

R 239  
Ex. 1

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL**

**HIDROPONIA:**

***Produção Alternativa de Hortaliças Folhosas***

***Relatório de estágio curricular do curso de agronomia***

**ORIENTADOR: PROF. JORGE BARCELOS OLIVEIRA  
SUPERVISOR: PEDRO ROBERTO FURLANI**

02046310  
R 239



02046310  
R 239

**CLAUDIR PADOVA**

***Florianópolis, outubro de 2000***

R 239  
Ex. 1

## *AGRADECIMENTOS*

Ao professor e pesquisador Jorge Barcelos Oliveira, e seus colaboradores pela iniciativa na implantação do sistema de produção diferenciado de folhosas e frutos no método NFT (Nutrient film technique) ou técnica do fluxo laminar de nutrientes, onde contribuíra muito para a formação e enriquecimento acadêmico, sendo uma alternativa rentável, alta produtividade e de qualidade dos produtos obtidos.

Ao pesquisador científico, Dr. Pedro Roberto Furlani, pelos conhecimentos transmitidos, e sua dedicação a descoberta de novas formulações Hidropônicas e ajuste das soluções, vindo auxiliar os produtores e a Ciência como profissão.

Ao técnico agrícola, Luciano B. Batista, por ter transmitidos seus conhecimentos adquiridos, na manutenção e manejo das bancadas no centro de pesquisa (IAC).

Aos meus pais e irmãos, eternos incentivadores de minhas aspirações profissionais.

Aos verdadeiros amigos que de alguma forma contribuíram para minha formação.

*BANCA EXAMINADORA*

PRESIDENTE

Jorge Barcelos Oliveira

Engenheiro Agrônomo - Dr. Professor do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

MEMBROS

Darci Odilio Paul Treebien

Engenheiro Agrônomo - Dr. Professor do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Lineu Schneideir

Engenheiro Agrônomo - MSc. Professor do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. Apresentação .....  | 1  |
| 2. Introdução .....  | 2  |
| 3. Estrutura Utilizada pelo IAC para o Desenvolvimento das Pesquisas.....              | 3  |
| 4. Canais de Cultivo .....   | 6  |
| 5. Substrato de Hidroponia.....  | 6  |
| 6. Sementes Utilizadas para a Produção Hidropônica .....                               | 7  |
| 7. Componentes da Água e Mecanismo para Boa Oxigenação.....                            | 7  |
| 8. Adubos e Preparação da Solução Utilizada no IAC.....                                | 9  |
| 9. Preparação de Micronutrientes .....   | 10 |
| 10. Produção de Mudanças.....  | 11 |
| 11. Manejo e Ajuste da Solução IAC .....   | 12 |
| 12. Influência do pH e Condutividade Elétrica da Solução e da Absorção de Nutrientes . | 13 |
| 13. Manejo do Sistema para Início de uma Nova Cultura .....                            | 15 |
| 14. Manejo de Pragas e Doenças .....   | 15 |
| 15. Aspectos Visuais Causados por Deficiência de Nutrientes .....                      | 17 |
| 16. Comparativo de Produção de Vegetais no Sistema de Cultivo sem Solo .....           | 17 |
| 17. Concentração de Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) em Alface .....                        | 17 |
| 18. Formulação de Solução .....  | 19 |
| 19. Cálculo de Sais (Macronutrientes) .....  | 20 |
| 20. Cálculo de Sais (Micronutrientes) .....  | 20 |
| 21. Cálculo para a Estimativa da Condutividade Elétrica (CE) .....                     | 22 |
| 22. Ajuste da Solução Nutritiva .....  | 22 |
| 23. Correção da Solução .....  | 23 |
| 24. Vantagem e Desvantagens de um Sistema Hidropônico .....                            | 24 |
| 25. Discussão .....  | 25 |
| 26. Conclusão .....  | 26 |
| 27. Referências Bibliográficas .....   | 27 |
| 28. Anexos.....  | 29 |

## 1. APRESENTAÇÃO

Este relatório refere-se a um aprofundamento e a uma sistematização dos conhecimentos obtidos na realização do estágio (requisitos obrigatório da disciplina), com algumas aproximações com a literatura da área.

O despertar da possibilidade de ganhos reais na produção de folhosas num sistema produtivo diferenciado (hidropônico), teve início no LabHidro (Laboratório de Agricultura Irrigada e Hidroponia), implantado pelo professor e supervisor o Dr. Jorge Barcelos Oliveira e seus colaboradores, sendo localizado junto ao Centro de Ciências Agrárias, que tem muito colaborado para o aprendizado dos acadêmicos, onde não é abordado em sala de aula na forma de disciplina curricular.

Visando a possibilidade do cultivo hidropônico de hortaliças folhosas de alta qualidade e o desenvolvimento de conhecimento mais aprofundado, optou-se em realizar o estágio no IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), na Cidade de Campinas- SP. Esta escolha deu-se pelo fato desta instituição ser considerada uma das melhores do país, devido ao desenvolvimento de pesquisas nesta área.

O estágio foi realizado em de março de 2000 sob a supervisão do Pesquisador Científico Dr. Pedro Roberto Furlani, pesquisador da área de nutrição vegetal.

Para a elaboração deste relatório, optou-se pela realização de um roteiro que permitisse a visualização de todas as etapas da cultura no sistema NFT (Nutriente film technique) ou técnica de fluxo laminar de nutrientes, na produção de hortaliças, desde a escolha do substrato, a formulação da solução, a correção da solução, até o ciclo final da cultura.

Com isso, pode-se chegar a formulação de algumas considerações finais, como ao fato que a hidroponia não é uma atividade para amadores, mas para pessoas que dispõem de conhecimentos sobre a fisiologia da planta, requerimento nutricional, manejo adequado da solução para determinadas culturas.

## 2. INTRODUÇÃO

A hidroponia ou hidropônica, termos derivados de dois radicais gregos (*hydro*, que significa água e *ponos* que significa trabalho), está ganhando mercado na produção vegetal em grande escala e produtos de alta qualidade. A hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo protegido, na qual o solo é substituído por uma solução aquosa contendo apenas os elementos minerais indispensáveis aos vegetais (GRAVES, 1983, JENSEN & COLLINS, 1985, RESH, 1996).

O cultivo hidropônico, representa uma opção de produção que se adequa perfeitamente às exigências de alta qualidade, de alta produtividade, com o mínimo desperdício de água e nutrientes, sem a perda destes no solo. Pode ser implantado em pequenas áreas e pode, gerar altos retornos ao produtor, isto quando bem manejado.

A hidroponia não é uma técnica recente, tem sido utilizada há milhares de anos. RESH (1996), cita os jardins suspensos da babilônia e os jardins flutuantes dos astecas e da China como sendo os primeiros cultivos em água de que se tem notícia.

Os alemães SACHS (1860) e KNOP (1861) foram os primeiros a cultivarem plantas em meio líquido, de semente até semente. Em 1925 surgiu o interesse pelo cultivo hidropônico comercial, mas em pouco tempo, logo na década de 30, esse interesse foi aos poucos abandonado, em razão do sensacionalismo com que as técnicas de cultivo foram disseminadas e, também em virtude da venda de equipamentos inadequados para o cultivo.

Na segunda Guerra Mundial, o cultivo hidropônico foi usado na produção de hortaliças; no entanto, foram os trabalhos de COOPER (1973) que vieram dar impulso ao desenvolvimento da hidroponia, tornando-a competitiva em relação a outras formas de produção comercial. Sendo que vem constituindo-se num sistema que apresentam, produtos de alta qualidade e limpeza das hortaliças, especialmente as de consumo em fresco. Desse modo as técnicas hidropônicas de cultivo estão sendo potencialmente atraentes.

No Brasil, tem crescido nos últimos anos o interesse pelo cultivo hidropônico, tanto na produção de hortaliças de folhas, hortaliças de frutos, hortaliças de flores e ornamentais, predominando o sistema NFT (Nutriente film technique).

O sistema NFT (Nutrient film technique) ou técnica de fluxo laminar de nutrientes, é composto basicamente de um tanque de solução nutritiva, de um sistema de bombeamento, dos canais de cultivo e de um sistema de retorno ao reservatório. Neste sistema a solução nutritiva é bombeada aos canais e escoar para o canal coletor, onde levava a solução para o reservatório, pela ação da gravidade (2% a 4% de declividade), que formando uma pequena lamina de solução que irriga as raízes.

