ambiente não protegido tende a não proporcionar as condições ideais para as plantas em razão das intempéries climáticas (ANTUNES et al., 2007).

Desse modo, segundo esse mesmo autor, nesse sistema, as bancadas de cultivo com as plantas são colocadas acima do nível do solo, ficando em uma altura confortável para o manejo da cultura, o que acarreta uma maior ergonomia. Além disso, no ambiente protegido ocorre a redução do molhamento foliar, o que tende a propiciar uma menor incidência de doenças e podridões e, conseqüentemente, há uma diminuição de aplicação de defensivos, diminuindo também o risco de contaminação dos frutos.

Além disso, o cultivo do morangueiro no sistema sem solo, em substrato, e em ambiente protegido é um aliado na solução de outros problemas recorrentes da cultura, como por exemplo, a concentração da produção em apenas alguns meses do ano, permitindo que o período da colheita possa ser estendido em, pelo menos, dois meses, independente das condições climáticas (LIETEN, 1993). Portanto, o cultivo do morangueiro sem solo, em substratos, juntamente a um ambiente protegido vem se mostrando muito vantajoso em relação às demandas atuais do

mercado, o qual necessita que o morango esteja disponível para consumo ao longo de todo o ano (CALVETE et al., 2007).

4.3 CULTIVARES

As cultivares para produção de morango devem ser selecionadas com base na produtividade, produção na entressafra, resistência a pragas e doenças, além de sua aceitação no mercado ao qual serão inseridas. Além disso, é de extrema importância que a cultivar seja adaptada à região onde será produzida (GIMENEZ, 2007). Segundo Duarte (2007), para o cultivo do morangueiro a cultivar pode ser um fato limitante, visto que cada material genético possui exigências diferentes de números de horas frio, temperatura e fotoperíodo. As cultivares podem ser classificadas de acordo com a sensibilidade do fotoperíodo, desse modo, podem ser de dias longos, dias curtos e dias neutros.

Para o cultivo do morangueiro sem solo, em substrato, e em ambiente protegido são recomendadas cultivares de dias neutros, pois essas são capazes de produzir frutas ao longo de todo o ano, podendo em alguns casos, chegar a produzir por dois anos seguidos (GONÇALVES et al., 2016). Isso ocorre porque elas não são sensíveis ao fotoperíodo e a temperatura, prolongando assim o ciclo reprodutivo das plantas, o que possibilita a produção na entressafra. Atualmente, há várias cultivares de dias neutros, dentre as quais pode-se destacar:

‘Aromas’ - lançada em 1994 pela Universidade da Califórnia, tem como uma de suas principais características a produção precoce, frutos de vigor médio e resistência a grande maioria das doenças relacionadas à cultura, sendo tolerante ao oídio (*Sphaerotheca macularis*). Seus frutos são considerados próprios para o consumo *in natura* e é a cultivar mais plantada na região da Serra do Rio Grande do Sul (ANTUNES et al., 2011; GONÇALVES et al., 2016).

‘Albion’ - lançada em 2004, também pela Universidade da Califórnia, é uma das principais cultivares produzidas atualmente no mundo, devido à fácil adaptação dessa cultivar às condições subtropicais. No Brasil, ‘Albion’ também é uma das cultivares mais plantadas atualmente (RADIN et al., 2011; ANTUNES; PERES, 2013). Entre suas principais características, pode-se destacar a produção de grandes frutos com consistência firme e grande concentração de açúcares, além de um rendimento é considerado elevado (SAMYKANNO; PANG; MARRIOTT,

2013). Seu cultivo deve ser em pH próximo a 7,0 e não é tolerante a condutividade elétrica (CE) alta. Segundo Gonçalves (2016), “Albion” é resistente à Murcha de *Verticillium* (*Verticillium dahliae*) e à podridão-da-coroa (*Phytophthora cactorum*), apresentando-se, ainda, relativamente resistente à antracnose (*Colletotrichum acutatum*).

‘San Andreas’ - lançada em 2008 pela Universidade da Califórnia, tem como uma de suas principais características a produção de frutos grandes e longos, sendo que a firmeza e sabor desses frutos são semelhantes aos produzidos pela cultivar ‘Albion’. A cultivar ‘San Andreas’ tem maior vigor quando comparada com as cultivares ‘Albion’ e ‘Aromas’, é moderadamente tolerante ao oídio (*Sphaerotheca macularis*) e à murcha de Verticílio (*Verticillium dahliae*), podridão-da-coroa (*Phytophthora cactorum*), apresentando também tolerância ao ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) (ANTUNES et al., 2011; GONÇALVES et al., 2016).

‘Portola’ e ‘Monterey’ - ambas lançadas em 2010 pela Universidade da Califórnia, a cultivar ‘Monterey’ é considerada moderadamente de dias neutros, com floração mais intensa do que a ‘Albion’, enquanto a cultivar ‘Portola’ tem como uma de suas características a frutificação mais precoce que a cultivar ‘Albion’ (ANTUNES et al., 2011).

4.4 MANEJO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA EM SISTEMA FECHADO DO MORANGUEIRO

Os sistemas de cultivos sem solo podem ser classificados em aberto ou fechado. Considera-se um sistema aberto quando o excedente da solução nutritiva não retorna ao reservatório, ocasionando assim, a perda dessa solução. Por outro lado, em um sistema fechado, há o reaproveitamento da solução nutritiva não absorvida pela planta, de modo que a solução não aproveitada retorna ao reservatório, ficando assim disponível para ser fornecida novamente às plantas (MIRANDA et al., 2014); OTHMAN et al., 2019).

