

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Jorge Luiz Silva Braga

00013490

Hidroponia: Produção de Alface e Rúcula em sistema NFT.

PORTO ALEGRE, Setembro de 2015.

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

Hidroponia: Produção de Alface e Rúcula em sistema NFT.

Jorge Luiz Silva Braga

00013490

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: Prof. Dr. Jorge Luiz Barcelos Oliveira, Professor Associado
I, Departamento de Eng. Rural - CCA – UFSC

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof. Dra. Ingrid Bergman Inchausti de Barros

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Renata Pereira da Cruz - Departamento de Plantas de Lavouras - Regente

Profa. Beatriz Maria Fedrizzi - Departamento de Horticultura e Silvicultura

Prof. Carlos Ricardo Trein - Departamento de Solos

Prof. Fabio Kessler dal Soglio - Departamento de Fitossanidade

Profa. Lúcia Brandão Frank - Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Profa. Mari Lourdes Bernardi - Departamento de Zootecnia

PORTO ALEGRE, Setembro de 2015

AGRADECIMENTOS

Este importante momento marca o fim de uma jornada que foi construída com determinação, vontade e com apoio de muitas pessoas. Agradeço as forças que regem o universo, a vida e principalmente ao meu filho João Pedro Ferreira Braga que suportou e entendeu minhas ausências.

Agradeço a minha mãe Maria de Lourdes Braga (*In memoriam*) pelo amor e exemplos, e a família pela grande torcida.

Agradeço a Priscilla de Oliveira Ferreira pelo apoio incondicional desde o acalanto do sonho até este momento.

Agradeço aos professores que me acompanharam ao longo da vida, desde a alfabetização até a graduação, sem vocês nada disto seria possível.

Ao professor Jorge Barcelos por ter aberto as portas do LabHidro, por estar sempre disponível para esclarecer e ensinar, à professora Ingrid Barros pela orientação e camaradagem.

Aos colegas do LabHidro Rafael Madeira, Nadhine Nostrani Cabral e Antonio Teston, pela camaradagem e ensinamentos.

Agradeço ao Renato Garcia e a Ana Cristina Gestrich pela estadia, responsável pela viabilização da realização do estágio.

Agradeço aos muitos colegas que se tornaram meus amigos ao longo desta caminhada, em especial aos amigos e futuros colegas Ângelo Lopes, Felipe Hickmann, Augusto Caetano, Fabrício Musa e Leonardo Schneider pelo apoio e camaradagem. Vocês foram importantes.

Agradeço aos muitos amigos que a vida me presenteou e que torceram pela realização deste sonho.

Agradeço a sociedade brasileira pela oportunidade de ter estudado numa universidade pública e gratuita.

RESUMO

O estágio curricular foi realizado no Laboratório de Hidroponia (LabHidro) do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no bairro Itacorubi, Florianópolis, SC, no período de 26 de dezembro de 2014 a 18 de fevereiro de 2015. O estágio teve como supervisor, o diretor do LabHidro, o Prof. Dr. Jorge Luiz Barcelos Oliveira, Professor Associado I do Departamento de Eng. Rural – CCA – UFSC e orientação da Prof^ª. Dr^ª. Ingrid Bergman Inchausti de Barros, professora titular no Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS) da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) localizado na Avenida Bento Gonçalves, 7712, bairro Agronomia – Porto Alegre, RS. Durante o estágio foram realizadas todas as atividades ligadas à produção hidropônica de alface e rúcula utilizando a técnica do fluxo laminar de nutrientes (NFT) assim como a comercialização dos produtos e assistência técnica a produtores em visita ao LabHidro.

LISTA DE FIGURAS

1.	Localização do município de Florianópolis	9
2.	Localização do CCA	11
3.	Vista do LabHidro	11
4.	Vista das estufas do LabHidro.....	13
5.	Perfis revestido e não revestido	27

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	7
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO	9
2.1. Localização	9
2.2. Clima e vegetação	10
2.3. Solo e relevo	10
3. CARACTERIZAÇÃO DO LABHIDRO	11
3.1. Caracterização da Estufa 1	11
3.2. Caracterização da Estufa 2	12
3.3. Caracterização da MATERNIDADE	12
3.4. Caracterização da distribuição de água e solução nutritivas no sistema hidropônico	13
3.5. Caracterização do subsistema de iluminação no sistema hidropônico	14
3.6. Caracterização dos sistemas de monitoramento e alterações ambientais no sistema hidropônico	14
3.7. Preparo de soluções nutritivas	15
4. REFERENCIAL TEÓRICO	16
5. ATIVIDADES REALIZADAS	21
5.1. Produção hidropônica de mudas de alface e rúcula.....	21
5.2. Preparo de solução nutritiva.....	22
5.3. Correção das soluções	23
5.4. Transplântio	24
5.5. Colheita	24
5.6. Higienização	25
5.7. Venda e assistência técnica	26
5.8. Pragas e doenças	26
5.9. Outros	27
6. DISCUSSÃO	28
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	34

INTRODUÇÃO

O constante crescimento populacional, a finitude de novas áreas agricultáveis, acrescidos da busca por alimentos de melhor qualidade e do aumento da consciência ecológica geraram um novo paradigma agrônomo: aumentar a eficiência produtiva dentro de uma perspectiva de menor impacto ambiental e que resulte num alimento de melhor qualidade. O cultivo protegido vem se mostrando como ótimo instrumento na solução deste dilema, pois permite ter controle sobre alguns fatores ambientais que resultam num aumento de produtividade por área e possibilita, se houver bom manejo, redução do uso de agrotóxicos no controle de pragas e doenças.

Quando se fala em cultivo protegido, o sistema de hidroponia é uma das alternativas encontradas que oferece melhor controle sobre os fatores climáticos externos. Em 1940, Willian F. Gericke utilizou pela primeira vez o termo hidroponia, palavra formada pela soma das palavras gregas *hidro* (água) e *ponos* (trabalho) num trabalho científico em que fez a descrição de um sistema hidropônico quase comercial (DUARTE e SANTOS, 2009; RODRIGUES, 2002). A hidroponia é um sistema fechado composto por um tanque reservatório de solução nutritiva balanceada contendo água e todos os nutrientes necessários para os estádios específicos do desenvolvimento de uma espécie cultivada. A solução nutritiva é bombeada para um complexo de dutos (perfis) onde a cultura de interesse é colocada e nutrida por esta. A solução nutritiva circula pelos dutos com tempos e intervalos pré-determinados, retornando por gravidade ao tanque inicial. Comercialmente, a hidroponia é instalada em estufas, tornando-se o método de cultivo protegido com maior controle sobre os fatores ambientais, pois independe do solo e seus fatores físicos, químicos e biológicos. O cultivo hidropônico resulta em maior produtividade por área e permite também grande redução no consumo de água.

O estágio curricular obrigatório foi realizado no Laboratório de Hidroponia (LabHidro) ligado ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no Centro de Ciências Agrárias (CCA), localizado na Rodovia Admar Gonzaga, 1346 – Itacorubi – Florianópolis. O estágio foi realizado durante o período de 26 de dezembro de 2014 a 18 de fevereiro de 2015, com carga horária total de 300 horas.

A orientação do estágio foi realizada pela Prof^a. Ingrid Bergman Inchausti de Barros, professora titular no Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS) da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (localizado na avenida

Bento Gonçalves, 7712 – Agronomia – Porto Alegre) e teve a supervisão do Dr. Jorge Luiz Barcelos Oliveira, Professor Associado I do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da UFSC.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO

2.1. Localização

Figura 1. Localização do Estado de Santa Catarina e do município de Florianópolis.



Fonte: Raphael Lorenzeto.

Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina, foi fundada em 17 de março de 1726. É o segundo município mais populoso do Estado, ficando atrás apenas de Joinville (IBGE, 2011). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), Florianópolis está localizada no lado leste do Estado de Santa Catarina, na latitude $-27^{\circ}35'49''$ e longitude $-48^{\circ}32'56''$, a 3,3 metros de altitude acima do nível do mar. O município é composto pela ilha principal, a ilha de Santa Catarina, pela parte continental e algumas pequenas ilhas. A capital catarinense possui uma área territorial de 675,41km², sua população, de acordo com estimativas do IBGE para 2014 (IBGE, 2011) é de 421.240 pessoas, possuindo uma densidade demográfica de 623,68hab/km².