Para se obter sucesso na produção hidropônica, deve-se conhecer a qualidade da água, aspectos nutricionais da planta, formulação e manejo

adequado da solução nutritiva e aquisição de adubos de alta qualidade e solubilidade. Sem esses conhecimentos básicos, torna-se inviável o cultivo hidropônico.

### **3. ESTRUTURA UTILIZADO PELO IAC NO DESENVOLVIMENTO DAS PESQUISAS**

O contato com o cultivo hidropônico, iniciou-se no Laboratório de Agricultura Irrigada e Hidroponia, no Centro de Ciências Agrárias - CCA.

O aprofundamento dos conhecimentos na produção hidropônico, realizou-se na fazenda Santa Elisa, a qual é destinada somente para pesquisas em diversos campos, para posterior divulgações dos resultados aos produtores e ao meio científico. A área em que os experimentos são realizados, possuía uma estrutura de 210m<sup>2</sup> (7m de largura por 30 m de comprimento) (anexo 01, planta baixa da estrutura utilizada no IAC, sem escala e foto 01).

Nos meses mais quentes do ano, a área para produção final recebem uma sobre cobertura com sombrite de 70% de passagem de luz, e nos meses de menor insolação esta cobertura é retirada para a passagem da luz total, sendo que no último ano (1999), durante os meses de menor insolação não foi retirado o sombreamento. Isto não gerou grandes alterações na produção final. O que pode ser observado foi um leve estiolamento das plantas causado pela falta de luz solar. Salientando que as bancadas (berçário) não recebem sombreamento, porque nesta fase a planta exige maior índice de radiação de luz solar, para o seu desenvolvimento.

As laterais são totalmente protegida com o mesmo sombrite, e com uma saia plástica (anexo, foto 02), a um metro de distância do solo, com a finalidade de proteger as bancadas de ventos fortes, e impedir o acesso de pessoas estranhas ao local de pesquisa.

Como todo cultivo protegido, a elevação da temperatura interna é inevitável, prejudicando a cultura em si. Para minimizar este problema optou-se pela construção de um sistema tipo lanternin no centro da estrutura, onde permite a saída do ar mais quente e a circulação do ar interno do ambiente, minimizando assim a temperatura interna (anexo, foto 03). Com este sistema obtêm-se uma menor elevação da temperatura, comparando estruturas sem este mecanismo.

Para evitar que as folhas mais velhas se quebrem, o pesquisador sugere a fixação de redes ou cordas entre as canaletas, formando um apoio para as folhas das hortaliças: a sustentação evita que fiquem pendentes e caiam.

A temperatura interna, observada no período do Estágio, oscilou em torno de 20 a 37,6°C, com umidade relativa do ar em torno de 42% a mínima e 100% a máxima.

A água utilizada para o cultivo durante o mês de março apresentou temperaturas em torno de 24 a 29°C, sendo que a temperatura adequada às plantas, é de 20 a 30°C, (CASTELLANE & ARAUJO,1995).

Os experimentos observados no período de estágio, são desenvolvidos em bancadas (com estruturas de madeiras), individualizadas (anexo, foto 04). Este sistema permite um melhor monitoramento da cultura e manejo da solução. Se o sistema fosse alimentado somente por um reservatório de solução, ficaria a mercê de perda total no caso de ocorrer alguma doença fúngica ou bacteriana, por dessiminar para as demais bancadas através da solução circulante. Com o sistema isolado por bancada este problema não existe.

O bombeamento da solução para as bancadas é feito com bombas individualizadas, necessitando, portanto um maior investimento inicial. Todas as bancadas são acionadas pelo timer pré programado para cada cultura.

Para melhor compreensão do sistema de bancadas, utilizado no IAC, será demonstrado as seguintes etapas do processo de produção, manejo das bancadas, cultura em desenvolvimento, irrigação, números de orifícios por bancada, volume do tanque e condutividade elétrica:

#### ***BANCADA N°1***

Cultura em desenvolvimento: berçário alface

Volume do tanque: 200 litros

Comprimento da bancada: 4,5m, com 29 canais e 1300 orifícios

Condutividade elétrica: 1,24 a 1,30 mS.cm<sup>-1</sup> (miliSiemens)

Irrigação: 6:00 as 20 horas (10 em 10 minutos), (anexo, foto 05).

#### ***BANCADA N°2***

Cultura em desenvolvimento: ciclo final de alface + rúcula

Volume do tanque: 400 litros

Comprimento da bancada: 24m, com 6 canais e 560 orifícios

Condutividade elétrica: 1,50 a 1,70 mS.cm<sup>-1</sup> (miliSiemens)

Irrigação: 6:00 as 8:00 e 18:00 as 20:00 (10 em 10 minutos)

Irrigação: 8:00 as 18:00 contínua, até que o sistema radicular esteja bem desenvolvido, (anexo, foto 06).

#### ***BANCADA N°3***

Cultura em desenvolvimento: berçário rúcula

Volume do tanque: 200 litros

Comprimento da bancada: 4,5m, com 29 canais e 1300 orifícios

Condutividade elétrica: 1,24 a 1,30 mS.cm<sup>-1</sup> (miliSiemens)

Irrigação: 6:00 as 20:00 horas (10 em 10 minutos), (anexo, foto 07).



#### **BANCADA N°4**

Cultura em desenvolvimento: ciclo final de alface

Volume do tanque: 400 litros

Comprimento da bancada: 11,5m, com 6 canais e 270 orifícios

Condutividade elétrica: 1,50 a 1,70 mS.cm<sup>-1</sup> (miliSiemens)

Irrigação: 6:00 as 8:00 e 18:00as 20:00 (10 em 10 minutos)

Irrigação: 8:00 as 18:00 contínua, até que o sistema radicular esteja bem desenvolvido

Fonte de fósforo: MAP, (anexo, foto 08).

#### **BANCADA N°5**

Cultura em desenvolvimento: ciclo final de alface

Volume do tanque: 200 litros

Comprimento da bancada: 11,5m, com 6 canais e 270 orifícios

Condutividade elétrica: 1,50 a 1,70 mS.cm<sup>-1</sup> (miliSiemens)

Irrigação: 6:00 as 8:00 e 18:00 as 20:00 (10 em 10 minutos)

Irrigação: 8:00 as 18:00 contínua, até que o sistema radicular esteja bem desenvolvido

Fonte de fósforo: MKP, (anexo, foto 09).

#### **BANCADA N°6**

Cultura em desenvolvimento: ciclo final de rúcula

Volume do tanque: 120 litros

Comprimento da bancada: 10m, com 15 canais e 1200 orifícios

Condutividade elétrica: 1,17 a 1,30 mS.cm<sup>-1</sup> (miliSiemens)

Irrigação: 6:00 as 8:00 e 18:00 as 20:00 (10 em 10 minutos)

Irrigação: 8:00 as 18:00 contínua, até o desenvolvimento final, uma irrigação as 23:00 e 03:00 horas, por ser uma cultura muito exigente em água, oxigenação e nutrientes, (anexo, foto 10, bancada central).

#### **BANCADA N°7**

Cultura em desenvolvimento: ciclo final de tomate

Volume do tanque: 150 litros

Comprimento da bancada: 4,5m, com 2 canais e 16 orifícios

Condutividade elétrica: 1,70 mS.cm<sup>-1</sup>, na fase vegetativa, 2,50 mS.cm<sup>-1</sup> (miliSiemens), na fase frutificação

Irrigação: 10 em 10 minutos, (anexo, foto 11).

#### **BANCADA N°8**

Cultura em desenvolvimento: pimentão em fase vegetativa

Volume do tanque: 250 litros

Comprimento da bancada: 9m, com 2 canais e 64 orifícios

Condutividade elétrica: 1,50 a 1,75 mS.cm<sup>-1</sup> (miliSiemens)

Irrigação: 10 em 10 minutos.

#### 4. CANAIS DE CULTIVO

Os canais de cultivo permitem o escoamento da solução nutritiva e são importante para o sucesso do sistema NFT. A conformação do canal, sua profundidade e a largura influenciam na qualidade do produto final, sendo que, para cultura de maior sistema radicular, deve-se optar por tubulações que permitem bom desenvolvimento do sistema radicular (FURLANI, 1998).