Segundo Godoi (2009) e Miranda (2014), no Brasil, o cultivo do morangueiro sem solo, em substrato, é realizado predominantemente em sistema aberto. Entretanto, o sistema fechado está crescendo, seja por questões ambientais,

como a diminuição da contaminação do solo causada pela lixiviação da solução nutritiva, ou por questões econômicas, visto que, com o reaproveitamento da solução nutritiva, perde-se menos água e nutrientes (ANDRIOLO et al., 2009; COSTA et al. 2019).

No sistema fechado, deve-se realizar diariamente o monitoramento do potencial hidrogeniônico (pH) e da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva, providenciando as devidas correções sempre que necessário (DEPARDIEU, 2016).

A CE influencia diretamente no crescimento e no desenvolvimento da cultura, portanto, o seu monitoramento é de extrema importância, já que mostra a medida, mesmo que de forma indireta, da concentração de sais presentes na solução, que, por sua vez, está relacionada com a concentração de nutrientes da solução nutritiva (SONNENELD & VOOGT, 2009). Segundo esses mesmos autores, a correção da solução nutritiva deve ocorrer quando houver uma variação de 25% para mais ou para menos em relação a CE inicial. Desse modo, o ajuste deve ser realizado com a adição de água no caso da CE estar acima da variação recomendada e com adição de sais quando estiver abaixo.

A planta do morangueiro é considerada sensível a níveis de CE elevados. Valores entre 1,4 e 1,8 mS cm⁻¹ são considerados favoráveis quanto à qualidade e produtividade dos frutos (LIETEN, 1998; PARANJPE, 2003). No entanto, segundo Lieten (1998), níveis de condutividade elétrica abaixo de 1,4 mS cm⁻¹ tornam a produtividade do morangueiro ainda maior e resultam no aumento no tamanho dos frutos.

Em relação ao pH, para Andrade Neto (2002), o seu acompanhamento na solução nutritiva é de extrema importância, visto que o seu efeito sobre o crescimento da cultura pode se dar de forma direta ou indireta, sendo que, nessa última, a solubilidade dos nutrientes é afetada. As leituras devem ocorrer logo após o ajuste da solução nutritiva no reservatório. Potencial hidrogeniônico inferior a 4,0 faz com que se eleve a concentração hidrogeniônica, afetando assim, a integridade e permeabilidade das membranas e, por consequência, há perda dos nutrientes já absorvidos, além do retardamento do crescimento das raízes. Por outro lado, níveis elevados podem favorecer a precipitação de alguns nutrientes.

Desse modo, é recomendado, para culturas em sistema sem solo, em substrato, que a faixa do pH esteja entre 5,5 e 6,5. Faixas acima de 6,5 diminuem a

disponibilidade de nutrientes como o Mn, Cu, Zn, B, P e Fe. Por outro lado, faixas abaixo de 5,0 fazem com que ocorra uma pequena redução na disponibilidade de nutrientes como P, K, Ca e Mg (BUGBEE, 1995).

4.5 PREPARO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

A solução nutritiva deve conter a quantidade adequada de cada nutriente essencial, visando o pleno desenvolvimento da cultura. Conforme Gimenez et al. (2008), há, na literatura, inúmeras formulações de soluções nutritivas para o cultivo sem solo do morangueiro.

Cuidados importantes devem ser tomados para evitar que ocorra a formação de precipitados no momento do preparo da solução, visto que determinados fertilizantes não são compatíveis entre si. Desse modo, algumas misturas de fertilizantes, como, por exemplo, nitrato de cálcio adicionado a fertilizantes contendo sulfatos, ácido sulfúrico ou micronutrientes, devem ser evitadas por serem consideradas incompatíveis (LANDIS et al., 1989). Segundo Resh (1992), todos os sais devem ser pesados e posteriormente diluídos individualmente. Além disso, fertilizantes contendo micronutrientes devem ser diluídos em recipientes com água morna e adicionados no reservatório antes dos fertilizantes que contenham macronutrientes.

Visando otimizar o manejo da solução nutritiva, é recomendado o preparo de soluções concentradas contendo todos os nutrientes na mesma proporção. Para esse preparo, 90% da capacidade do reservatório é preenchido com água e, por fim, acrescentam-se os sais (RESH, 1992; SANTOS, 2012).

4.6 SUBSTRATO

O substrato no cultivo sem solo serve, entre outras coisas, para dar suporte às plantas, sendo, portanto, o seu meio de crescimento. O material do substrato pode ser de origem sólida, orgânica, natural, residual ou mineral (CADAHIA, 1998), não havendo assim, um substrato ideal para todas as plantas. Desse modo, normalmente esses materiais são misturados entre si, visando suprir as necessidades de cada cultura. Portanto, para que haja, em geral, uma boa relação entre custo e benefício na produção de hortaliças em sistema de cultivo sem solo que usa como meio de

cultivo substrato, é essencial que a escolha deste material seja feita de forma adequada (MINAMI; PUCHALA, 2000).

Conforme Lemaire (1995), o substrato é formado por três fases, sendo elas: a fase sólida, responsável pela estabilidade do sistema radicular; a fase líquida, onde ficam disponibilizados os nutrientes e a água; e a fase gasosa, responsável pelas trocas gasosas entre as raízes e a atmosfera. Além disso, os substratos possuem propriedades físicas e químicas, de modo que é de suma importância conhecê-las (VERDONCK et al., 1981). Entre as propriedades físicas pode-se destacar: a densidade, a porosidade total, o espaço de aeração e a capacidade de retenção de água. A aeração e a capacidade de retenção de água são as propriedades que mais devem ser levadas em consideração no momento da escolha do substrato, tendo em vista que plantas que se desenvolvem em substratos bem aerados tendem a desenvolverem melhor suas raízes. Por sua vez, uma boa capacidade de retenção de água influencia diretamente na fisiologia da planta, pois com uma boa retenção a tendência é que sempre se tenha água disponível para a cultura (AGUILA SANCHO, 1988).