A economia de Florianópolis é fortemente baseada na tecnologia da informação, no turismo e nos serviços. O Produto Interno Bruto do setor da indústria gira em torno de um milhão e meio de reais, enquanto o da agropecuária alcança apenas R\$ 21.000,00 e o valor adicionado bruto dos serviços não chega a R\$10.000,00 (IBGE, 2011). O município possui um IDH de 0,847, ficando em terceiro lugar no ranking das cidades brasileiras (ONU, 2015).

Devido a questões geográficas, ambientais e imobiliárias a produção de hortaliças em Florianópolis é quase inexistente. A cidade de Florianópolis é abastecida por onze municípios que compõe o cinturão verde, sendo que as cidades de Águas Mornas, Santo Amaro da

Imperatriz, Angelina e Antônio Carlos somados respondem por 64,67% de toda produção (LEITE, 2003).

2.2. Clima e Vegetação

De acordo com a PANDOLFO (2002) a classificação climática segundo o sistema de Köppen-Geiger em Florianópolis o clima classificado como CFA - Clima Subtropical (mesotérmico úmido e quente). Florianópolis apresenta características climáticas inerentes ao litoral sul-brasileiro. Na região, as estações do ano são bem caracterizadas, verão e inverno bem definidos, e outono e primavera com características semelhantes. Segundo dados do IBGE Florianópolis é a terceira capital mais fria do país, ficando atrás apenas de Curitiba e Porto Alegre. A média das máximas dos meses mais quentes chega aos 28 ° C, e a média das mínimas dos meses mais frios fica em torno dos 13,6° C. A temperatura média anual é de cerca de 20,4° C. Esporadicamente ocorrem geadas no inverno. A umidade do ar é elevada, com médias próximas a 82% (INMET, s/d).

As precipitações anuais no município variam entre 1.500 e 1.700 mm (PANDOLFO 2002). A precipitação é bastante significativa e bem distribuída durante o ano. A precipitação normal anual é de 1517,8 milímetros (mm). Não existe uma estação seca, sendo o verão geralmente a estação que apresenta o maior índice pluviométrico” (INMET, s/d). De janeiro a março ocorrem elevadas precipitações, com médias acima de 177,5 mm mensais, nos meses de abril a dezembro há pouca variação, com média de 109,5 mm. A época que menos chove é de abril a agosto (INMET, s/d). A vegetação típica da região é a floresta ombrófila densa (IBGE, 2004).

2.3. Solo e relevo

Segundo dados do plano integrado de saneamento básico da prefeitura municipal de Florianópolis de 2009, os solos da cidade são predominadas por Argissolos Vermelho-Amarelo, com o horizonte A em cor clara e o horizonte B apresentando acúmulo de argila e coloração vermelho amarelada seguidos por áreas de Neossolo Quartzarênico e Cambissolos.

3. CARACTERIZAÇÃO DO LABHIDRO

O LabHidro, primeiro Laboratório de Hidroponia do Brasil, é inteiramente focado em cultivo hidropônico e também em cultivo protegido. É um centro de produção, pesquisa e extensão em hidroponia. O laboratório iniciou suas atividades no ano de 1997, está localizado no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina e faz parte do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Agronomia. Possui uma estrutura física composta de três estufas e duas salas multiuso. Em uma das salas são exercidas as seguintes atividades: preparo de solução nutritiva, manejo de espuma fenólica, sementeira, higienização, armazenamento de concentrados, minibiblioteca e um depósito. A outra sala multiuso é equipada com lupa eletrônica, pHmetro e outros utensílios.

Figura 2. Localização do CCA



Fonte: UFSC.

Figura 3. Vista do LabHidro



Fonte: Realizado pelo autor baseado em imagens do Google Earth Pro. Agosto de 2015.

As três estufas utilizadas na produção e pesquisa são denominadas: Estufa 1, 2 e MATERNIDADE. As três estufas são equipadas com tela termorefletores de 50%.

A produção é organizada por bancadas que são identificadas por: **maternidade**, **berçário** e **bancada final**. A maternidade é uma bancada com formato retangular, formando um pequeno tanque, onde são colocados os blocos de espuma fenólica vindos do armário de germinação. O berçário é a bancada onde são transplantadas as plântulas vindas da maternidade. Por último há a bancada final onde as plantas vindas do berçário são terminadas.

As bancadas finais e os berçários possuem 6 metros de comprimento por 1,5 metros de largura. A declividade das bancadas é de 5%.

3.1. Caracterização da Estufa 1

A estufa 1 possui 10 metros de largura por 30 metros de comprimento com pé-direito de 3,5 metros (10mx30mx3,5m). O sistema de produção é totalmente dedicado à produção de alface e rúcula e a sua produção é de 1.440 pés de alface a cada 28 dias, no período de inverno, e 2.160 pés de alface a cada 28 dias no período de verão. A produção de rúcula na estufa 1 é de 1.120 pés de rúcula a cada 28 dias nos períodos de inverno e verão.

A estrutura produtiva na estufa 1 é composta por uma bancada maternidade que mede 2,5 metros por 2 metros, três bancadas berçários com 22 perfis cada uma, treze bancadas finais de alfaces, sendo sete de alfaces convencionais, quatro de alfaces especiais e duas utilizando o sistema DFT (floating) para produção de alface americana. Os espaçamentos são de 22 cm entre plantas e 25 cm entre os perfis. As bancadas finais de alface possuem 8 perfis cada uma. O espaçamento entre plantas é de 22 cm não havendo espaço entre os perfis, há um intercalamento entre os furos de um perfil e outro, não ficando plantas lado a lado. Além das bancadas para a produção de alface há também 4 bancadas para o cultivo de rúcula. A bancada maternidade possui um tanque reservatório de 100 litros e dois refletores para suplementação de luz. As duas bancadas de berçário possuem dois tanques reservatório com capacidade de armazenar 50 litros de solução para cada uma das bancadas e 3 refletores para suplementação de luz, cada uma delas. As bancadas finais de alfaces especiais possuem dois tanques reservatórios com capacidade de armazenar 250 litros de solução para cada uma delas e as bancadas finais de alfaces convencionais e de rúcula possuem um tanque reservatório com capacidade de armazenar 500 litros de solução cada uma.

3.2. Caracterização da Estufa 2

A Estufa 2 possui 21 metros de comprimento, 6,4 metros de largura e pé-direito de 3,5 metros (6,4mx21mx3,5m). Voltada para utilização em experimentos, produção de morangos e tomates tipo cerejas, no momento do estágio não havia experimento em andamento ou produção de morangos e a produção de tomates tipo cerejas estava no término de vigor das plantas e os tomateiros foram substituídos ainda no período do estágio.

A estufa 2 é toda modulável, muda de forma e organização conforme o cultivo ou o experimento feito no local. Comercialmente ela pouco influencia no rendimento financeiro do LabHidro. Nessa estufa são produzidos preferencialmente morangos e tomates cerejas, geralmente com finalidade comercial.

3.3. Caracterização da MATERNIDADE

A estufa MATERNIDADE possui 6 metros de comprimento, 3 metros de largura e um pé-direito de 1,7 metros (6mx3mx1,7m) e é utilizada exclusivamente para produção de mudas de rúcula.

Possui uma bancada maternidade com 2 metros de comprimento por 1 metro de largura, tanque reservatório de 100 litros, duas luminárias para suplementação de luz e tela termorefletora.

Figura 4. Vista das estufas do LabHidro no CCA- UFSC.



Fonte: Foto realizado pelo autor em fevereiro de 2015.

3.4. Caracterização da distribuição de água e solução nutritivas no sistema hidropônico

A água utilizada é armazenada em dois reservatórios de 5000 litros cada e chega nas bancadas por gravidade. A água passa por um processo de agitação para eliminar o cloro. É utilizado um ionizador para eliminar contaminantes orgânicos dos dois reservatórios de água.

A solução nutritiva concentrada utilizada para fazer os ajustes nos reservatórios das bancadas individuais é armazenada num reservatório de 5000 litros, mas utiliza no máximo 3500 litros. O reservatório de solução nutritiva concentrada fica no lado externo da estufa numa área coberta, enterrado no solo. Para suprir os reservatórios individuais das bancadas com a solução nutritiva necessária para o cultivo das plantas é utilizado uma bomba Jacuzzi com capacidade de bombeamento de 9 metros cúbicos por hora.