No mercado existem diversos tipos de canais, com diferentes preços. É importante que na hora da escolha o produtor leve em consideração o custo versus o benefício da produção.

No IAC foram testados diversos tipos de canais de cultivo (Telhas de fibra cimento, canal protegido com isopor, tubos de PVC, sendo utilizado canaleta envolvida por Tetra Pak® e tubos de polipropileno).

Segundo Furlani, o que tem apresentado melhor resultado é a tubulação de polipropileno, por não permitir a passagem da luz, evitando a proliferação de algas, ser atóxico e conter tratamento anti-UV. Possui formato semicircular e são comercializados nos tamanhos pequenos (10mm), médio (50mm) e grande (100mm), já contendo furos para a colocação das mudas no espaçamento escolhido pelo produtor.

São tubos de coloração escura, possui revestimento da parte superior de cor branca para refletir os raios solares. Outra tubulação que tem apresentado bom resultado é a canaleta revestida por Tetra Pak® (material comercializado em bobinas, baixo preço de compra, sendo muito utilizado nas embalagens de produtos alimentícios, como sucos, leite, etc). Este material funciona como isolante térmico, permitindo rápido desenvolvimento da cultura. Possui o inconveniente de baixa durabilidade, mais ou menos um ano (anexo, foto 12).

Constatou-se que a tubulação de polipropileno, foi posicionada da seguinte forma: Para alface, rúcula, têm sido instaladas na posição normal, ou seja, com a parte chata para cima. Para as plantas frutíferas, de maior porte, recomenda-se optar por instalá-las com a parte achatada para baixo, o que propicia maior área para o desenvolvimento do sistema radicular.

#### 5. SUBSTRATOS NA HIDROPONIA

Os substratos utilizados no cultivo hidropônico são dos mais variados tipos, podendo ser inorgânicos ou orgânicos. Os substratos inorgânicos usados em cultivos hidropônicos, podem ser naturais areia e o cascalho e entre os manipulados (produtos obtidos em fornos à alta temperaturas), destacam-se perlita, pumita, argila expandida, vermiculita, lãs minerais e espumas sintéticas (espumas sintéticas são derivadas de uréia-formaldeído, poliuretano, poliestireno ou resina fenólica). No que se refere aos substratos orgânicos destacam-se a turfa, as cascas, a serragem e o húmus.

Furlani, recomenda na produção de mudas, a utilização de espumas fenólicas, pois trata-se de um material estéril produzido à base de resina fenólica, apresentando inúmeras vantagens em relação as demais, por serem

isentas de patógenos, baixo custo e fácil manuseio, grande retenção de água e boa drenagem, reduzindo sensivelmente os danos durante a operação de transplante.

As espumas são encontradas no mercado em placas de 33 x 40 cm. É comercializado em placas com 2 cm ou 4 cm de espessura e com células pré-marcadas nas dimensões de 2x2cm.

No decorrer do estágio observou-se somente a utilização de espuma fenólica, devido as condições adequadas para a produção hidropônica (anexo, foto 13).

## 6. SEMENTES UTILIZADAS PARA PRODUÇÃO HIDROPÔNICA

### 7.

Ao adquirir sementes no mercado, deve-se observar inúmeros fatores, que ajudarão a ter sucesso na produção. Na hora da escolha, deve-se estar atento para o índice de germinação, para a viabilidade da semente, sementes isentas de patógenos, o ciclo da cultura, ganho genético e comportamento no sistema NFT.

No Instituto Agronômico de Campinas, são feitos ensaios para ver a melhor variedade que se adapte no sistema hidropônico, para fins de divulgação para os produtores. As variedades utilizadas, no período do estágio foram: agrião da terra e da folha larga melhorada (semente nua), rúcula e tomate cereja híbrido (semente nua), alface sabrina e crespa verônica (semente peletizada).

## 7. COMPONENTES DA ÁGUA E MECANISMO PARA UMA BOA OXIGENAÇÃO

Para obter sucesso na produção hidropônica, deve-se conhecer a qualidade da água que será utilizada, quimicamente (quantidades de nutrientes e concentração salina), e microbiologicamente (presença de coliformes fecais e outros microorganismos danosos ao desenvolvimento da cultura).

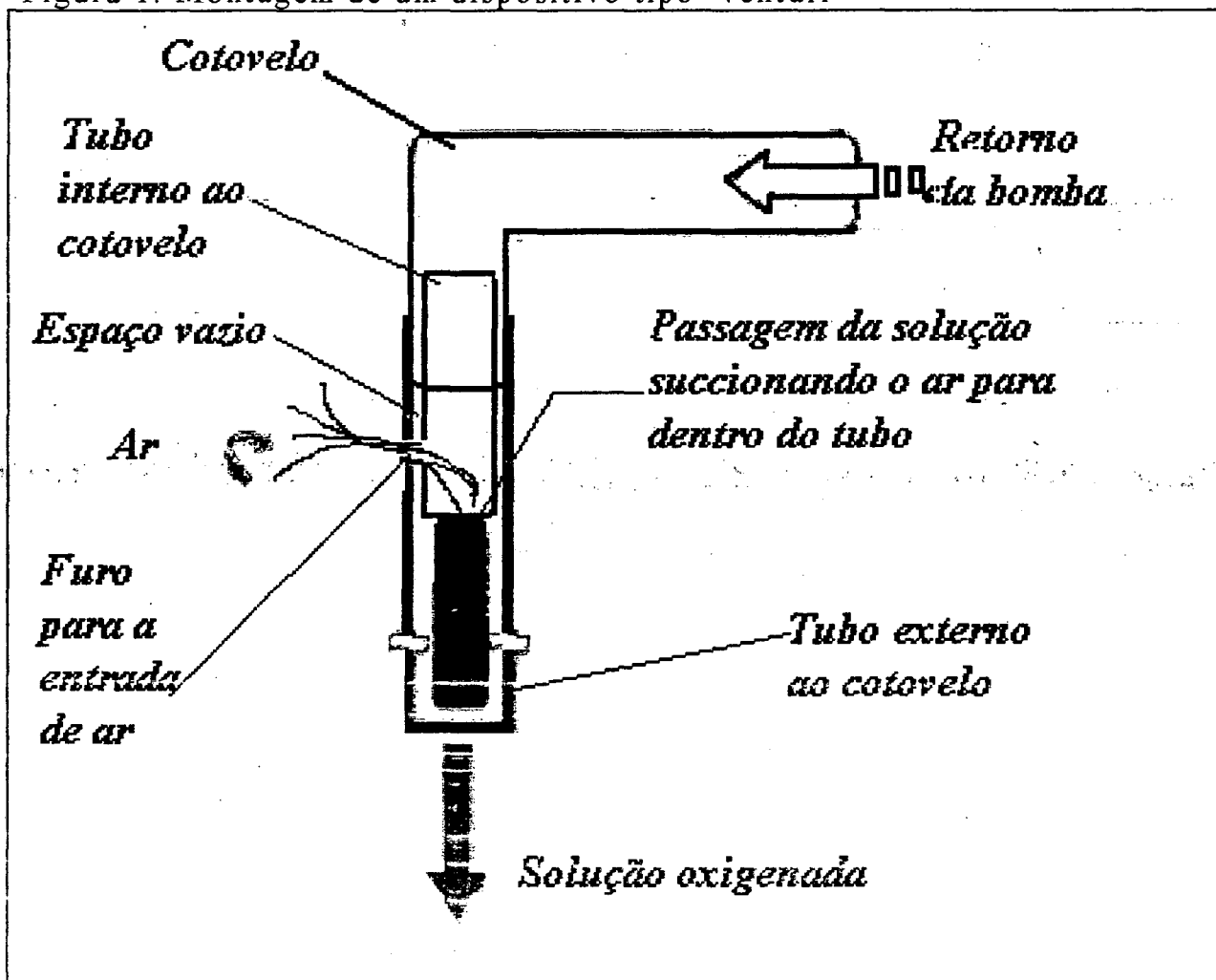
No centro de pesquisa a água utilizada é proveniente de poço artesiano, apresentando as seguintes características: potássio 2ppm, cálcio 19ppm, magnésio 2,5ppm, sódio 8ppm, pH 7,7 e com uma condutividade elétrica 0,2 mS.cm<sup>-1</sup> (miliSiemens).