Além disso, ainda sobre as propriedades físicas, de acordo com Martínez (2002), o valor ideal da densidade para a produção vegetal, em geral, tem que ficar abaixo de $0,40 \text{ g/cm}^3$. Em relação à porosidade total, o substrato deve permitir que as trocas gasosas ocorram de forma eficiente, para isso, o valor considerado ótimo para a porosidade é de 85%. Por fim, o espaço de aeração de um substrato deve ter valores entre 20 e 40% (DE BOOT & VERDONCK, 1972).

Por sua vez, as propriedades químicas do substrato são de extrema importância. Segundo Kämpf (2005), as principais propriedades químicas do substrato são: o pH, a capacidade de troca de catiônica (CTC) e a salinidade. Em relação à salinidade, segundo esse mesmo autor, o conhecimento prévio de seu valor é importante para evitar perdas de produção ocasionadas por salinização. Sobre o pH do substrato, para Schmitz (2002), valores entre 5,2 a 5,5 são considerados ideais.

No Brasil, a utilização de substrato para cultivo de morango fora do solo é um dos principais sistemas empregados. Segundo Lima (2009), o cultivo em substrato gera maiores rendimentos quando comparado aos sistemas tradicionais, uma vez que induz a precocidade da produção e gera menor gastos com sementes, além de possuir menor tendência de contaminação por patógenos, resultando em menos gastos com defensivos. Além disso, o cultivo do morangueiro em substrato permite

aumentar a densidade de plantas e a produtividade, reduzindo os custos da área de cultivo (LIETEN et al., 1993; COSTA et al., 2010; MENDONÇA et al., 2010).

5. ATIVIDADES REALIZADAS

5.1 PREPARO E MANEJO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DO MORANGO

A Hidroponic trabalha com uma proposta de sistema de produção de morangueiro sem solo, em substrato, com reaproveitamento da solução nutritiva drenada, que chamamos de sistema fechado quanto ao fornecimento de solução nutritiva, e no interior de ambiente protegido.

A estrutura de produção da Hidroponic é composta por oito bancadas de cultivo do tipo calha (Figura 1), com largura de 70 cm, sendo que cada bancada é composta por duas calhas de 20 cm de largura com espaçamento entre calhas de 30 cm. As bancadas têm 4 m de comprimento e 70 cm de altura. O espaçamento entre bancadas é de 60 cm. Cada bancada possui seu próprio reservatório de solução nutritiva com capacidade de 20 l. As plantas de morangueiro da Hidroponic foram plantadas em 2018, sendo que o espaçamento entre plantas dentro das calhas é de 20 cm. O substrato que foi utilizado nas calhas de cultivo é o substrato comercial Carolina Soil II. Segundo a empresa fabricante, esse produto é composto por turfa, vermiculita e calcário, no entanto, a mesma não divulga a porcentagem correspondente de cada um desses materiais na composição do substrato. A fabricante recomenda esse substrato para a produção de morango, rosa do deserto, café, entre outros cultivos. Além disso, informa que o substrato possui pH de 5,5, condutividade elétrica de $0,1 \text{ mS cm}^{-1}$ e densidade de 130 kg/cm^{-3} . O substrato está nas bancadas há quatro anos, sendo feita a adição de mais substrato à medida que o mesmo for baixando o seu volume dentro das calhas, não tendo sido realizada, até o momento, a troca total do substrato. O cultivar de morango utilizado durante o período do estágio, foi o 'Albion', material genético de dia neutro.

Figura 1. Sistema de produção de morangos sem solo, em substrato, em sistema fechado proposto pela Hidroponic.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Nesse sistema, a principal atividade realizada foi a execução do preparo e do manejo da solução nutritiva. No primeiro dia de estágio, foi realizada a pesagem dos fertilizantes para o preparo da solução. A solução teve as seguintes quantidades de fertilizantes: 900 g de nitrato de cálcio, 200 g de monofosfato potássio, 650 g sulfato de potássio, 450 g de sulfato de magnésio, 10 g de ComMicros Light e 46 g de Ferro FeEDDHMA-6% Fe. Essa solução foi desenvolvida pela Hidroponic e era a mesma que já vinha sendo utilizada nas quatro bancadas de morangueiro antes do início do estágio.

Optou-se por fazer o preparado concentrado da solução nutritiva, desse modo, os fertilizantes foram diluídos em dois baldes distintos, cada um contendo 10 l de água. Na figura 2, no balde 1, foram diluídos o nitrato de cálcio e o Ferro FeEDDHMA-6% Fe, enquanto, no balde 2, ocorreu a diluição do monofosfato de potássio, do sulfato de potássio, do sulfato de magnésio e do ComMicros Light. A solução é renovada a cada seis meses ou quando há troca por outra solução formulada.

Figura 2. Preparo das soluções nutritivas concentradas para cultivo do morangueiro no sistema da Hidroponic. Balde 1 (Nitrato de cálcio e o Ferro FeEDDHMA-6% Fe) e balde 2 (Monofosfato de potássio, sulfato de potássio, sulfato de magnésio e ComMicros Light).



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

A partir dessa solução nutritiva concentrada, eram feitas as correções das soluções nutritivas nos reservatórios. As quantidades de solução nutritiva concentrada de cada balde eram extraídas e dosadas através de uma seringa, sempre observando que fossem retirados os mesmos volumes de ambos os baldes, visando manter o equilíbrio de sais na solução nutritiva nos reservatórios. Por exemplo, se eram retirados 50 mL do balde contendo a solução concentrada de nitrato de cálcio e Ferro FeEDDHMA-6% Fe, deveria também ser retirado 50 mL do balde contendo a solução concentrada de monofosfato potássio, sulfato de potássio, sulfato de magnésio e ComMicros Light. Esses volumes eram acrescentados aos reservatórios até atingirem uma condutividade elétrica entre 1,10 e 1,30 mS cm^{-1} , tendo como valor ideal 1,20 mS cm^{-1} . Essa medição era realizada com o auxílio de um condutivímetro portátil da marca ASKO. Contudo, se o valor de condutividade elétrica se encontrava acima de 1,30 mS cm^{-1} , era feita a adição de água no reservatório, até que o valor ficasse dentro do ideal. Além disso, quando o volume dos reservatórios estivesse baixo a água era repostada e a correção da solução nutritiva era realizada. As correções eram realizadas periodicamente nos dias de estágio.