Cada reservatório de solução possui uma bomba de água, as mesmas utilizadas em máquina de lavar roupa. Cada reservatório possui uma tubulação, com válvula, para fazer adição de água desclorada e outra para fazer adição de solução concentrada para o ajuste diário das soluções nutritivas das bancadas.

O sistema conta com um gerador de energia para garantir o funcionamento das bombas em caso de eventual falta de corrente elétrica. As bombas que abastecem os perfis com solução

nutritiva são acionadas por um timer, os tempos de acionamento das bombas das bancadas variam de acordo com as estações do ano e o período do dia. Na bancada final, no verão, durante o dia funciona com tempo de 10 minutos ligado e 10 minutos desligado e na noite 10 minutos ligados a cada duas horas. No período de inverno, durante o dia funciona com tempo de 10 minutos ligado e 10 minutos desligado e na noite 10 minutos ligados a cada três horas. No berçário, no período de verão, durante o dia funciona com tempo de 5 minutos ligado e 10 minutos desligado e na noite 5 minutos ligados a cada duas horas. No período de inverno, durante o dia funciona com tempo de 5 minutos ligado e 10 minutos desligado e na noite, 5 minutos ligados a cada três horas. Na maternidade, no período de verão, durante o dia funciona com tempo de 3 minutos ligado e uma hora desligado e na noite não irriga. No período de inverno durante o dia funciona com tempo de 5 minutos ligado e quatro horas desligado e na noite não irriga.

3.5. Caracterização do sub-sistema de iluminação no sistema hidropônico

Há, somente, nos berçários e na maternidade sensores de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) que acionam um sistema individual de suplementação de luz toda vez que o nível de radiação PAR for insuficiente. Os refletores são equipados com lâmpadas fluorescentes compactas, espiral, de baixo consumo de 500 watts cada. São três refletores para cada uma das bancadas berçário, dois na bancada maternidade da estufa 1 e um na estufa Maternidade, num total de 12.

3.6. Caracterização dos sistemas de monitoramento e alterações ambientais no sistema hidropônico

Fruto de um acordo entre o LabHidro e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), o laboratório é equipado com uma estação meteorológica digital que envia os dados em tempo real para os escritórios do LabHidro e para a EPAGRI. As estufas possuem um par de termômetros analógicos de máxima e de mínima.

A Estufa 1 possui um sistema de microaspersores na altura do solo que são utilizados para aumentar a umidade relativa do ar.

3.7. Preparo de soluções nutritivas

No LabHidro há dois procedimentos no preparo de soluções. O primeiro é a produção de 3500 litros de solução nutritiva concentrada que será armazenada no tanque de 5000 litros e será utilizada na correção dos tanques individuais de cada bancada. A segunda é a produção de solução inicial.

No processo são utilizados: balança digital de dois dígitos após a vírgula, copos de Becker, provetas, colheres plásticas, baldes, aquecedor de água, luvas e sais de alta solubilidade e pureza.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

A década de 1980 foi marcante para os avanços na plasticultura e no cultivo protegido brasileiro. Os avanços tecnológicos na indústria petroquímica possibilitaram a redução do custo de produção do plástico e derivados abrindo um novo mercado para o setor petroquímico, que além da produção de fertilizantes passaram a produzir tubos gotejadores, vasos, silos, impermeabilização de açudes, tanques e canais, *mulching* e filmes para a cobertura de túneis (PURQUERIO e TIVELLI, s/d).

Desde o final do século passado o cultivo de plantas em ambiente protegido, especialmente em estufas, está revolucionando a fisiologia da produção de hortaliças. A possibilidade de ajustar o ambiente possibilita a ampliação da janela produtiva para épocas ou até mesmo regiões antes inaptas reduzindo o efeito da sazonalidade (ANDRIOLO, 1999). O cultivo protegido acrescentou muitos aspectos positivos ao sistema de produção de hortaliças tais como: fortalecimento dos conceitos de qualidade total, intensidade, escala, competência, competitividade, precisão, custo, oferta programada e produtos diferenciados, personalizados, com sabor, grau de maturação e valor agregado; introdução de técnicas culturais mais refinadas e precisas, com consequente valorização do conhecimento (SEDIYAMA, s/d). Outro aspecto positivo que deve ser ressaltado é que mudas produzidas em estufa têm menor incidência de pragas e doenças, diminuindo assim os gastos com defensivos (SILVA).

O termo hidroponia foi criado pelo pesquisador Norte-americano William F. Gericke, na década de 1930, a partir da junção das palavras gregas hidro (água) e ponos (trabalho), que literalmente significa trabalho em água (DUARTE e SANTOS, 2009; RODRIGUES, 2002). A hidroponia, conhecida também como cultivo sem solo, é uma técnica alternativa de cultivo em ambiente protegido, nela o solo é substituído por uma solução nutritiva que contém todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (SEDIYAMA, s/d). Uma das vantagens do sistema hidropônico é que a planta recebe seus nutrientes em quantidades adequadas, sem desperdícios. Nos últimos, essa técnica vem sendo uma alternativa de produção, principalmente para os produtores de hortaliças e, segundo levantamento, a alface é a mais cultivada por meio da hidroponia, mas o sistema em si não impõe restrições a cultivos possibilitando a produção até mesmo de pastagens (SANTOS, 2005). A hidroponia é uma técnica de cultivo de plantas muito promissora no Brasil e pode ser uma alternativa para os proprietários de pequenas áreas que pretendem aumentar a produção de forma mais racional. É uma alternativa para se produzir alimentos saudáveis e de boa qualidade (TEIXEIRA, 1996). O cultivo hidropônico não é uma técnica recente, ao contrário, há muito que os pesquisadores buscam alternativas de produção

protegida, segundo Martinez (2005) a primeira tentativa de estudar cientificamente a composição das plantas deu-se em 1600, na Bélgica.

A hidroponia necessita ser praticada em ambiente protegido, pois a sua maior eficiência se deve ao maior controle sobre o desenvolvimento das plantas e também da solução nutritiva (TEIXEIRA, 1996). O que permitiu avanços significativos no cultivo protegido foi a expansão da indústria do plástico, isso permitiu um grande passo na hidroponia. Antes dos plásticos, os agricultores precisavam investir em caras construções de blocos de concreto unidas às bancadas e tanques. Os blocos eram introduzidos em buracos escavados no solo, sendo recobertos por um vinil plástico resistente que eram preenchidas com o meio de cultura, hoje graças ao desenvolvimento de bombas adequadas, relógios, tubulação plástica, válvulas solenoides e outros equipamentos, tem sido capaz de automatizar completamente a hidroponia, reduzindo os custos operacionais e de capital (RESH, 1992).

As vantagens do cultivo hidropônico comercial de plantas podem ser resumidas como: padronização da cultura e do ambiente radicular, drástica redução no uso da água, eficiência do uso de fertilizantes, melhor controle do crescimento vegetativo, maior produção, maior qualidade e precocidade, maior ergonomia no trabalho, maiores possibilidades de mecanização e automação da cultura (FURLANI et al., 1999). O cultivo comercial de hortaliças e plantas ornamentais através do sistema de hidroponia ainda é incipiente no Brasil, mas vem se expandindo rapidamente, principalmente em locais próximos aos grandes centros urbanos, “onde as terras agricultáveis são escassas e caras e há grande demanda por produtos agrícolas” (MARTINEZ, 2005).

Dentre as técnicas de produção hidropônica se destacam quatro como as mais utilizadas: técnica do fluxo laminar de nutrientes - NFT – *Nutrient Film Technique* (Anexo C), técnica da lâmina profunda de nutrientes ou floating - DFT – *Deep Film Technique* (Anexo D), cultivo em tanques DWC – *Deep Water Culture* e aeroponia (SANTOS, 2009).