Outro fator importante é a oxigenação da solução. O oxigênio é importante para que as raízes possam respirar, gerando com isso, energia para a absorção dos nutrientes, visto que a absorção da energia dá-se contra um gradiente de concentração, ou seja, a concentração da solução externa às raízes é muito menor que a concentração de dentro das células. É preciso utilizar água de boa qualidade e oxigenar a solução constantemente para obter um bom nível de absorção dos nutrientes.

Observou-se que a oxigenação tem sido de dois métodos: no final dos canais de cultivo (anexo, foto 14), com pequenas “roelas” de cano de PVC que proporciona turbulência da água antes de cair no canal coletor. Outra maneira eficiente utilizada foi a colocação da válvula de venturi na tubulação de retorno, para ocorrer a introdução de ar na solução nutritiva armazenada no reservatório (FURLANI, 1999).

A construção do ‘enturi’ é bastante simples: primeiro restringe-se o diâmetro do cotovelo de retorno colocando-se um tubo interno de menor diâmetro; externamente reveste-se o cotovelo com um outro tubo de diâmetro maior, fazendo-se um furo pequeno na lateral para a entrada do ar, que será succionado automaticamente pela passagem de solução pelo tubo interno (FURLANI, 1999)

Figura 1. Montagem de um dispositivo tipo ‘venturi’



Fonte: Furlani et al. (1999)

Com a análise da água em mãos, Dr. Pedro Roberto Furlani recomenda a utilização das seguintes medidas em relação ao pH da água a utilizar: pH acima de 7 utilizar fosfato monoamônio (MAP), pois contem amônia na sua

formulação, que ajuda na diminuição do pH da solução. Para pH da água, acima de 6,5, deve-se usar Tenso-Fe® pó ou Ferrilene® pó, abaixo disso (pH 6,5) torna-se instável. Abaixo de pH 6,5 recomenda utilizar Ferro EDTA, pois encontra-se disponível para a planta.

Para a cultura da rúcula recomenda-se a utilização do fosfato monoamônio (MAP), onde a cultura tende a elevar demasiadamente o pH da solução.

## **8. ADUBOS E PREPARAÇÃO DA SOLUÇÃO UTILIZADA NO IAC**

Durante o manejo, a preparação da solução ajuste (reposição dos nutrientes absorvido pela cultura) e solução inicial (solução adicionada ao tanque para início de uma nova cultura) trabalhava da seguinte maneira, os macro e micro nutrientes: utilizava-se água deionizada. Segundo Furlani, pelo processo de filtragem da água elimina-se todos os carbonatos e bicarbonatos (Na, Ca, K, Mg, S, etc), com isso evita reações indesejáveis.

Observou-se que as soluções são preparadas e armazenadas em galões (anexo, foto 15) de 4 e 5 litros, de cor escura, protegidos de raios solares, em local escuro, onde são designadas de solução estoque.

Para a dissolução dos macro nutrientes utiliza-se água na temperatura ambiente. Para os micro nutrientes utiliza-se água aquecida a 50°C. Para facilitar a dissolução, utiliza-se na solução estoque concentrada 0,5ml de ácido clorídrico, para auxiliar a dissolução dos adubos.

Os sais devem ser dissolvidos separadamente para evitar reações de imobilização química (precipitação) de nutrientes. Nunca se deve misturar na forma concentrada, soluções de nitrato de cálcio com sulfatos ou com fosfatos, uma vez que podem ocorrer a formação de compostos insolúveis como sulfato de cálcio e fosfato de cálcio, respectivamente, (FURLANI, 1998).

As soluções estoques (A, B, C, D, E, F e G) e ajustes (I e II) são preparadas da seguinte maneira:

### **SOLUÇÃO-A**

NITRATO DE CÁLCIO HYDRO ESPECIAL

Ca-19%, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 14,5%, N-NH<sub>4</sub>-1%. Dissolver 1875 gramas em água e completar o volume a 5 litros, onde obteremos uma concentração de 0,375g/ml.

### **SOLUÇÃO-B**

FOSFATO MONOAMÔNIO ( MAP ) PURIFICADO

N-NH<sub>4</sub>-11%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-60%. Dissolver 1000 gramas em água e completar o volume a 5 litros, onde obteremos uma concentração de 0,20g/ml.

### SOLUÇÃO-C

FOSFATO MONOPOTÁSSIO (MKP )

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-51,6%, K<sub>2</sub>O-34%. Dissolver 1000 gramas em água e completar o volume a 5 litros, onde obteremos uma concentração de 0,20g/ml.

### SOLUÇÃO-D

SULFATO DE MAGNÉSIO

MgO-9,5%, S-12,98%. Dissolver 1000 gramas em água e completar o volume a 4 litros, onde obteremos uma concentração de 0,25g/ml.

### SOLUÇÃO-E

NITRATO DE POTÁSSIO

K<sub>2</sub>O-42%, S-1,2%, N-NO<sub>3</sub>12%. Dissolver 1000 gramas em água e completar o volume a 5 litros, onde obteremos uma concentração de 0,20g/ml.

### SOLUÇÃO-F

TENSO-Fe ( FeEDDHMA )

Fe-6%. Dissolver 83,33 gramas em água e completar o volume a 1 litro, onde obteremos uma concentração de 0,08333g/ml ou 5mg/ml de Fe-6%.

### SOLUÇÃO-G

## 9. PREPARAÇÃO DE MICRONUTRIENTES

Os micros nutrientes são preparados em um litro numa concentração de dez vezes, requeridos para prepararmos uma solução de 1000 litros. Isso nos indica que 100ml da solução concentrada servirá para preparar 1000 litros de solução. A dissolução dos elementos é feita individualmente com 200 ml de água aquecida. Furlani recomenda uma faixa ideal de micronutrientes, B-0,5mg/l, Mn-0,6mg/l, Cu-0,05mg/l, Zn-0,05mg/l, Mo-0,05mg/l.

Para melhor compreensão, será demonstrado o início de uma nova solução e seu respectivo ajuste, utilizado no IAC.

### **BANCADA Nº2**

Cultura em desenvolvimento: ciclo final de alface + rúcula

Volume do tanque: 400 litros

Comprimento da bancada: 24m, com 6 canais e 560 orifícios

Condutividade elétrica: 1,50 a 1,70 mS.cm<sup>-1</sup>

Irrigação: 6:00 as 8:00 e 18:00 as 20:00 (10 em 10 minutos)

Irrigação: 8:00 as 18:00 contínua, até que o sistema radicular esteja bem desenvolvido, (anexo, foto 06).

QUADRO 1- Quantidade total de solução para iniciar uma nova cultura em diferentes tanques

| <i>SOLUÇÃO INICIAL</i> | <i>400L</i> | <i>1.000L</i> |
|------------------------|-------------|---------------|
| Solução A              | 800ml       | 2000ml        |
| Solução B              | 300ml       | 750ml         |
| Solução D              | 640ml       | 1600ml        |
| Solução E              | 1000ml      | 2500ml        |
| Solução F              | 240ml       | 600ml         |
| Solução G              | 40ml        | 100ml         |

Formulação da solução ajuste para 400L: adicionar X ml de cada solução (A, B, D, E, F e G) em 2 litros e completar com água.

**Recipiente-I**

1200ml da solução - E

200ml da solução - B

240ml da solução - D

**Recipiente-II**

220ml da solução - A

20ml da solução - G

50ml da solução - F

Usar 160ml do Recipiente-I e 160 ml do Recipiente-II, para elevar 0,10m. Scm<sup>-1</sup> em 400 litros de solução.

Em cultivo hidropônicos a absorção é geralmente proporcional à concentração de nutrientes na solução próxima às raízes, sendo muito influenciada por fatores ambientais, tais como salinidade, oxigenação, temperatura, pH da solução nutritiva, intensidade de luz, fotoperíodo, temperatura e umidade do ar.

Para o bom desenvolvimento da produção hidropônica, Furlani recomenda que o iniciante deverá acompanhar o desenvolvimento da cultura e a absorção de nutrientes com análises das soluções, e fazer os ajustes de acordo com as condições em que está enserida, até chegar a uma formulação adequada. Os ajuste são feitos a partir de inúmeras formulações propostas por diversos autores como: HOAGLAND & ARNON (1938) YAMAZAKI (1982) MUCKE (1993), CASTELLANE & ARAUJO (1994), SONNEVELD & STRAVER (1994), RESH (1993), e FURLANI (1997).