Em 16/09/2021, todos os reservatórios contendo as soluções nutritivas foram esvaziados e posteriormente limpos, realizando desta forma a renovação da solução nutritiva no sistema. Além disso, uma lavagem também foi realizada no substrato, a fim de lixiviar a solução nutritiva a qual vinha sendo disponibilizada para a cultura até esse momento, sendo, para isso, despejados 10 l de água sobre cada

bancada.

Após a realização da lavagem do substrato e dos reservatórios, quatro novas soluções nutritivas foram preparadas. As quantidades dos sais utilizados em cada uma das soluções constam na tabela 1. Essa alteração realizada nas formulações das soluções nutritivas foram feitas para que, posteriormente, a instituição realizasse estudos sobre a produção de morango de cada bancada em relação à solução nutritiva usada.

Tabela 1. Quantidade de fertilizantes por solução nutritiva para a cultura do morangueiro.

	SOLUÇÃO A (g)	SOLUÇÃO B (g)	SOLUÇÃO C (g)	SOLUÇÃO D (g)
YaraTera CALCINIT (Nitrato de Cálcio)	544	632	632	632
YaraTera KRISTA K (Nitrato de Potássio)	198	361	361	361
YaraTera KRISTA MAP (Nitrogênio Amoniacal e Fósforo)	156	19	19	19
MagnésioUltra (Sulfato de Magnésio)	500	450	450	450
YaraTera KRISTA MKP (Fósforo e Potássio)	89	180	180	180
YaraTera KRISTA SOP (Sulfato de Potássio)	130	100	x	100
YaraTera KRISTA MOP (Cloreto de Potássio)	x	114	114	x
CONMICROS LIGHT	10	10	10	10
Ferro EDDHA 6%	44	40	40	40

Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Após a limpeza dos reservatórios e a pesagem dos fertilizantes optou-se, novamente, por realizar o preparo concentrado das soluções nutritivas, desse modo, os fertilizantes foram diluídos em oito baldes distintos, cada um contendo 10 l de água. Cada solução (Tabela 1) teve os seus respectivos fertilizantes diluídos em dois baldes, sendo que em um balde foram diluídos o nitrato de cálcio e o Ferro FeEDDHMA-6% Fe e no outro o monofosfato de potássio, o sulfato de potássio, o sulfato de magnésio e o ComMicros Light. Após a realização do preparo concentrado cada um dos quatro reservatórios recebeu dois baldes de solução nutritiva concentrada de uma respectiva solução (Tabela 1), onde em um deles continha o nitrato de cálcio e do Ferro FeEDDHMA-6% Fe e o outro o monofosfato de potássio, o sulfato de potássio, o sulfato de magnésio e o ComMicros Light.

Posteriormente cada um dos quatro reservatórios foi abastecido com 20 l de água e a solução nutritiva foi preparada. Por fim, para as correções das soluções nutritivas nos reservatórios, utilizou-se o mesmo procedimento descrito para a solução anterior.

5.2 PREPARO E MANEJO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DAS FOLHOSAS

As espécies folhosas de hortaliças cultivadas na Hidroponic são alface e rúcula, ambas cultivadas em sistema hidropônico tipo NFT. Para esse cultivo, a Hidroponic conta com 12 bancadas, onde cada bancada possui o seu próprio reservatório (Figura 3). As bancadas têm 70 cm de altura máxima, com caimento de 5%, 3,5 m de comprimento, 1,5 m de largura e apresentam furos com espaçamento de 10 cm.

Figura 3. Bancada de cultivo hidropônico, com rúcula, em sistema tipo NFT.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Assim como no morango, o manejo da solução nutritiva das folhosas foi realizado ao longo de todo o período do estágio obrigatório. Na primeira semana, foi preparada a solução nutritiva das folhosas, seguindo-se metodologia de preparo e composição que já vinham sendo utilizados antes do início do estágio. Essa solução teve as seguintes quantidades de fertilizantes: 800 g de nitrato de cálcio, 500 g de nitrato potássio, 150 g de fosfato monoamônio, 400g de sulfato de magnésio, 10 g de ComMicros Light e 30 g de Ferro FeEDDHMA-6% Fe.

A solução para as folhosas, assim como as soluções para o morangueiro, foram adaptadas de soluções recomendadas pela literatura. Contudo, diferente do morango, para obtenção da solução concentrada dos fertilizantes, foram utilizados

quatro baldes para realizar a diluição, cada um contendo 5 l de água. Como apresentado na figura 4, o nitrato de cálcio, o ComMicros Light e o Ferro FeEDDHMA-6% Fe foram diluídos, individualmente, nos baldes 1, 3 e 4 respectivamente. Por sua vez, o nitrato de potássio, o fosfato monoamônio e o sulfato de magnésio foram diluídos juntos no balde 2.

Figura 4. Baldes contendo as soluções concentradas dos fertilizantes para as folhosas. Balde 1 (Nitrato de cálcio), balde 2 (Nitrato de potássio, fosfato monoamônio e sulfato de magnésio), balde 3 (ComMicros Light) e balde 4 (Ferro FeEDDHMA-6% Fe).