Na técnica de cultivo NFT a solução nutritiva corre em forma de filme sobre uma superfície com declive em torno de 2%. A lâmina de solução atinge as raízes das plantas, nutrindo-as. A lógica do sistema é a manutenção do sistema radicular parcialmente submerso na solução nutritiva balanceada. (MARTINEZ, 2005). Segundo Resh (1992) o pioneiro no uso dessa técnica foi Allen Cooper, no Glasshouse Crops Research Institute, em Littlehampton (Inglaterra), em 1965. As vantagens da técnica do fluxo laminar nas culturas em estufa são: baixo custo financeiro; eliminação da esterilização do solo; rapidez no trabalho de troca de cultura; controle muito preciso da nutrição; manutenção de uma temperatura ótima para as raízes através de um sistema de aquecimento da solução nutritiva; simplicidade de instalação e

operação; redução do choque que sofrem as plantas em seu transplante, por meio da utilização de vasos ou cubos de cultivo, e de um pré-aquecimento da solução de nutrientes, de forma que as raízes tenham uma temperatura ideal; fácil ajuste na formulação da solução nutritiva para desta forma poder controlar o desenvolvimento das plantas ao trocar as condições de iluminação; utilização de inseticidas e fungicidas sistêmicos na solução nutritiva para poder controlar tanto os insetos como as enfermidades nos cultivos de plantas ornamentais; potencial de economia de energia ao manter a temperatura do ar do inverno em níveis mais baixos que os normais, já que a temperatura das raízes se mantém sempre em seu ponto ótimo; eliminação do estresse hídrico entre os diversos períodos de irrigação ao poder ministrar um fluxo contínuo de solução nutritiva; e economia de água ao utilizar um sistema cíclico ao invés de um sistema aberto (RESH, 1992).

A preparação e a distribuição das soluções nutritivas é a parte mais importantes de todo o sistema hidropônico, seu mau preparo e uso podem acarretar sérios prejuízos e danos para as plantas (MARTINEZ, 2005). A solução nutritiva é um composto de sais previamente dissolvidos em água com a finalidade de nutrir a planta (ANDRIOLO, 1999). A solução deve conter todos os elementos que serão absorvidos pelas raízes para serem consideradas completas. No cultivo fora do solo é a solução nutritiva que vai determinar a composição do meio radicular. Andriolo (1999) explica que a solução é caracterizada por três parâmetros principais: o pH, a concentração salina e o equilíbrio iônico.

É preciso dispor de água de boa qualidade e com relativa abundância para o cultivo hidropônico. A questão da água, sua disponibilidade e facilidade de canalização até as estufas devem ser analisadas antes do planejamento e construção das estufas. Tão importante quanto a quantidade é a qualidade e a composição química da água (SANTOS, 2009). De acordo com Furlani et al. (1999) os elementos essenciais que compõem uma solução nutritiva são os macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e o enxofre e os micronutrientes boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e o zinco, podendo as fontes de nutrientes ter diferentes composição e solubilização. Carbono, hidrogênio e oxigênio também são considerados elementos essenciais, porém a planta consegue incorporá-los retirando-os do ar e da água. Outros estudos já confirmaram que outros elementos químicos, como o sódio, o silício, o cobalto, o níquel e o vanádio, são benéficos, mas não essenciais. (FURLANI et al., 1999). A solução ideal, segundo Martinez (2005) teria que conter todos os nutrientes nas proporções necessárias, de tal maneira que todos se esgotassem juntos. Por isso, é praticamente impossível preparar uma solução que seja ideal, pois os mecanismos de absorção, transporte e distribuição

de nutrientes variam de acordo com a espécie, variedade, estação do ano e a fase de desenvolvimento da cultura (MARTINEZ, 2005).

Apesar de não ser possível preparar a solução ideal, ou seja, aquela em que todos os elementos são absorvidos pelas plantas, na hidroponia é necessário que todos os elementos essenciais sejam fornecidos às plantas, os sais fertilizantes devem ser dissolvidos em água para preparar a solução de nutrientes. Vários fatores vão determinar na escolha dos sais que deverão ser usados, assim como a proporção relativa de íons que precisam ser adicionados à composição necessitam ser comparados com o recomendado na formulação (RESH, 1992).

O pH mede o potencial de hidrogênio ($\text{pH} = -\log_{10} \text{H}^+$) do meio de cultivo, ou seja, seu grau de acidez ou alcalinidade (MARTINEZ, 2005). O pH deve se situar entre 5,8 e 6,2 (FAO apud ANDRIOLO, 1999). Qualquer valor acima ou abaixo desses limites podem dificultar o processo de absorção radicular, principalmente dos micronutrientes (ANDRIOLO, 1999). Furlani et al, (1999), alerta que grande parte das soluções nutritivas não tem capacidade de se manter estáveis e, por isso, o pH varia continuamente e não se mantém dentro de uma faixa ideal. Variações na faixa de 4,5 a 7,5 são toleradas e não acarretam problemas ao crescimento das plantas. O pH acima de 6,5 indisponibiliza micronutrientes para as plantas, principalmente Fe, P, B e Mn, já abaixo de 4,5 afeta a integridade da membrana celular.

Para alterar o comprimento de onda e a quantidade de energia que chega às plantas, muitos produtores utilizam telas coloridas e termorefletoras, que também influenciam na redução de temperatura no interior dos cultivos, proporcionando ganhos de produtividade. Segundo CALVATE et al., (2012) é importante ter cuidado com temperaturas extremamente altas, pois pode acarretar em desnaturação de proteínas da membrana celular, desorganização e a consequente alterações de processos bioquímicos. Temperaturas excessivamente baixas, por sua vez, tornam as reações bioquímicas lentas, fornecendo pouca energia para realizar os processos de translocação de açúcares, síntese de proteínas, formação de parede celular entre outros. A faixa do espectro visível que varia de 400nm a 760nm é determinante nos processos biológicos influenciados pela luz de animais e plantas (CALVATE et al., 2012).

Uma das doenças que preocupa os investidores em hidroponia é a podridão radicular causada pelo *Pythium* sp., pois podem causar perdas de até 100% na produção, sendo que sua ocorrência é associada aos fatores climáticos como excesso de radiação e a consequente elevação de temperatura da estufa e da solução nutritiva; assim como também o manejo nutricional inadequado e mudas de qualidade questionável (GENUNCIO et al., 2015). A hidroponia, por ser um sistema fechado necessita de grandes cuidados com o *Pythium* sp. causador da podridão de raiz, isto porque não existe fungicida para esse patossistema e as técnicas existentes possuem

baixa eficiência e elevado custo. (CORRÊA, 2006). Algumas medidas devem ser adotadas para diminuir o estresse das plantas e aumentar a sua resistência natural, tais como: controle da manutenção da condutividade elétrica e do pH da solução nutritiva em faixas adequadas para o desenvolvimento vegetal, a eliminação de algas do sistema e a minimização dos ferimentos radiculares. Como não existem fungicidas registrados para culturas hidropônicas no Brasil, o controle químico da doença não é recomendado (CORRÊA, 2006).

A produção hidropônica no Brasil tem crescido bastante nos últimos anos, principalmente o cultivo de alface hidropônico. Entre os fatores que elevaram a produção de hortaliças é o aumento da qualidade, maior perenidade na produção e melhor aproveitamento do espaço físico com o uso desses sistemas (RODRIGUES, 2002). A alface (*Lactuca sativa* L.) é considerada a hortaliça folhosa mais consumida no país, sendo uma cultura de grande importância econômica (RESENDE et al., 2003). De acordo com a Embrapa, a alface é cultivada em todas as regiões do país e é a principal salada consumida pela população, isto se deve ao seu preço acessível, ao sabor e sua funcionalidade nutricional (EMBRAPA, 2007). A rúcula é outra hortaliça que tem sido cultivada no sistema hidropônico e que também é largamente consumida no Brasil. A sua forma de consumo preferencial, cruas em saladas, mantém intacta suas propriedades nutritivas. A rúcula é rica em vitaminas, minerais, além de outras propriedades nutracêuticas, como efeitos antiinflamatórios e desintoxicantes (CAVARIANNI, 2004).

5. ATIVIDADES REALIZADAS

5.1. Produção hidropônica de mudas de alface e rúcula.

Na hidroponia, é necessário planejar a produção de mudas para a obtenção de plântulas de alta qualidade, “pois desta forma, haverá melhor desempenho após o transplante, influenciando positivamente no ciclo de produção como um todo” (DUARTE & SANTOS, 2009). Etapa determinante no processo produtivo, a produção de mudas busca plântulas saudáveis, vigorosas e que resultem num estande uniforme de plantas. A qualidade das mudas interfere na dimensão do ciclo podendo atrasar ou adiantar a cultura, dependendo do seu vigor, o que interfere diretamente no rendimento econômico. A uniformidade do estande garante a padronização do produto a ser enviado para o mercado consumidor e é um dos fatores determinantes para obtenção de êxito na comercialização para grandes redes supermercadistas ou fidelização de clientes. A sanidade das plantas na bancada final também é influenciada diretamente pela qualidade das plântulas produzidas, interferindo diretamente nos índices produtivos e financeiros. Um dos pontos de entrada de doenças no sistema está nas sementes ou nas mudas, portanto a assepsia é fator importante nesta etapa do processo. Para obtenção de sucesso nesta etapa a qualidade das sementes utilizadas é fator de suma importância, além da higienização.