## 10. PRODUÇÃO DE MUDAS

Essa é uma fase muito importante no processo de cultivo hidropônico. Alguns fatores devem ser previamente considerados, tais como a variedade a ser cultivada, origem da sementes, substrato a ser utilizado, local de germinação e manejo do berçário.

Na Estação Experimental do IAC, o plantio da semente segue o seguinte roteiro para a alface e rúcula: Divide-se a espuma fenólica de 320 células 2x2x2cm ao meio, apoiando-as em uma placa vazada para a drenagem do excesso de água. Após isto, é feito uma lavagem, para a retirada de resíduos químicos da fabricação, logo em seguida é feito o plantio (anexo, foto 16). Para acomodar a semente das culturas que exigem

mais de uma semente, são feitos pequenos orifícios com uma tampa de caneta, e com agulha (anexo, foto 17), para sementes peletizadas, com uma profundidade de 1cm evitando-se a compactação da espuma no fundo do orifício.

Para as sementes nuas, como da alface, deve-se adicionar no máximo duas sementes, para obtermos a germinação de uma ou duas plantas. Após germinadas, antes de irem para o berçário deve-se fazer o desbaste, deixando apenas uma planta por célula. Para a rúcula, agrião, salsa e cebolinha, de 5 à 10 sementes por orifício. Para que cada célula seja feito um maço para a venda.

Observou-se que foram colocadas duas células de rúcula em cada orifício, com 5 a 10 sementes cada, com o objetivo de analisar seu desenvolvimento, peso da matéria seca e a produtividade.

Após o plantio, as sementes são levadas em local livres de raios solares, para a quebra da dormência, para que ocorra a emissão dos cotilédones (anexo, foto 18).

No plantio até a transferência para o berçário somente receberam água como fonte de nutrientes, que terá um período de 4 a 6 dias, para alface e rúcula. Esses fatores estão interligados com variações climáticas, que poderão ocorrer em ambas as etapas.

As mudas são transferidas para o berçário, com a utilização de uma pinça (tira dobrada de PVC com 1 cm de largura) para auxiliar a colocação de cada muda no fundo da canaleta. Quando a muda iniciar a emissão da primeira folha verdadeira, é efetuado o transplante das células (anexo, foto 19), mantendo um espaçamento de 5cm x 5cm, em forma de triângulos, com uma solução adequada, para cada cultura, com condutividade elétrica de 1,24 a 1,30 mS.cm<sup>-1</sup>, com turno de rega de 10 em 10 minutos.

Na área em que os berçários estão alojados (bancada 1 e 3), não ocorre a colocação do sombrite, devendo receber a maior intensidade de luz possível, salientando que na área das bancadas definitivas, o sombrite proporciona menor infiltração de luz, conseqüentemente tem ocorrido leve estiolamento das plantas de alface.

Após permanecerem 15 a 20 dias no berçário (anexo, foto 20 e 5), são transplantadas para as bancadas definitivas, até o final do ciclo. Neste sistema, não se utiliza a fase intermediária sendo que, no plantio, no berçário e na bancada final, obtém-se ganho em termos de qualidade, precocidade, evita estresse na transferência para outra bancada, menor mão de obra, conseqüentemente maior área de cultivo final.

## *11. MANEJO E AJUSTE DA SOLUÇÃO IAC*

Logo pela manhã (7:00horas), é feito a leitura da temperatura (máxima - mínima) e a umidade relativa (máxima - mínima), fecha-se o registro de irrigação e se espera toda a solução voltar ao reservatório para completar seu volume com água e homogeneizar a solução nutritiva; anota-se a quantidade total de litros adicionados. Seguidamente são feitas as leituras



da condutividade elétrica com o condutivímetro para a diferença de  $0,10\text{mS.cm}^{-1}$ , adiciona-se X ml de solução ajuste para cada bancada, elevando-se a condutividade preestabelecida para aquela cultura. Após a adição da solução de ajuste e homogeneização da solução nutritiva, efetua-se nova leitura e sua respectiva anotação, para então abrir o registro de irrigação das plantas.

Quando se procede à análise das exigências nutricionais de plantas visando ao cultivo em solução nutritiva, deve-se focar as relações entre os nutrientes (N, P, Ca, Mg, e S com os teores de K), pois essa é uma indicação da relação de extração do meio de crescimento. As quantidades totais absorvidas apresentam importância secundária, uma vez que no cultivo hidropônico procura-se manter relativamente constante as concentrações dos nutrientes no meio de crescimento, diferentemente do que ocorre no solo, pois neste caso, a provisão das quantidades exigidas pelas plantas se dá pelo conhecimento prévio das quantidades disponíveis existente no próprio solo (FURLANI, 1999).

Segundo o pesquisador as amostras de solução para análise química é feito semanalmente, enquanto que as coletas de plantas depende do objetivo do experimento. Nos trabalhos de marcha de absorção de nutrientes, as coletas são semanais ou a cada 5 dias, enquanto que nos demais experimentos, as coletas são feitas na colheita.

As plantas coletas é feito análise seca da parte aérea e da raiz. Com a análise da parte seca das plantas, observa-se a relação do K com os demais nutrientes. Na ocorrência de algum desequilíbrio de nutrientes na análise, efetua-se uma posterior correção, na solução de ajuste.

QUADRO 2- Relações entre os teores foliares (g/kg) de N, P, Ca, Mg e S com os teores de K considerados adequados para diferentes culturas. Adaptado de Raij et al. (1997)

| CULTURAS  | K    | N    | P    | Ca   | Mg   | S    |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| Agrião    | 1,00 | 0,83 | 0,17 | 0,25 | 0,07 | 0,05 |
| Alface    | 1,00 | 0,62 | 0,09 | 0,31 | 0,08 | 0,03 |
| Cebolinha | 1,00 | 0,75 | 0,08 | 0,50 | 0,10 | 0,16 |
| Rúcula    | 1,00 | 0,78 | 0,09 | 0,84 | 0,07 | -    |
| Salsa     | 1,00 | 1,14 | 0,17 | 0,43 | 0,11 | -    |
| Tomate    | 1,00 | 1,25 | 0,15 | 0,75 | 0,15 | 0,16 |

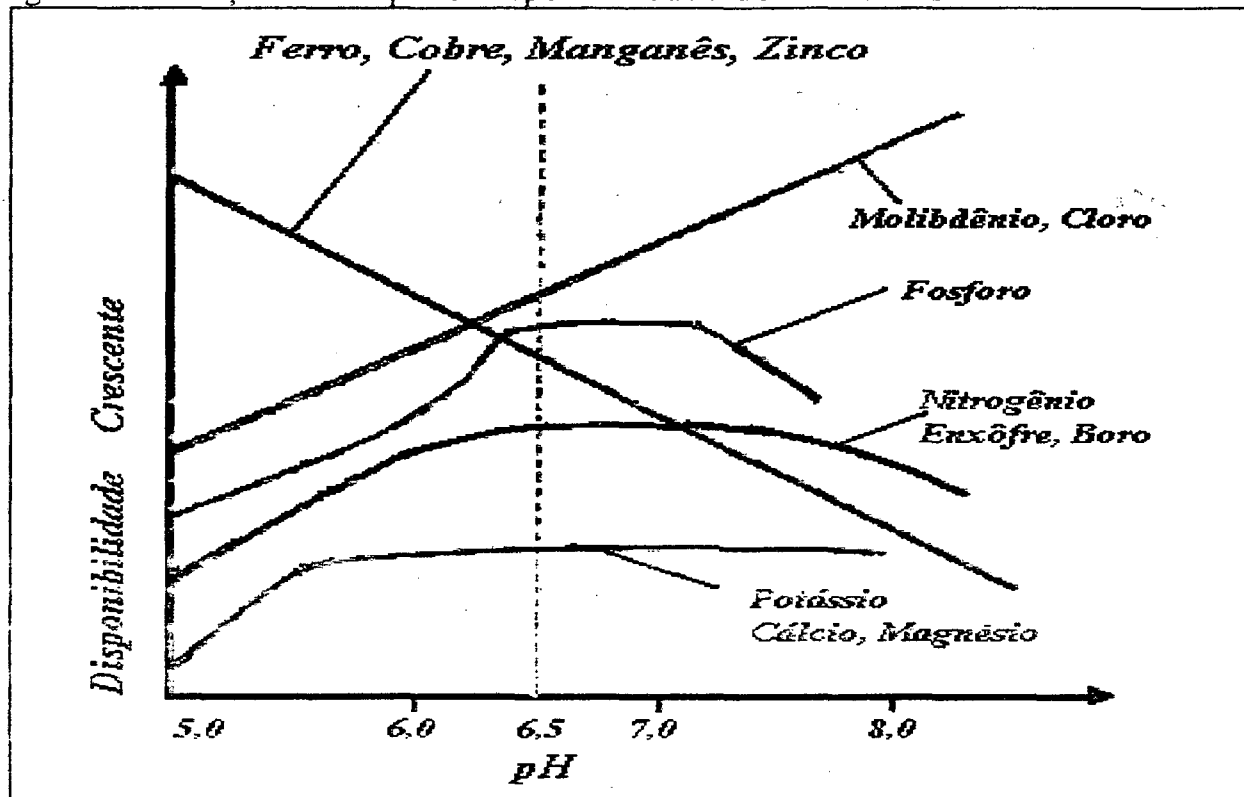
Fonte: Boletim técnico. 180, IAC, 1999.