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Para a correção da solução nutritiva nos reservatórios das bancadas contendo as folhosas, adotou-se o mesmo procedimento realizado nas bancadas de morangueiro descrito anteriormente. A condutividade elétrica para solução nutritiva da rúcula deveria atingir valores entre 1,40 e 1,60 mS cm^{-1} , tendo como valor ideal 1,50 mS cm^{-1} . No entanto, para a alface, o valor deveria estar entre 1,70 e 1,90 mS cm^{-1} , tendo como valor ideal 1,80 mS cm^{-1} . Essa medição era realizada com o mesmo condutivímetro usado para a medição da solução do morango.

Além disso, assim como nos reservatórios das bancadas dos morangos, quando o volume se encontrava em nível baixo a água era repostada e a correção da solução nutritiva era realizada. No entanto, as bancadas que eventualmente estivessem com a cultura da alface eram reabastecidas com água desclorada, visando não causar danos às raízes, visto que a cultura é sensível ao cloro por esse ser fitotóxico. Dessa

forma, para retirar o cloro da água, eram diluídos 15 g do produto Tiosulfato em uma caixa de água contendo 1.000 litros. Todavia, nas bancadas que estivessem sendo cultivadas as culturas da rúcula ou do morangueiro, poderia se utilizar tanto água desclorada quanto água comum. A água utilizada em todos os cultivos da Hidroponic era fornecida pela CORSAN que abastece a cidade de Cachoeirinha.

Por fim, quando a solução nutritiva concentrada chegava ao fim, novamente os fertilizantes eram pesados e o preparo da nova solução concentrada era realizado da mesma forma descrita anteriormente, as quantidades de cada fertilizante utilizado para a nova solução eram as mesmas já mencionadas anteriormente. Além disso, a cada colheita, os reservatórios eram limpos e a solução nutritiva renovada. As correções das soluções nutritivas nos reservatórios, assim como no morangueiro, foram realizadas periodicamente nos dias de estágio.

5.3 OUTRAS ATIVIDADES

5.3.1 MANEJO FITOSSANITÁRIO DO MORANGUEIRO

No decorrer do estágio obrigatório, foram realizadas outras tarefas. Uma dessas tarefas foi a realização do manejo fitossanitário do morangueiro.

As principais doenças diagnosticadas no período do estágio obrigatório na cultura do morangueiro foram o Mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) e a Antracnose (*Colletotrichum fragariae*), enquanto a principal praga observada foi o Ácaro rajado (*Tetranychus urticae*). Para a prevenção das doenças, uma vez por semana, era realizada a aplicação de calda sulfocáustica nas bancadas de morangos, utilizando-se a dose de 3 g do produto Sulfocal diluídas em 1 l de água. Além disso, também uma vez por semana, eram retirados e descartados, de forma manual, as folhas, os pedúnculos, as flores e os frutos contaminados, além das plantas daninhas que se desenvolviam no substrato.

5.3.2 CONFECÇÃO DE UM HERBÁRIO FITOPATOLÓGICO

Foi proposto pelo supervisor do estágio obrigatório a confecção de um herbário fitopatológico. Nesse herbário, deveriam estar presentes as doenças foliares diagnosticadas nas olerícolas da Hidroponic ao longo de todo o período do estágio. Essa atividade teve como principal objetivo exercitar o reconhecimento dos

sintomas e sinais foliares de doenças recorrentes em algumas culturas olerícolas. Essa tarefa foi realizada e entregue na última semana de estágio.

As doenças diagnosticadas e que fizeram parte do herbário fitopatológico foram: Mancha de diplocarpon (*Diplocarpon earlianum*) no morangueiro, Oídio (*Oidium neolycopersici*) e Pinta preta (*Alternaria solani*) no tomateiro, Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*) no pimentão, Cercosporiose (*Cercospora beticola*) na beterraba e Míldio (*Bremia lactucae*) na alface.

5.3.3 PREPARO E PLANTIO DE MUDAS DE MORANGUEIRO

No início do estágio, foi realizado o plantio de mudas de morangueiro da cultivar 'Albion' em vasos com volume de 500 mL, contendo substrato Carolina Soil II. Cada muda foi plantada individualmente em um vaso.

No momento do plantio das mudas, primeiramente, foi realizado o preparo das mesmas, retirando-se as folhas cortando-as na haste, deixando estas hastes com 3 cm de comprimento. Além disso, as raízes foram cortadas, deixando-as com 5 cm de comprimento.

O substrato foi previamente saturado para o plantio das mudas. Posteriormente, uma cova foi aberta para depositar a muda, sendo que, na hora do plantio, tomou-se o cuidado para que as raízes da muda não ficassem dobradas, visto que isso pode comprometer o desenvolvimento da planta, podendo, em certos casos, levá-la à morte.

Por fim, os vasos com as mudas foram colocados em bandejas contendo solução nutritiva, a qual foi monitorada e ajustada da mesma forma como era feito para a solução utilizada nas bancadas dos morangos. Por fim, no final do estágio, aproximadamente 120 dias depois de plantadas, as mudas foram transplantadas para as bancadas dos morangos.

5.3.4 CURSO DE HIDROPONIA

Em meio ao estágio obrigatório, a Hidroponic realizou um de seus cursos de hidroponia. Desse modo, a convite do supervisor de estágio, com o objetivo ampliar os conhecimentos sobre a técnica da hidroponia, o curso de hidroponia prática foi realizado.

O curso teve duração de 20 horas e foi ministrado pelo professor Adriano Delazeri, que possui experiência prática e teórica no cultivo hidropônico. O professor Adriano abordou no curso assuntos como fisiologia vegetal, sistemas hidropônicos, nutrição vegetal, produção de mudas, bancadas NFT, bancadas com substrato, construção de estufas, manejo de uma unidade hidropônica, colheita, comercialização, preparação de adubos, manejo da solução nutritiva, controle de pragas e doenças, análise de um projeto comercial, entre outros.