No LabHidro a produção de mudas de alface pode ser dividida em três etapas, a primeira delas estende-se da semeadura até a germinação, a segunda vai da germinação ao primeiro par de folhas e a terceira vai até o terceiro par de folhas. O primeiro passo na produção de mudas é o preparo da espuma fenólica, material sintético que substitui o substrato e cuja principal função é dar suporte físico às plântulas, deixando-a de molho de um dia para o outro para ajustar o pH. Após a retirada do excesso de água, as células da espuma são perfuradas e nestes orifícios são depositadas as sementes, recebem uma borrifada de água deixando a espuma fenólica numa situação semelhante à capacidade de vaso. Em seguida as espumas semeadas são colocadas numa câmara escura para induzir a germinação onde ficam por 24 horas. Após o período de germinação os blocos de espuma fenólica são transferidos para a maternidade e aí permanecem, por três ou quatro dias, até o surgimento do primeiro par de folhas de alface ou rúcula.

A segunda etapa inicia após o surgimento do segundo par de folhas. Diferentemente da primeira bancada, o berçário é constituído de perfis perfurados. As células do bloco de espuma fenólica com as plântulas são destacadas e transplantadas nos orifícios e aí permanecem, por aproximadamente dez dias, até o surgimento do quarto par de folhas. Após esse período as plantinhas são transplantadas para a bancada final, permanecendo aí entre vinte e três e trinta e

quatro dias. Os perfis do berçário e da bancada final possuem diferenças de tamanho na largura e na profundidade.

Na produção de rúcula há diferenças em relação à produção de alface, além dos espaçamentos e densidades de semeadura, não há necessidade de passar pela etapa de maternidade. Os perfis para o cultivo de rúcula são mais estreitos e menos profundos permitindo, também, pelo menor vigor do sistema radicular, eliminar a etapa de transplante para o berçário.

As sementes de alface utilizadas são peletizadas e são semeadas manualmente uma semente por célula do bloco de espuma fenólica. Na rúcula são semeadas doze sementes por célula manualmente. Devido ao pequeno tamanho das sementes de rúcula, a semeadura é feita com um recipiente adaptado tendo na ponta de uma seringa ajustado para coletar aproximadamente doze unidades no pote de sementes dando agilidade no processo. Na semeadura para hidroponia, dependendo do conhecimento prévio do comportamento do cultivar, é semeado de 10 a 20 % a mais.

5.2. Preparo de solução nutritiva

Ao contrário dos animais e microrganismos, os elementos requeridos pelas plantas superiores são exclusivamente de natureza inorgânica. A identificação desses nutrientes atendeu aos critérios de essencialidade proposto por Arnon e Stoud, conforme citação de Resh (1992), ou seja: a deficiência ou falta de um elemento impossibilita a planta de completar seu ciclo biológico (FURLANI *et al.*, 1999). A solução é formulada respeitando as necessidades iniciais diferente entre a rúcula e a alface. A formulação das soluções nutritivas (Anexo A) utilizadas no LabHidro é baseada nas recomendações do Boletim Técnico 180 do IAC (FURLANI *et al.*, 1999) com pequenas adaptações. Os sais são pesados de acordo com as recomendações e dissolvidos em água quente. Após o término da colheita de uma bancada é feita a retirada dos restos de solução do tanque individual, e é feita a higienização de toda bancada. Após a higienização o tanque é preenchido com água e solução inicial nas medidas recomendadas. Para a solução inicial os seis sais, componentes da solução, são diluídos e armazenados de forma concentrada em garrafas individuais de 5 litros. Essas garrafas estão identificadas e numeradas de acordo com a ordem que devem ser adicionadas no tanque a fim de evitar reações químicas que precipitem os sais tornando-os indisponíveis para as plantas e gerando um desbalanço nutricional. Nesta etapa a qualidade dos sais são importantes. Pureza, solubilidade e higroscopia são fatores que devem ser considerados.

5.3. Correção das soluções

Cada cultura exige uma solução nutritiva de acordo com suas necessidades e estágio de produção. A solução nutritiva sofrerá alterações de acordo com o objetivo final somado com as exigências fenológicas da cultura. O tomate é um exemplo clássico no laboratório, pois possui uma solução inicial, uma solução para o período do crescimento vegetativo ao segundo cacho, uma solução para o período do terceiro ao quinto cacho e uma solução para o período do sexto em diante. A rúcula, outro exemplo, necessita de solução diferenciada nos seus dois estádios. Na hidroponia a concentração de sais na solução nutritiva é um dos fatores determinantes na expressão do potencial produtivo. As alterações nas concentrações de sais na solução nutritiva no transcorrer do tempo de cultivo são obtidas pela medição da condutividade elétrica (CE) com um condutivímetro e aqui são expressas em miliSiemens (mS). As concentrações de sais na solução variam de acordo com as alterações ambientais e consumo da cultura. Em dias mais quentes as plantas absorvem mais água aumentando a concentração de sais na solução. Em dias de temperaturas amenas as plantas absorvem mais sais, diminuindo a concentração e baixando a CE. Esta constatação deixa evidente o poder de seletividade do sistema radicular. A capacidade da planta em expressar seu potencial produtivo numa determinada concentração de sais varia de acordo com as culturas e seus estádios. Embora a CE não sirva para determinar quais nutrientes e o quanto a cultura consumiu de cada um deles, suas leituras são o instrumento de ajuste da solução. O condutivímetro não discrimina os nutrientes, por isso, para repor na solução nutritiva a quantidade de nutrientes absorvidos, é preciso outros testes, como a análise química (RESH, 1992). Para manter a solução mais próxima possível do equilíbrio é feita a leitura diária da CE para ver se ela encontra-se dentro da faixa estabelecida para a cultura no estágio em que se encontra. As variações nas concentrações da solução diminuem na medida em que o reservatório aumenta. Essas variações na solução nutritiva são corrigidas com a adição de água quando a CE está alta e de solução concentrada quando a CE está baixa. No LabHidro na maternidade a faixa da CE vai de 0,9 a 1 mS tanto para a alface como para rúcula. No berçário de alface de 1,3 a 1,4 mS. Na bancada final de alface comum a faixa é 1,6 a 1,7 mS, na banca final de alface americana, especiais e rúcula é de 1,4 a 1,5 mS. “Em sistemas hidropônicos fechados, é importante manter o volume original da solução, acrescentando-se diariamente a água utilizada pelas plantas. A reposição de nutrientes durante o desenvolvimento das culturas é o maior desafio dos produtores hidropônicos” (FURLANI *et al.*, 1999).

5.4. Transplântio

De acordo com os estádios da cultura as plantas devem ser transferidas de bancada. Ocorrendo três vezes em um cultivo de alface e duas no cultivo de rúcula. Os blocos de espuma fenólica semeados com alface (Anexo B), ou rúcula ficam um dia na câmara escura, de 3 a 4 dias na maternidade, de 10 a 11 dias no berçário e de 23 a 34 dias na bancada final.

Trata-se de um processo importante para a qualidade final do produto. É neste momento que se justifica o percentual de 10 a 20% semeado a mais, pois é necessário selecionar as mudas e descartar as menos vigorosas, desuniformes e com problemas fitossanitários. “O manuseio deve ser cuidadoso para não causar injúrias nas raízes e na parte aérea” (MARTINEZ e SILVA FILHO, 2006). Essa prática de manejo exige atenção para as condições ambientais. Temperaturas elevadas somada à alta radiação solar requerem cuidados, nestas condições o transplântio é realizado preferencialmente no final ou no início do dia. Um outro cuidado importante é que as raízes têm um maior desenvolvimento no sentido da declividade, portanto, na hora do transplante isso deve ser observado e respeitado.

5.5. Colheita

No LabHidro são feitas duas grandes colheitas semanais, uma na segunda feira e outra na quinta feira. Em média 40% do produzindo é destinado a um único feirante que possui banca na feira do bairro Anchieta. O restante é comercializado para uma rede de restaurantes, uma loja de lanches rápidos e para a comunidade local que gosta de poder ir na estufa escolher pessoalmente.