## 12. INFLUÊNCIA DO pH E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO E DA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

O pH é um índice que mede a atividade dos íons hidrogênio. De uma forma geral, nenhuma planta consegue sobreviver, satisfatoriamente, com valores de pH menores de 4,0 devido a um efeito direto dos íons  $\text{H}^+$  sobre as células. Indiretamente, o pH pode afetar a disponibilidade de íons essenciais ao desenvolvimento das plantas.

Valores baixos de pH provocam competição entre o  $H^+$  e os cátions essenciais para as plantas:  $NH_4^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Cu^{++}$ ,  $Fe^{++}$ ,  $Mn^{++}$  e  $Zn^{++}$ . Valores elevados de pH diminuem a absorção de ânions:  $NO_3^-$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$  e  $MoO_4^{2-}$ . Valores inadequados de pH podem, ainda, provocar a formação de hidróxidos insolúveis e precipitação de elementos essenciais, como é o caso dos fosfatos de cálcio, ferro, zinco, cobre e manganês, que formam precipitados em valores de pH elevado, restringindo assim sua absorção. A importância do pH no meio nutritivo é dupla. Primeiro influencia o equilíbrio de oxidação - redução, a solubilidade e a forma iônica de vários elementos. Em uma solução arejada com pH 8 o íon férrico,  $Fe^{+3}$ , é precipitado como hidróxido férrico extremamente insolúvel,  $Fe(OH)_3$ , o que pode tornar o ferro não disponível para a planta, (HODGSON, 1963; PONNAMPERUMA, 1955), citado por (MALAVOLTA, 1980), pH muito baixo, prejudica a absorção de N, em escala ainda maior a de K e principalmente P e Ca. Quando o pH é maior de que 7, diminui a absorção de N e mais ainda a de Ca e P. A disponibilidade máxima do fósforo acontece quando o pH está ao redor de 6,5; e que, valores mais baixos favorecem a formação de fosfato de ferro de baixa disponibilidade; a elevação do pH, por sua vez, conduz à precipitação do P (solução) como fosfato de cálcio de menor disponibilidade, (MALAVOLTA, 1980)

Figura 2. Relação entre pH e disponibilidade de elementos



Fonte: Malavolta, 1980

As variações de pH que ocorrem na solução nutritiva são reflexos da absorção diferenciada de cátions e ânions. É mais conveniente manter a solução equilibrada em cátions e ânions para atender a demanda da planta, que tentar manter o pH numa faixa estreita de valores mediante adição de produto ácido ou básicos (FURLANI, 1998).

Constatou-se que no pH das soluções não foram feitos ajustes, e sua verificação foi feita somente quando foram retiradas amostras para análise laboratorial, sendo que nenhum meio foi utilizado para manter o pH numa faixa ideal.

Para o pesquisador, na produção de rúcula, deve-se usar como fonte de fósforo o adubo fosfato monoamônio (MAP), por possuir amônia que proporciona abaixamento do pH, pois o cultivo de rúcula eleva demasiadamente o pH da solução, conseqüentemente mantém o pH numa faixa adequada. Para elevar o pH da solução, sem recorrer a uso de produtos como bases, deve-se utilizar como fonte de fósforo o adubo fosfato monopotássico (MKP), o qual não possui amônia na sua formulação.

Devido a grande parte das soluções nutritivas não apresentarem a capacidade de tampão, o pH varia continuamente, não se mantendo dentro de uma faixa ideal. Variações na faixa de 4,5 a 7,5 são toleradas, sem problemas ao crescimento das plantas (FURLANI, 1999).

Para a reposição dos nutrientes absorvidos, tem-se utilizado como parâmetro a condutividade elétrica. É uma das avaliações que tem sido recomendado para a reposição de nutrientes na solução nutritiva, uma vez que não existe no mercado aparelhos à preços acessível que determine a quantidade de cada nutriente. Através da condutividade elétrica, determina-se a quantidade total de sais presentes na solução e não se identifica quais nutrientes da solução nutritiva estão em falta ou em excesso. O seu uso deve ser acompanhado por análises químicas da solução nutritiva, as quais fornecem os teores dos nutrientes na solução.

### ***13. MANEJO DO SISTEMA PARA INÍCIO DE UMA NOVA CULTURA***

Analisando os procedimentos realizados, constatou-se que a troca da solução para cultura de ciclo curto (alface, rúcula) não ocorreu, sendo que a solução inicial permaneceu até o final do ciclo. Para culturas de ciclo longo (tomate, pimentão), a troca ocorre a cada 30 dias.

No início de uma nova cultura, efetua-se a troca da solução e a lavagem da caixa somente com água, percebeu-se que a tubulação não foi lavada internamente, para retirada de resíduos fixados no interior do tubo.

### ***14. MANEJO DE PRAGAS E DOENÇAS.***

Como em qualquer outro sistema de produção, a presença de pragas é muitas vezes inevitável, pois estes ambientes tornam-se propícios para a proliferação dos mesmos. Em sistema protegido pode-se lançar mão de

inúmeras maneiras para o controle, como armadilha luminosas, plantas repelentes, cores atrativas com superfície aderente, aplicação de chás de plantas repelentes, telas antiafídeos e outras nas laterais e aplicação de produtos químicos para o controle.

No cultivo hidropônico, segundo Furlani, em escala comercial torna-se inviável a não aplicação de produtos químicos. A ocorrência de pragas é freqüente; e seu dano é arrasador, podendo chegar a 100% de perda. Além do dano visual, enfraquecimento da planta e a transmissão de inúmeras viroses, como mosaico, mosaico dourado, vira-cabeça etc.

Os grandes inimigos para os produtores hidropônicos caracterizam-se por pragas sugadoras (trips, pulgões e ácaros) mastigadoras (larva minadora e lagartas) e raspadoras (trips, pulgões, ácaros), sendo necessário aplicação de produtos químicos para obter o controle eficiente, sendo que produtos alternativos (chás de macela e ortiga, óleo de nim, calda de fumo em corda etc), pode amenizar o ataque, mas o controle é ineficiente. Sendo que num futuro próximo, pode-se produzir escala comercial, sem lançarmos mão de produtos químicos que fazem mal para a saúde humana. Para que isso aconteça deverá ocorrer pesquisas pesadas em alternativas de controle em ambiente protegido (produção hidropônica), que estão ocorrendo lentamente.

Na realização do estágio observou-se, a ocorrência de duas pragas principais sendo controladas com produtos químicos: trips (Sumithion 500cc 1,5ml/l), pulgão (Pirimor 1gr/l e Confidor). A aplicação foi feita na fase jovem e nos períodos de menor temperatura.

Uma das vantagens associadas à hidroponia é a menor incidência e até mesmo a ausência de doenças fúngicas ou bacteriosas, por não estarem em contato com o solo.

Uma vez que a contaminação tenha ocorrido, a água pode favorecer a multiplicação e a rápida disseminação dos patógenos, principalmente no sistema de fluxo laminar de solução (NFT), em que a solução nutritiva recircula por toda a bancada das plantas.

Detectado a incidência da doença (dependendo o grau da severidade), deve-se proceder a eliminação da planta atacada e a troca da solução, para tentar controlar a propagação para as demais plantas.