Foram destacadas neste curso as culturas do morango, do tomate, do pimentão e das folhosas, sendo essa última com enfoque nas culturas da alface e rúcula. Por fim, atividades práticas como preparação e manejo da solução nutritiva, semeadura, plantio de mudas, avaliação das propriedades químicas, físicas e biológicas do substrato foram realizadas nas estufas da Hidroponic.

6. DISCUSSÃO

O Rio Grande do Sul é um dos principais estados produtores de morango do Brasil. O sistema de produção predominantemente adotado é o convencional, isto é, com solo. Todavia, o sistema de cultivo sem solo vem aumentando em praticamente todas as tradicionais regiões produtoras de morango do estado. Desse modo, a Hidroponic, por ser uma escola com enfoque no ensino da técnica da hidroponia, de certa forma, vem colaborando para esse crescimento. Em um de seus cursos, ministrado pelo professor Adriano Trevizan DeLazeri, a instituição propõe o cultivo do morangueiro com sistema sem solo, em substrato, em sistema fechado. Além disso, a instituição presta assessoria técnica a produtores hidropônicos comerciais de todo o Brasil, o que faz com que os produtores tenham mais segurança para implementar, conduzir e manejar cultivos hidropônicos em sistema fechado.

O cultivo do morangueiro sem solo, em substrato, vem sendo adotado no Brasil, em sua grande maioria, em sistemas abertos e, assim, por consequência, gerando grande impacto ambiental, devido à lixiviação da solução nutritiva diretamente para o solo e, possivelmente, para o lençol freático. Dessa forma, o reaproveitamento da solução nutritiva, proporcionado pelos sistemas fechados para o cultivo do morangueiro sem solo, em substrato, utilizado pela Hidroponic é uma

excelente alternativa para minimizar a contaminação ambiental ocasionada por essa lixiviação. Ademais, o sistema fechado torna mais eficiente o uso dos nutrientes e da água, visto que os volumes não absorvidos pelas plantas retornam aos reservatórios e, por consequência, ficam disponíveis para serem reaproveitados pelas plantas. Sendo assim, por esse reaproveitamento, o sistema fechado proporciona também vantagens econômicas, uma vez que, com o reaproveitamento da solução nutritiva, perde-se menos água e nutrientes.

As soluções nutritivas, tanto para o morangueiro quanto para as folhosas, utilizadas e recomendadas pela Hidroponic são adaptadas de soluções já recomendadas pela literatura. No entanto, a instituição não informa quais foram as soluções nutritivas utilizadas na realização dessas adaptações, visto que inúmeras são descritas pela literatura. A mesma apenas informa que foram realizados vários ensaios durante anos para se chegar às soluções utilizadas e recomendadas atualmente. Também, nenhum trabalho foi apresentado ao longo do estágio que demonstrasse a eficácia dessas soluções nutritivas. Visualmente, pôde-se verificar que a produção ocorreu durante todo o período do estágio, porém, não foram realizados acompanhamentos de produtividade em nenhum cultivo, já que o principal objetivo do estágio foi a realização do monitoramento e de possíveis manutenções dos sistemas de cultivo sem solo na escola, visando que estivessem em perfeito funcionamento para serem utilizados nas aulas práticas dos cursos.

Na Hidroponic, a diluição de alguns fertilizantes no preparo da solução nutritiva concentrada, tanto para o morangueiro quanto para as folhosas, era realizada de forma separada. Já que existem interações entre os fertilizantes que podem levar à formação de precipitados não se deve misturar produtos que não sejam compatíveis entre si. Além disso, é importante verificar a solubilidade dos fertilizantes e a qualidade da água, que deve ser potável ou clorada urbana com baixa concentração de cloro.

Em relação à solução nutritiva nos reservatórios, mesmo que o cultivo do morangueiro na Hidroponic fosse destinado para uso exclusivo dos cursos, era necessário que o monitoramento e a correção fossem realizados de forma constante. Em sistemas fechados, o monitoramento dos reservatórios contendo a solução nutritiva se faz de extrema importância, visto que a constante circulação da solução pelo sistema pode favorecer a ocorrência da defasagem de nutrientes ou de

água. Essa defasagem ocorre tanto pela absorção da água e dos nutrientes pelas plantas, como pela evapotranspiração, gerando, assim, mudanças no volume da solução no reservatório e na concentração de sais da solução. Portanto, o monitoramento do volume deve ser realizado constantemente, a fim de evitar grandes variações da concentração.

O valor do pH da solução nutritiva não foi medido durante o período de estágio, sendo que a justificativa da Hidroponic para a não realização desse procedimento era que a água utilizada nos reservatórios possuía um pH entre 6,9 e 7,1 e o substrato utilizado nas bancadas tinha pH em torno de 5,5, fazendo assim com que o pH da solução no meio de cultivo (substrato) ficasse dentro do recomendado. No entanto, tendo em vista que o pH da solução nutritiva é de extrema importância, já que pode afetar a disponibilidade e a absorção dos nutrientes pela planta, deve ser constantemente monitorado. Dessa forma, o pH deve ser ajustado diariamente de acordo com a espécie cultivada onde, para a maioria das plantas, deve estar entre 5,5 e 6,5.

A medição da condutividade elétrica da solução nutritiva é outro procedimento tão importante quanto à medição do pH, visto que também ocorrem constantemente variações desta propriedade. Desse modo, a sua manutenção de forma adequada proporciona um meio mais favorável ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

A Hidroponic propõe para o cultivo do morangueiro um valor de condutividade elétrica ideal de $1,2 \text{ mS cm}^{-1}$, podendo variar entre 1,1 a $1,3 \text{ mS cm}^{-1}$. Sendo que, conforme Lieten (1998) e Paranjpe (2003), valores entre 1,4 e $1,8 \text{ mS cm}^{-1}$ são considerados favoráveis quanto à qualidade e produtividade dos frutos, porém, segundo Lieten (1998), valores abaixo de $1,4 \text{ mS cm}^{-1}$ são adequados, já que tornam a produtividade do morangueiro ainda maior, além de aumentarem o tamanho dos frutos.