No verão as alterações ambientais, aumento no comprimento do dia e aumento na temperatura, levam a um aumento da produtividade. Esse aumento significativo de produtividade no verão ocorre juntamente com as alterações nos hábitos alimentares da população, que neste período aumenta o consumo de saladas. Esta alteração sazonal nos hábitos alimentares está alinhada com o aumento produtivo não alterando os percentuais médios na distribuição dos produtos entre os compradores.

A colheita consiste na retirada das plantas prontas dos dutos, um pequeno processamento que consiste na retirada das folhas senescentes de baixeira e retirada das áreas lesionadas com a queima das bordas das folhas, distúrbio fisiológico da alface ocasionado pelo suprimento inadequado de cálcio, principalmente nas folhas novas conhecido como “Tipburn” ou “queima dos bordos”. Após, esse trabalho de melhora de apresentação, o produto é ensacado e encaixotado. As características de arquitetura das plantas, ao serem ensacadas, vão deixar,

sempre, mais visíveis ao consumidor as folhas de baixeira. Neste estágio fenológico há translocação dos nutrientes, principalmente nitrogênio e potássio, que possuem maior mobilidade, para as partes mais novas da planta deixando as folhas de baixeira amareladas e nada atrativas para o consumo.

A colheita para o feirante é realizada no final do dia que antecede a feira. Para a rede de restaurantes e também para a loja de lanches rápido a colheita é realizada, geralmente, meia hora antes da entrega. Já a comunidade é fidelizada pelo fato de poder adquirir os produtos no horário de funcionamento do laboratório que opera das 8 às 12 e das 14 às 18 horas. É consensual entre os consumidores da comunidade que poder acompanhar parte do processo e poder escolher as mercadorias ainda nos perfis aumenta a confiabilidade na qualidade do produto.

5.6. Higienização

A higienização é um processo constante e acontece em várias etapas da produção e no dia a dia do laboratório. O laboratório tem higienização diária. Na sementeira a mesa e demais utensílios são limpos com álcool 70%. “A atividade antimicrobiana das soluções alcoólicas está condicionada à sua concentração em peso ou em volume em relação à água. A solução alcoólica ideal é aquela com concentração de 70% p/p (70 °INPM) ou 77% v/v (77 °GL) onde “p” é o peso e “v”, o volume” (VENTURELLI et al., 2009). O álcool, nessa concentração, não desidrata a membrana celular do microrganismo, e consegue penetrar no seu interior, onde irá desnaturar proteínas, o que não acontece quando se usa o álcool acima ou abaixo da concentração ideal (VENTURELLI et al., 2009).

Na estufa há higienização diária com o recolhimento de restos culturais. No término da colheita os perfis das bancadas são limpos com pano úmido na parte externa e escovados na parte interna para retirada do limo. A caixa de solução é esvaziada e limpa. A caixa de solução concentrada é limpa toda vez que a solução acaba. De tempo em tempo os perfis são substituídos.

O LabHidro possui um pequeno tanque onde cabem oito perfis. Esse tanque é mantido cheio de água clorada onde os perfis ficam de molho por dois ou três dias. Após serem retirados, secam ao sol e depois são lavados com água. Após este processo são reservados até a próxima substituição onde voltam para as bancadas.

A fim de manter o ambiente interno com uma boa qualidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) a cobertura e as laterais são limpas com jateamento de água.

5.7. Venda e assistência técnica

Todos os dias uma série de clientes visitam as estufas para adquirirem alfaces e rúculas escolhidas por eles nas bancadas. As soluções nutritivas retiradas dos tanques das bancadas no final da colheita são corrigidas elevadas para uma condutividade entre 1,2 e 1,5 mS e vendidas, tanto na feira quanto para os consumidores que vão até o LabHidro, em garrafas de 5 litros. Essa prática ajuda a minimizar o problema com os resíduos da produção.

O LabHidro é visitado diariamente por produtores que buscam respostas para elucidação dos seus diversos problemas, visitam também o laboratório alguns investidores em busca de informações. Um objetivo comum de muito dos visitantes é a visualização de um sistema hidropônico em funcionamento.

Já as informações mais buscadas pelos produtores em visita ao laboratório estão relacionadas ao *tipburn*, solução e condutividade elétrica indicada para determinado cultivo, e fornecedores de materiais e equipamentos para hidroponia.

5.8. Pragas e doenças

As estruturas de sustentação das bancadas, os pés das bancadas, são circundados com uma fita amarela adesiva a aproximadamente 40 cm acima do nível solo, nesta fita é aplicado um inseticida adesivo que tem como finalidade eliminar os insetos que possuem uma fase de seu ciclo de desenvolvimento no solo. Ao retornar para a bancada na fase em que utilizam a cultura como fonte de alimento acabam sendo eliminados.

O ataque de Tripes na rúcula foi o maior problema de pragas na produção de rúcula durante o período de estágio. Este inseto tem um crescimento populacional rápido e o dano causado deprecia o valor de mercado do produto. O inseto rompe a epiderme abaxial gerando oxidação no local, deixando a folha com um mosqueado cinza. O inseto foi controlado com um extrato de ervas tendo o fumo como um dos constituintes. Não é feito controle biológico.

A bancada com o sistema de floating foi contaminada por *Pythium* sp., e um tanque foi improvisado com plástico e uma solução de água e ácido fosfórico foi utilizada para a limpeza dos dutos que ficaram submersos.

5.9. Outros

O LabHidro possui uma série de plantas frutíferas, ornamentais, hortícolas e condimentares hidropônicas pelo pátio, a finalidade delas é dar uso aos restos de solução nutritiva descartadas no processo de higienização das bancadas ao término de cada colheita. Este trabalho é todo feito com o transporte manual da solução por baldes até as plantas cultivadas com o propósito de dar um destino final adequado aos resíduos de solução.

No LabHidro uma inovação no manejo dos perfis é utilizada com sucesso, o laboratório adotou o procedimento de revesti-los com uma fita adesiva metálica. Esse procedimento tem como objetivo refletir a radiação incidente sobre os perfis reduzindo a temperatura da solução nutritiva e obtendo um maior espalhamento da luz, melhorando a uniformidade do desenvolvimento da cultura. Utilizando um medidor de temperatura laser em um comparativo entre dois perfis, um revestido e o outro não, com a mesma cultura, no mesmo estádio, no mesmo período do dia, o revestido estava com temperatura 5 C° menor que o não revestido.

Figura 5. Perfis revestido e não revestido.



Fonte: Foto realizado pelo autor em fevereiro de 2015.

Todos os dias é feito acompanhamento da radiação e temperatura, este procedimento tem a finalidade de determinar se há necessidade de abertura ou fechamento da tela termorefletora. A radiação dentro das estufas é estimada com auxílio de um luxímetro, apesar de não ser o instrumento mais indicado para essa atividade, pois não tem capacidade de fazer medição de RFA.

O uso da tela tem a finalidade de reduzir os efeitos dos estresses abióticos causados pelo calor e pela radiação excessiva. A radiação oxida as proteínas dos fotossistemas causando danos irreversíveis no potencial produtivo. O calor faz a planta fechar os estômatos parando a fotossíntese e isto gera perda de potencial produtivo, podendo até causar danos econômicos.

Há o monitoramento constante das bombas de água, dos tubos que despejam solução nos perfis e dos sinais de ataques de pragas e insetos.

6. DISCUSSÃO

O laboratório tem a proposta de ser um centro de produção modelo, economicamente viável, onde produtores possam visitar e elucidar suas dúvidas. Porém, essa questão de mostrar a viabilidade cria alguns paradoxos. Quando se pensa em conhecer um centro de produção hidropônico é possível fazer analogias com uma fábrica. Tudo é pensado para ser feito com o menor uso de tempo, de forma mais automatizada viável, com o menor número de trabalhadores possível, principalmente pelo déficit de mão de obra no meio rural e também pela qualidade da mão-de-obra disponível.

Um grande paradoxo é gerado pela escolha de produção de um grupo muito grande de variedades de alface. São 19 variedades de alfases especiais, variedades mais sensíveis, com custo de produção um pouco mais elevado, mas com melhor preço de mercado e 10 variedades de alfases comuns, nem sempre menos sensíveis, mas com menor custo de produção, menor preço de mercado e com mercado consumidor muito maior. As dificuldades começam na sementeira. Há um grande número de sementes armazenadas e no momento da sementeira é preciso um tempo maior na organização e busca do material. É utilizada uma tabela na hora de semear com a finalidade de reduzir o risco de semear duas vezes a mesma variedade, exigindo uma atenção bastante grande.