## 15. ASPECTOS VISUAIS CAUSADOS POR DEFICIÊNCIA DE NUTRIENTES

QUADRO 3- Aspectos visuais causado por falta de nutrientes (adaptado de BATAGLIA et al., 1992)

| FOLHAS | SINTOMA   | NUTRIENTE PROVÁVEL |
|--------|---|--------------------|
| VELHAS | amarelecimento uniforme                                 | Nitrogênio (N)     |
|        | cor verde-azulada                                       | Fósforo (P)        |
|        | branqueamento e secamento das bordas                    | Potássio (K)       |
|        | branqueamento entre as nervuras                         | Magnésio (Mg)      |
|        | amarelecimento uniforme com encurvamento da folha       | Molibdênio (Mo)    |
| NOVAS  | amarelecimento uniforme                                 | Enxofre (S)        |
|        | branqueamento das bordas para o centro                  | Cálcio (Ca)        |
|        | pequenas e deformadas                                   | Boro (B)           |
|        | nervuras forma uma rede verde fina contra fundo amarelo | Ferro (Fe)         |
|        | cor verde-pálida e clorose internerval                  | Manganês (Mn)      |

Fonte: Carmello, Quirino A.C. (1997).

## 16. COMPARATIVO DE PRODUÇÃO DE VEGETAIS NO SISTEMA DE CULTIVO SEM SOLO

A hidroponia, obtém destaque pelo alto índice de produção em relação ao cultivo tradicional. Apresenta-se como uma importante alternativa ao agricultor, possibilita a programação da colheita, com produtividade e rendimentos econômicos bem acima dos apresentados no cultivo tradicional no campo.

QUADRO 4 - Produtividade comparada de algumas hortaliças de frutos em condições em campo aberto

| Cultura           | Hidroponia                 |                   |                   | Campo (t/ha) |
|-------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|--------------|
|                   | Produtividade/safra (t/ha) | Número safras/ano | Total/ano (t/ano) |              |
| Pepino            | 300                        | 2                 | 600               | 30           |
| Beringela         | 28                         | 2                 | 56                | 20           |
| Pimentão verde    | 57                         | 2                 | 114               | 16           |
| Pimentão colorido | 45                         | 2                 | 90                | 10           |
| Tomate            | 550                        | (1)1              | 550               | 100          |

Fonte: Knott, citado por Jensen (1997b).

(1) Período 11 meses.

## 17. CONCENTRAÇÃO DE NITRATO (NO<sub>3</sub>) EM ALFACE

As hortaliças folhosas, entre elas a alface, tendem a acumular o nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) nos seus tecidos. O NO<sub>3</sub><sup>-</sup> quando ingerido com os alimentos, no trato digestivo pode ser reduzido para

nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), que entra na corrente sanguínea oxida o ferro ( $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ ) da hemoglobina, produzindo a metahemoglobina. Esta forma de hemoglobina é inativa e incapaz de transportar o  $\text{O}_2$  para a respiração normal das células dos tecidos, causando a chamada metahemoglobinemia (WRIGHT & DAVISON, apud HIDROPOMANIAS, 1964). O nitrato pode também combinar com aminas formando nitrosaminas, as quais são cancerígenas e mutagênicas (MAYNARD *et al.*, apud HIDROPOMANIAS, 1976). Na Europa, vários governos tem estabelecidos valores máximos permissíveis para a concentração de nitrato em hortaliças, sendo que os limites máximos tolerados para a alface variam de 3.500 a 4.500 mg de  $\text{NO}_3^-$  Kg de peso fresco (ppm) (VAN DER BOON *et al.*, apud HIDROPOMANIAS, 1990).

Para ser metabolizado pela planta, ou seja, incorporado a compostos orgânicos formando aminoácidos, proteínas e outros compostos nitrogenados, o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) deve ser necessariamente reduzido para amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). Esta redução, na maioria das plantas ocorre nas folhas e em duas etapas: a primeira no citoplasma, onde o  $\text{NO}_3^-$  passa para  $\text{NO}_2^-$ , e é mediada pela enzima Redutase do Nitrato ( $\text{RNO}_3$ ); a segunda nos cloroplastos, onde o  $\text{NO}_2^-$  passa para  $\text{NH}_4^+$ , mediada pela Redutase do nitrato ( $\text{RNO}_2$ ). No primeiro estágio, o agente, redutor é o NADH, originado na respiração, e no segundo estágio, nos cloroplastos, o agente redutor é a Ferredoxina, cujos elétrons são originados no Fotossistema I (FSI) da fase clara da fotossíntese: Assim, o  $\text{NO}_3^-$  absorvido pelas raízes, reduzido a  $\text{NH}_4^+$ , irá formar os diversos compostos orgânicos nitrogenados da planta.

Diversos são os fatores que afetam a redução do nitrato nas plantas, citando os genéticos e os ambientais. Dentro dos ambientais, o suprimento de  $\text{NO}_3^-$  às plantas e a intensidade luminosa são os mais importantes.

Em hidroponia, as soluções nutritivas usadas para alface, deve-se atentar para que a forma amoniacal ( $\text{N-NH}_4$ ), como regra geral, não ultrapasse de 15 a 20% da quantidade total de nitrogênio (N) na solução. O  $\text{N-NH}_4$  em concentrações superiores à citada é fitotóxico, reduzindo a produção e a quantidade visual do produto, como mostrado por (FAQUIM *et al.* apud HIDROPOMANIAS, 1994).

Um dos fatores, de grande influência ao acúmulo do nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é a baixa intensidade luminosa ou ausência de luz, é que nessas condições, não haveria nos cloroplastos, um fluxo de elétrons via Ferredoxina suficiente para a redutase do nitrato ( $\text{RNO}_2$ ) reduzir o  $\text{NO}_2^-$  a  $\text{NH}_4^+$  com o conseqüente acúmulo de  $\text{NO}_2^-$  (em baixas concentrações, pois é fitotóxico), promoveria uma inibição na atividade da redutase do nitrato ( $\text{RNO}_3$ ) no citoplasma acumulando assim, o  $\text{NO}_3^-$  absorvido (WRIGHT e DAVISON, apud HIDROPOMANIAS, 1964); (MAYNARD *et al.*, apud HIDROPOMANIAS, 1976).

(FURTINI NETO e FAQUIM apud HIDROPOMANIAS, 1996), analisaram o teor de ( $\text{NO}_3^-$ ) pelo método de (CATALDO *et al.* apud HIDROPOMANIAS, 1975), os teores de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), em folhas de alface cultivar Verônica, colhida aos 30 dias após o transplante (ponto comercial). A solução nutritiva utilizada foi a proposta por (FURLANI, 1995), condutividade mantida de 2 a 2,5  $\text{mS.cm}^{-1}$  (miliSiemens) e pH de 5,5 a 6,5; monitorados diariamente, e chegaram a seguinte conclusão (dados não publicados):

1. No período noturno não houve acúmulo de  $\text{NO}_3^-$  na alface hidropônica mas, sim, uma diminuição no seu teor em torno de 7%

2. Para a alface cultivada no solo sob estufa, na ausência de luz, houve um aumento do teor de  $\text{NO}_3^-$  em torno de 20%.

3. Considerando o acúmulo de  $\text{NO}_3^-$ , a colheita da alface hidropônica pode ser realizada a qualquer hora do dia.

4. Tanto para a alface hidropônica quanto para a cultivada no solo sob estufa, os teores de  $\text{NO}_3^-$  estiveram, nas condições analisadas, bem abaixo do limites máximos tolerados na Europa (3.500 a 4.500 ppm na matéria fresca) para essa hortaliça, não comprometendo, portanto, sua qualidade.

### 18. FORMULAÇÃO DE SOLUÇÃO

Segundo pesquisador científico Pedro Roberto Furlani, não existe uma solução nutritiva ideal para todas as culturas. A composição da solução nutritiva varia com uma série de fatores, tais como: a espécie de planta cultivada, idade da planta, época do ano, duração do fotoperíodo, fatores ambientais (temperatura, umidade e luminosidade) e parte da planta colhida.

Para uma melhor compreensão, será efetuado cálculo da solução nutritiva a partir dos dados recomendados (FURLANI, 1998).