Contudo, não foi possível realizar uma análise mais detalhada e precisa para que se pudesse concluir o quanto os procedimentos realizados ao longo do estágio refletem de fato na produtividade do morangueiro, visto que o objetivo principal das tarefas era deixar o sistema em pleno funcionamento para os cursos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Hidroponic, por contar com uma excelente estrutura e profissionais capacitados, contribui de forma significativa na formação de profissionais dedicados à técnica da hidroponia. O sistema adotado e proposto de cultivo do morangueiro sem solo, em substrato, em sistema fechado, traz tanto vantagens ambientais quanto econômicas e, dessa forma, tende a atrair cada vez mais produtores de morango a aderirem ou migrarem para esse sistema.

Desse modo, as atividades desenvolvidas ao longo do estágio obrigatório possibilitaram colocar em prática conhecimentos teóricos adquiridos na graduação, visto que, no curso de agronomia, essa técnica foi apresentada apenas de forma teórica.

A realização de práticas como a preparação e correção das soluções nutritivas, assim como a identificação de doenças das culturas manejadas e seus métodos de controle, o manejo cultural de plantas daninhas, entre outros, contribuíram para o crescimento e desenvolvimento profissional.

Portanto, dessa forma, pode-se concluir que o estágio foi uma experiência enriquecedora do ponto de vista intelectual, profissional e humano, trazendo, assim, mais confiança, segurança e preparo para os futuros desafios do mercado de trabalho.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILA SANCHO, J. H. The present status of the substrate as an ecosystem component and its function and importance in crop productivity. **Acta Horticulturae**, v. 221, p. 53-74, 1988.

ALMEIDA, I. R.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C. R.; ANTUNES, L. E. C.; ALBA, J. M. F.; MATZENAUER, R.; RADIN, B. **Zoneamento Agroclimático para Produção de Morango no Rio Grande do Sul**. 1. ed. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2009. 30 p.

ANDRADE NETO, C. O.; MELO FILHO, C. P.; MOURA, L. R. B.; MIRANDA, R. J. A.; PEREIRA, M. G.; MELO, H. N. S.; LUCAS FILHO, M. **Hidroponia com esgoto tratado – forragem hidropônica de milho**. In: VI simpósio italo-brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, 2002.

ANDRIOLO, J. L.; JÄNISCH, D. I.; SCHMITT, O. J.; VAZ, M. A. B.; CARDOSO, F. L.; ERPEN, L. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, Pelotas, v. 39, n. 3, p. 684-690, 2009.

ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, A. M. A cultura do morango. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília, v. 2, p. 19-31. 2011.

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, C.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. 1. ed. editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2016. 590 p.

ANTUNES, O. T., CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; CECCHETTI, D.; RIVA, E.; MARAN, R. E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Pelotas, v. 25, n. 1, p. 94-99, 2007.

BERJÓN, M. A.; MURRAY, P. N. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. IN: CADAHIA, C. **Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales**, Madrid: Mundiprensa, p. 278-342, 1998.

BEZERRA NETO, E. O cultivo hidropônico. In: BEZERRA NETO, E. (Ed.) **Hidroponia**, n. 6, p. 15-30, 2017.

BOODT, M. de; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, v. 26, p. 37-44, 1972.

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.; CALEGARIO, F. F.; FERLA, N. J.; PINENT, S. M. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. 2. ed. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 24 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular técnica, 62).

BRANZANTI, E. C. **La fresa**. Madri: Mundiprensa, 1989. 386 p.

BUGBEE, B. Nutrient management in recirculating hydroponic culture. In: annual conference on hydroponics, 16., Tucson, 1995. **Proceedings**, Tucson, Hydroponic Society of America, p.15-30, 1995.

BURIOL, G.A. Disponibilidade de radiação solar nos meses mais frios do ano para o cultivo do tomateiro no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 113-120, 2000.

CADAHIA, C. Fertilización: cultivos hortícolas y ornamentales. Madrid: Mundiprensa, 1998. 475 p.

CAMARGO, L. de S.; SCARANARI, H. J.; IGUE, T. Ensaio de Cultivares e Híbridos de Morangueiro, Jundiaí. **Bragantia**, Campinas, v. 33, n. 4, p. 33-42, 1974.

COSTA, R. C.; MENDONÇA, H. C. F.; CECATTO, A. P.; CALVETE, E. O.; CHAVARRIA, G. **Densidade de plantas sobre a produtividade do morangueiro cultivado em substrato**. In: congreso argentino de horticultura.; simposio de frutilla; simposio de agroecología; simposio de aromáticas, medicinales y condimenticias, Rosario, 2010. p. 232.

COSTA, S. I.; FERREIRA, L. V.; BENATI, J. A.; CANTILLANO, R. F. F.; ANTUNES, L. E. C. Parâmetros qualitativos de morangueiros de dias neutros produzidos em cultivo sem solo. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 481-489, 2019.

DEPARDIEU, C. Sawdust and Bark-Based substrates for soilless strawberry production: irrigation and electrical conductivity management. **Plos One**, v. 11, n. 4, 2016.

DUARTE, F. J.; ANTUNES, L. E. C.; PÁDUA, J. G. Cultivares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, p. 20-23, 2007.

DURÁN, J. M.; MARTÍNEZ, E.; NAVAS, L. M. Los cultivos sin suelo: de la hidroponía a la aeroponía (I): análisis de las ventajas e inconvenientes de la utilización de los distintos sistemas. **Vida Rural**, v. 7, n. 101, p. 40-43, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 1. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2003. 402 p.