As variedades possuem diferenças na germinação o que implica na desuniformidade na produção e colheita. Acrescido a isso as variedades especiais não possuem grande saída e a quantidade de sementes comercializadas é bem maior que a capacidade produtiva do LabHidro. Nestes casos as sementes envelhecem, perdem vigor, poder germinativo, e não há um controle rigoroso da qualidade do material propagativo, influenciando nos resultados.

Na busca de encontrar processos ou associação deles para controlar o ataque de pragas e doenças uma descoberta do LabHidro merece ser ressaltada, o revestimento de perfis.

Por questões metodológicas as variedades possuem localizações fixas nas bancadas. Para a manutenção deste sistema há um requerimento de mão-de-obra muito acima do necessário num sistema hidropônico tradicional com um número menor de variedades.

As alfases americanas são pouco resistentes as altas temperaturas, pois apresentam problema com tipburn e mal fechamento de cabeça e por isso sua indicação é para regiões temperadas no período das baixas temperaturas ou temperaturas amenas. No LabHidro apesar das recomendações, os altos rendimentos do produto levam a tentativas de produção. O resultado da produção de alfases americanas no verão de Florianópolis em cultivo protegido sem sistema de climatização gerou resultados pífios. As altas temperaturas comprometeram a

produção durante todo o período de estágio. As variedades apresentaram um alto nível de tipburn, o que inviabilizou 90 a 95% da produção. Um dos cânones da horticultura é a utilização de cultivares ou variedades adaptadas ao ambiente do cultivo. A deficiência de cálcio nas folhas provoca desordem fisiológica atribuída à queima de bordos. “Este nutriente é um dos constituintes do pectato de cálcio, composto que atua como elemento cimentante da parede celular e a sua deficiência leva a um enfraquecimento da estrutura e rompimento dos vasos lactíferos, com isso há liberação do látex, levando a um colapso celular e necrose do tecido” (MARTINS, 1999 apud PEREIRA *et al.*, 2005).

A hidroponia exige um olhar apurado, pois um descuido no período de alta temperatura pode gerar perda total na bancada. As bombas de água exigem limpeza e manutenção. Mesmo com todos os cuidados ocorrem pequenas precipitações de sais na solução nutritiva, esses sais quando bombeados podem entupir as pequenas mangueiras que abastecem os perfis. Estes entupimentos podem gerar a perda de um perfil inteiro, no laboratório são duas mangueiras por perfil e no caso de entupimento de uma das duas acontece um crescimento desuniforme da bancada. Perceptível somente com olhar ajustado.

A preocupação com os resíduos gerados resulta num trabalho pesado. Esgotar os tanques manualmente resulta em viagens por dentro da estufa com 20 litros de solução. Os resíduos gerados na hidroponia são motivos de preocupação, pois a quantidade de solução fruto do esgotamento dos tanques é significativa. Para que os resíduos não acabem no lençol freático as soluções encontradas pelo laboratório são interessantes, além de didáticas, pois mostram aos visitantes que não há o que não possa ser produzido hidroponicamente.

Entre o cultivo orgânico e o cultivo tradicional, aquele que não tem preocupações com sustentabilidade, existe a possibilidade de uma agricultura intermediária, uma terceira via não tão ortodoxa. No mundo há duas tendências crescentes na horticultura: a produção orgânica e o cultivo protegido.

Obviamente cultivo protegido não é sinônimo de redução de insumos, agrotóxicos ou qualidade de produto por si só. Sem mudança de comportamento, mudança de paradigmas, sem uma legislação efetiva e uma fiscalização ativa não chegaremos a uma agricultura responsável, a um alimento de qualidade apesar da maior produtividade por área e melhor utilização da água.

O cultivo protegido com a redução dos fatores de degradação, lixiviação e radiação, das moléculas dos princípios ativos dos agrotóxicos acaba aumentando o poder residual, ou seja, pode ser um alimento de qualidade pior que o alimento produzido de forma convencional.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio obrigatório é uma interface entre o mundo acadêmico e a prática agrônoma, foi uma oportunidade de validar conceitos adquiridos na academia, vivenciá-los, acrescentando novos conhecimentos.

Existem déficits na formação oferecida na academia na hidroponia, na fertirrigação e na irrigação localizada. Nesse sentido o estágio possibilitou um convívio com a prática hidropônica e os seus desdobramentos. O trabalho com soluções nutritivas dá aporte, referências e caminhos para equacionar ou melhorar o entendimento da fertirrigação, uma vez que as formulações utilizadas são adaptações das soluções hidropônicas.

O estágio proporcionou também um aumento do “capital social” através do convívio com produtores, professores e colegas bolsistas do LabHidro. Este convívio propiciou uma aproximação ainda maior da realidade que é desvendada através das rotinas, dos problemas cotidianos e dos novos problemas que surgem tanto no local do estágio como nas propriedades dos produtores que lá chegaram buscando informações a fim de elucidá-los. Neste âmbito é dado o acabamento profissional, no momento em que a teoria e a prática se encontram.

Ficou evidente as potencialidades do sistema hidropônico, sua capacidade produtiva e também a possibilidade de fazer uma produção hortícola com responsabilidade ambiental utilizando um melhor ambiente de trabalho, ergonômico, abrigado de chuvas e ventos frios. A qualidade do meio de trabalho também pode ser ainda melhorada se não tiver uso de agrotóxicos.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. Da UFSM, 1999.
- CALVATE, E.de O. *et al.* **Cultivo de morangueiro em ambiente protegido**. (p.149-206). In: CHEVARRIA, Geraldo e SANTOS, Henrique Pessoa dos (ed. técnicos). **Fruticultura em ambiente protegido**. Brasília: Embrapa, 2012.
- CAVARIANNI, R. L. **Produção de cultivares de rúcula no sistema NFT e teores de nitrato**. 2004, 42f. Dissertação de mestrado em Produção Vegetal – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, 2004.
- CORRÊA, É.B. **Controle da podridão de raiz (*Pythium aphanidermatum*) e promoção de crescimento em alface hidropônica**. 2006. 93 f. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- DUARTE, T. da S. e SANTOS, O. S. dos. **Hidroponia**. In: SANTOS, Osmar Souza (editor). **Hidroponia**. Santa Maria: UFSM/Colégio Politécnico, 2009.
- EMBRAPA. **Cultivo de Alface em Sistema Orgânico de Produção**. Circular técnica 56 Brasília, DF Novembro, 2007. Disponível em:
http://www.cnph.embrapa.br/organica/pdf/circular_tecnica/cultivo_alface_organico.pdf.
 Último acesso em: 28 ago. 2015.
- FAO. **El cultivo protegido en clima mediterráneo**. Disponível em:
<http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s00.htm>. Último acesso em: 27 ago. 2015.
- FURLANI, P. R. *et al.* **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999.
- GENUNCIO, G. da C., NASCIMENTO, E. C. do, FERRARI, A. C. **Trichoderma é a solução para pythium em sistemas hidropônicos**. Disponível em:
<http://www.revistacampoenegocios.com.br/trichoderma-e-a-solucao-para-pythium-em-sistemas-hidroponicos/>. Último acesso em: 28 ago. 2015.
- IBGE . **Mapa de vegetação do Brasil**. [2004]. Disponível em:
ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/vegetacao.pdf. Último acesso em: 29 nov. 2015.
- IBGE. **Produto interno dos municípios 2011**. [2011]. Disponível em:
<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=420540&idtema=125&search=santa-catarina%7Cflorianopolis%7Cproduto-interno-bruto-dos-municipios-2011>. Último acesso em: 27 ago. 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normas climatológicas do Brasil 1961-1990**. [s/d] Disponível em:
<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima%2FnormaisClimatologicas>. Acesso em: 16 nov. 2015.
- LEITE, P. C. **O Cinturão Verde da Grande Florianópolis - SC: Estudo de Caso do Município de Antônio Carlos**. 2003. 95 f. Trabalho de Conclusão do Curso

de Graduação em Geografia do Centro de Ciências Humanas e da Educação - FAED, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Florianópolis, 2003. Disponível em: <http://www.pergamum.udesc.br/dados-bu/00001a/00001a95.pdf>. Último acesso em: 30 ago. 2015.

MARTINEZ, H.E.P. e SILVA FILHO, Jaime Barros. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. (3ª ed. rev.)