GAVILÁN, M. U. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. In: GAVILÁN, M. U. (Coord.). **Tratado de cultivo sinsuelo**. Madri: Mundi-Prensa, p. 3-47, 2004.

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.

GIMENEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; GODOI, R. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 273-279, 2008.

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; JANISCH, D.; GODOI, R. Closed soilless growing system for producing strawberry bare root transplants and runner tips. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1757-1761, 2008.

GODOI, R. S.; ANDRIOLO, J. L.; FRANQUEZ, G. G.; JANISCH, D. J.; CARDOSO, F. L.; VAZ, M. A. B. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem

solo com emprego de substratos. **Revista Ciência Rural**, Pelotas, v. 39, n. 4, p. 1039-1044, 2009.

GONÇALVES, M. A.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C. **Produção de morango fora do solo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 32 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 410).

HANCOCK, J. F. Ecological genetics of natural strawberry species. **HortScience**. v. 25, p. 869-871. 1990.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/cachoeirinha.html>> Acesso em 12 dezembro de 2021.

IRGA - INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ, 2021. Disponível em: < <https://irga.rs.gov.br/medias-climatologicas>> Acesso em 12 dezembro de 2021.

JONES, J. K. Strawberry. In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N. W. (Ed.). *Evolution of crop plants*. London: Longman. p. 412-417, 1995.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2005. 312 p.

LANDIS, T. D. Mineral nutrients and fertirrigation. In: LANDIS, T. D.; TINUS, R. W.; McDONALD, S. E.; BARNETT, J. P. **The container tree nursery manual**, Washington, DC.: Department of Agriculture, Forest Service, p. 1-67, 1989.

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 396, p. 273-284, 1995.

LIETEN, F. Methods and strategies of strawberry forcing in Europe: historical perspectives and recente developments. **Acta Horticulturae**, v. 348, p. 158-170, 1993.

LIETEN, F.; MISOTTEN, C. Nutrient uptake of strawberry plants (cv. *Elsanta*) grown on substrate. **Acta Horticulturae**, v. 348, p. 299-306, 1993.

LIETEN, F. Lafragola in Belgio-Olanda. In: FEADI, W. (Ed.). La fragola verso d 2000. **Convegno Nazionale**. Verona: Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura, p. 83-94, 1998.

LIMA, C. J. G. Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de tomate cereja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 1, p. 123-128, 2009.

MALAGODI-BRAGA, K. S. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne – Rosaceae)**. 2002. Tese (Doutora em Ciência da Ecologia) - Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo, 2002.

MARTÍNEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A.M.C. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, p. 122, 2002.

MARY, W.; KENMOCHI, C. S.; COMETTI, M. N.; LEAL, P. A. M. Avaliação de estrutura de bambu como elemento construtivo para casa de vegetação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 100-109, 2007.

MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 12-16, 2000.

MIRANDA, F. R. de; SILVA, V. B. da; SANTOS, F. S. R. da; ROSSETTI, A. G.; SILVA, C. F. B. da. Production of strawberry cultivars in closed hydroponic systems and coconut fiber substrate. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 833-841, 2014.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41 p.

MOTA, F. S. Estudo do clima do estado do Rio Grande do Sul segundo o sistema de Köppen.

Revista Brasileira de Geografia, p. 225-284, 1951.

OTHMAN, Y.; BATAINEH, K.; AL-AJLOUNI, M.; ALSMAIRAT, N.; AYAD, J.; SHIYAB, S.; AL-QARALLAH, B.; HILAIRE, R. S. Soilless culture: management of growing substrate, water, nutrient, salinity, microorganism and product quality. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 28, n. 4, p. 3249-3260, 2019.

PARANJPE, A. V. Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: na alternative to menthyl bromide soil fumigation. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v. 16, p. 98-115, 2003.

PASSOS, F. A. Melhoramento do morangueiro no Instituto Agronômico de Campinas. In: Morango. Tecnologia de produção e processamento. **Editora Agropecuária**. p. 259-264, 1999.

PIRES, R. C. M.; PASSOS, F. A.; TANAKA, M. A. Irrigação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 52-58, 1999.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; JUNG-MENDAÇOLLI, S. L.; PASSOS, F. A.; SANTOS, R. R. Caracterização botânica de cultivares de morangueiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 29-44, 1996.

RADIN, B.; LISBOA, B.; WITTER, S.; BARNI, V.; JÚNIOR, C. R.; MATZENAUER, R.; FERMINO, M. L. Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, Vitória da conquista, v. 29, n. 3, 2011.

RESH, H M. **Cultivos hidroponicos: nuevas técnicas de producción**. 3. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1992.

RONQUE, E. R. V. **Cultura do morangueiro: revisão prática**. Curitiba, PR: EMATER IPR, 1998. 206 p.

SAMYKANNO, K.; PANG, E.; MARRIOTT, P. J. Genotypic and environmental effects on flavor attributes of 'Albion' and 'Juliette' strawberry fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 164, p. 633-642, 2013.

SANTOS, Osmar S. Soluções nutritivas para cultivo hidropônico. IN: SANTOS O. S. (Org.). **Cultivo hidropônico**, Santa Maria: UFSM, Colégio Politecnico, p. 44-53, 2012.

SCHMITZ, J. A. K. et al. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Pelotas, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.

SONNEVEL, C.; VOOGT, W. **Plant Nutrition of Grenhouse Crops**. Springer, New York, U. S. A, 2009. 4331 p.

SPECHT, S.; BLUME, R. A. Competitividade da Cadeia do Morango no Rio Grande do Sul. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, Rondônia, v. 3, n. 1, p. 35-59, 2011.

VERDONCK, O.; VLEESCHAUWER, D.; BOODT, M. de. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, v. 126, p. 251-258, 1981.

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

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C. R.; ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da região sul do Brasil**. 1. ed. editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2012. 334 p.