MARTINEZ, H.E.P. **Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais**. Jaboticabal, FUNEP, 1997.

MARTINEZ, H.E.P. **Manual prático de hidroponia**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.

ONU. **Ranking IDH municípios 2010**. [2010]. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx>. Último acesso em: 20 jul. 2015.

PEREIRA, C.; JUNQUEIRA, A.M.R. e OLIVEIRA, S.A. de. **Balanco nutricional e incidência de queima de bordos em alface produzida em sistema hidropônico - NFT**. Horticult. Bras., v.23, n.3,p.810-814, 2005. Disponível em: www.scielo.br/pdf/hb/v23n3/a24v23n3.pdf. Último acesso em: 2 set. 2015.

PURQUERIO, L.F.V.; TIVELLI, S.W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/58.pdf. Último acesso em: 30 ago. 2015.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. de; FREITAS, S. A. C. de; Rodrigues Jr., J. C. 2003. **Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplântio de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade da alface americana**. Horticultura Brasileira, 21, p. 558-563.

RESH, H. M. **Cultivos hidroponicos: nuevas técnicas de produccion**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1992. (3ª ed. rev. ampl.)

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: Funep, 2002.

SANTOS, O. S. (editor). **Hidroponia**. Santa Maria: UFSM/Colégio Politécnico, 2009.

SANTOS, C. B. do C. **Cultivo Hidropônico: uma prática eficiente e de alta rentabilidade**. Texto publicado em 20 de maio de 2005. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/cprural/boaspraticas.php?boa_id=97. Último acesso: 28 ago. 2015.

SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W. **Hidroponia: Uma Técnica Alternativa de Cultivo**. Texto disponível em: http://www.epamig.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=16. Último acesso em: 27 ago. 2015.

SILVA, B. A., SILVA, A. R. da, PAGIUCA, L. G.. **Cultivo protegido. Em busca de mais eficiência produtiva**. Revista Hortifruti Brasil. Rev. Horti. Brasil ano12 no.132 Piracicaba Mar/2014. Disponível em: http://cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/132/mat_capa.pdf. Último acesso em: 01 dez. 2015.

TEIXEIRA, N. T. **Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas**. Guaíba: Agropecuária, 1996.

VENTURELLI, A. C. *et al.*. **Higienização**. Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial. Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial vol.14 no.4 Maringá jul./ago. 2009.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-54192009000400005>. Último acesso em: 28 ago. 2015.

Anexos

Anexo A - Soluções nutritivas

Kit Inicial		Kit de correção	
Nutrientes utilizado	g/1000 L	Nutrientes utilizado	g/1000 L
Alface		Alface e rúcula	
Nitrato de cálcio - Calcinit	800	Nitrato de cálcio - Calcinit	580
Nitrato de potássio - Krista K	517	Nitrato de potássio - Krista K	450
Krista MAP	153	Krista MAP	120
Sulfato de magnésio	415	Krista MKP	50
Ferro EDDHMA (Rexolin - M-48; 6,5%)	31	Sulfato de magnésio	310
ConMicros Light	10	Cloreto de potássio	65
		Ferro EDDHMA (Rexolin - M-48; 6,5%)	31
		ConMicros Light	10
Kit inicial			
Nutrientes utilizado	g/1000 L		
Rúcula			
Nitrato de cálcio - Calcinit	800		
Nitrato de potássio - Krista K	517		
Krista MAP	153		
Sulfato de magnésio	415		
Ferro EDDHMA (Rexolin - M-48; 6,5%)	31		
ConMicros Light	10		
Nitrato de de magnésio	10		
Rexolin M-48	1,5		

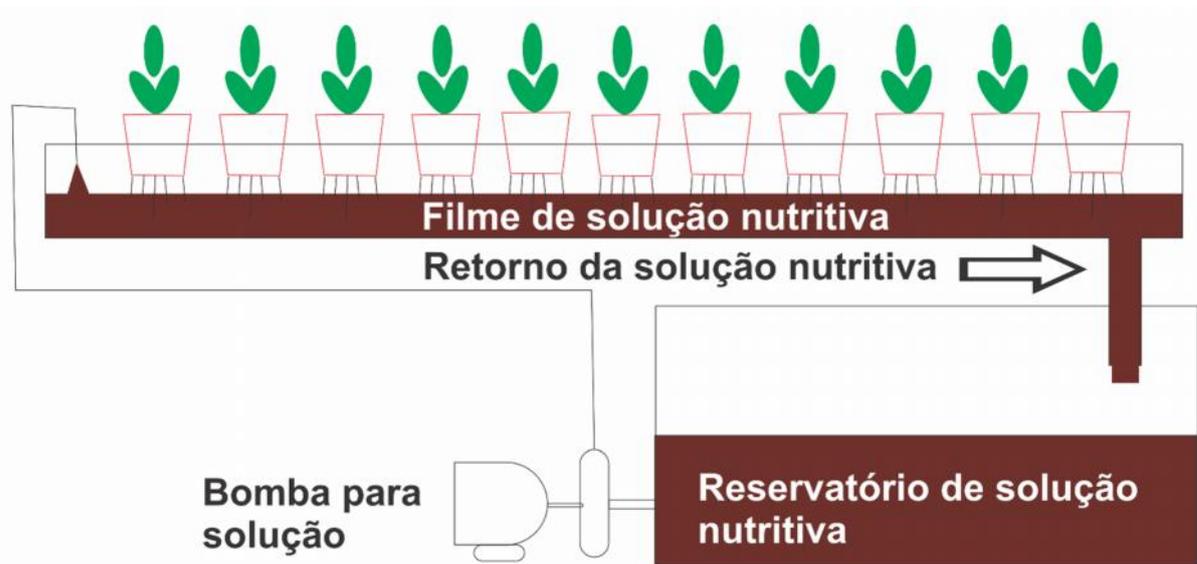
Fonte: Tabela montada pelo autor baseado na formulação utilizada

Anexo B – Espuma fenólica com plântulas de alface



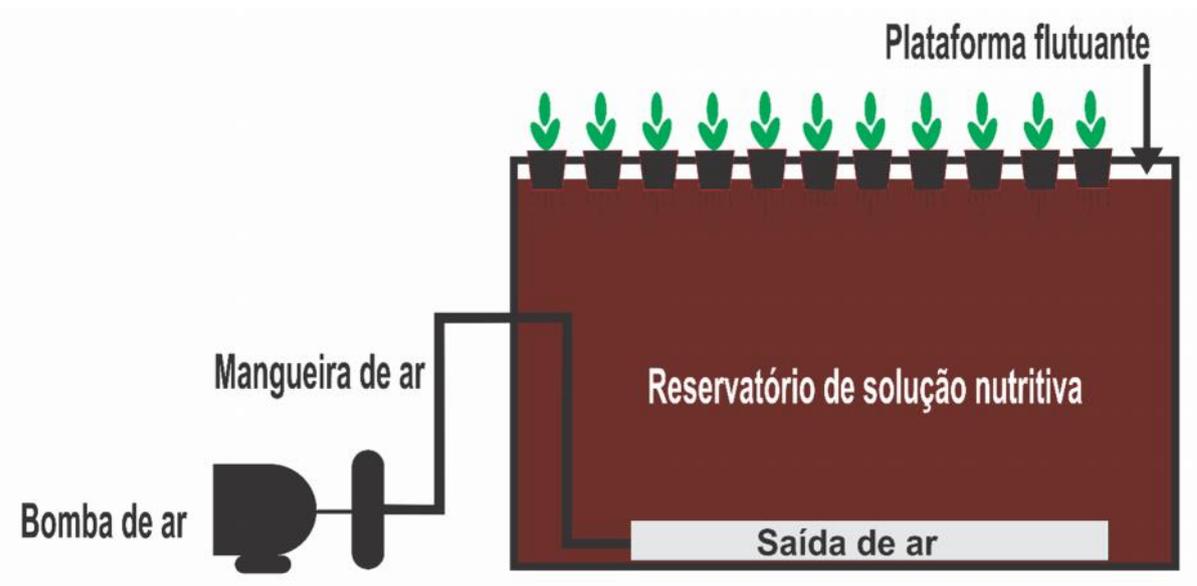
Fonte: Foto retirada pelo autor em janeiro de 2015

Anexo C – Sistema NFT



Fonte: Autor

Anexo D – Sistema de Floating



Fonte: Autor