QUADRO 5 - Concentrações de nutrientes (g/1.000L) para cultivo hidropônico de alface

| N- $\text{NO}_3$ | N- $\text{NH}_4$ | P  | K   | Ca  | Mg | S- $\text{SO}_4$ | B   | Cu   | Fe  | Mn  | Mo   | Zn   |
|------------------|------------------|----|-----|-----|----|------------------|-----|------|-----|-----|------|------|
| 174              | 24               | 39 | 183 | 142 | 38 | 52               | 0,3 | 0,02 | 2,0 | 0,4 | 0,06 | 0,06 |

Fonte: Furlani (1998).

QUADRO 6 - Relação de sais/fertilizantes usados como fontes de nutrientes para o preparo de soluções nutritivas

| Fertilizante (Macro nutrientes)  | Nutriente fornecido | Concentração (%) | Quant. para preparar 1mg/L de cada nutriente. (g/1.000L) | CE (sol.0,1%) (mS.cm <sup>-1</sup> ) |
|----------------------------------|---------------------|------------------|--|--------------------------------------|
| Nitrato de potássio              | N- $\text{NO}_3$    | 12               | 8,3  | 1,28                                 |
|                                  | K                   | 35               | 2,86   |                                      |
| Nitrato de cálcio Hydro especial | Ca                  | 19               | 5,26   | 1,18                                 |
|                                  | N- $\text{NO}_3$    | 14,5             | 6,9  |                                      |
|                                  | N- $\text{NO}_4$    | 1                | 100,00   |                                      |
| Fosfato monoamônio (MAP)         | N- $\text{NO}_4$    | 11               | 9,09   | 0,95                                 |
|                                  | P                   | 26               | 3,85   |                                      |
| Sulfato de magnésio              | Mg                  | 9,5              | 10,52  | 0,88                                 |
|                                  | S                   | 13               | 7,69   |                                      |

Fonte: Furlani (1999)

QUADRO 7 - Relação de sais/fertilizantes usados como fontes de nutrientes para o preparo de soluções nutritivas

| Fertilizante (Micronutrientes) | Nutriente fornecido | Concentração (%) | Quantidade para preparar 0,1 mg/L de cada nutriente. (g/1.000L) |
|--------------------------------|---------------------|------------------|---|
| Sulfato de cobre               | Cu                  | 13               | 0,77  |
| Sulfato de zinco               | Zn                  | 22               | 0,45  |
| Sulfato de manganês            | Mn                  | 26               | 0,38  |
| Bórax                          | B                   | 11               | 0,90  |
| Molibdato de sódio             | Mo                  | 39               | 0,26  |
| Ferilene (Fe EDDHA)            | Fe                  | 6                | 1,67  |

Fonte: Furlani (1999)

## 19. CÁLCULO DE SAIS (MACRONUTRIENTES)

### *Necessidade total de cálcio 142g*

*Fonte: Nitrato de cálcio Hydro especial*

|          |                             |
|----------|-----------------------------|
| 1ppmCa   | 5,26g/nitrato de cálcio     |
| 142ppmCa | X                           |
|          | X=746,92g/nitrato de cálcio |

Portanto: 746,92g/nitrato de cálcio possui: 108,30g/N-NO<sub>3</sub> e 7,46g/N-NH<sub>4</sub>

Subtraindo: 7,46g/N-NH<sub>4</sub> de 24g/N-NH<sub>4</sub> → 16,54g/N-NH<sub>4</sub> está faltando para suprir a necessidade de 24g/N-NH<sub>4</sub>, onde obteremos com o cálculo do fósforo.

### *Necessidade total de Fósforo 39g*

*Fonte: fosfato monoamônio (MAP)*

|                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| 1,0ppmN-NH <sub>4</sub>   | 9,09g/fosfato monoamônio (MAP)     |
| 16,54ppmN-NH <sub>4</sub> | X                                  |
|                           | X=150,34g/fosfato monoamônio (MAP) |

Portanto: 150,34g/fosfato monoamônio (MAP) possui 16,54g/N-NH<sub>4</sub>

### *Necessidade total de Magnésio 38g*

*Fonte: sulfato de magnésio*

|         |                               |
|---------|-------------------------------|
| 1ppmMg  | 10,52g/sulfato de magnésio    |
| 38ppmMg | X                             |
|         | X=399,76g/sulfato de magnésio |

Portanto: 399,76g/sulfato de magnésio possui 51,96g/enxofre (S)

### *Necessidade total Potássio 183g*

*Fonte: nitrato de potássio*

|         |                               |
|---------|-------------------------------|
| 1ppmK   | 2,86g/nitrato de potássio     |
| 183ppmK | X                             |
|         | X=523,38g/nitrato de potássio |

Portanto: 523,38g/nitrato de potássio possui: 62,80g/N-NO<sub>3</sub>

## 20. CÁLCULO DE SAIS (MICRONUTRIENTES)

### *Necessidade total de Ferro 2g*

*Fonte: ferrilene (Fe EDDHA)*

|          |                               |
|----------|-------------------------------|
| 0,1ppmFe | 1,67g/ferrilene (Fe EDDHA)    |
| 2,0ppmFe | X                             |
|          | X=33,4 g/ferrilene (Fe EDDHA) |



**Necessidade total de Molibdenio 0,06g**

**Fonte: molibdato de sódio**

|           |                             |
|-----------|-----------------------------|
| 0,1ppmMo  | 0,26g/molibdato de sódio    |
| 0,06ppmMo | X                           |
|           | X=0,156g/molibdato de sódio |

**Necessidade total de Boro 0,3g**

**Fonte: bórax**

|         |                |
|---------|----------------|
| 0,1ppmB | 0,90g/bórax    |
| 0,3ppmB | X              |
|         | X=2,70 g/bórax |

**Necessidade total de Manganês 0,4g**

**Fonte: sulfato de manganês**

|          |                             |
|----------|-----------------------------|
| 0,1ppmMn | 0,38g/sulfato de manganês   |
| 0,4ppmMn | X                           |
|          | X=1,52g/sulfato de manganês |

**Necessidade total de Zinco 0,06**

**Fonte: sulfato de zinco**

|           |                          |
|-----------|--------------------------|
| 0,1ppmZn  | 0,45g/sulfato de zinco   |
| 0,06ppmZn | X                        |
|           | X=0,27g/sulfato de zinco |

**Necessidade total de Cobre 0,02g**

**Fonte: sulfato de cobre**

|           |                           |
|-----------|---------------------------|
| 0,1ppmCu  | 0,77g/sulfato de cobre    |
| 0,02ppmCu | X                         |
|           | X=0,154g/sulfato de cobre |

**QUADRO 8 - Resultado do cálculo de adubos utilizados para preparar 1.000L de solução nutritiva**

| Sal - fertilizante       | g/1.000L |
|--------------------------|----------|
| Nitrato de cálcio Hydro  | 746,92   |
| Fosfato monoamônio (MAP) | 150,34   |
| Sulfato de magnésio      | 399,76   |
| Nitrato de potássio      | 523,38   |
| Ferrilene (Fe EDDHA)     | 33,4     |
| Molibdato de sódio       | 0,156    |
| Bórax                    | 2,70     |
| Sulfato de manganês      | 1,52     |
| Sulfato de zinco         | 0,27     |
| Sulfato de cobre         | 0,154    |

## 21. CÁLCULO PARA ESTIMATIVA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)

O cálculo da condutividade elétrica pode ser estimada, antes de ser adicionados os adubos no tanque, da seguinte maneira:

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Nitrato de cálcio Hydro          | $0,74692\text{Kg} \times 1,18 = 0,8813656$ |
| Fosfato monoamônio (MAP)         | $0,15034\text{Kg} \times 0,95 = 0,142823$  |
| Sulfato de magnésio              | $0,39976\text{Kg} \times 0,88 = 0,3517888$ |
| Nitrato de potássio              | $0,52338\text{Kg} \times 1,28 = 0,6699264$ |
| Condutividade elétrica estimada: | $2,045\text{mS.cm}^{-1}$ (miliSiemens)     |

## 22. AJUSTE DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

Para um bom monitoramento da solução nutritiva, é necessário que se faça análise laboratorial da solução durante o ciclo da cultura, para verificarmos a concentração de cada nutriente, e fazer os ajustes necessários. Com os ajustes e correções necessárias chega-se a uma solução adequada para os fatores adversos em que a produção hidropônica vem sendo desenvolvida.

Existem inúmeras maneiras de fazer o ajuste da solução nutritiva. Para fins demonstrativo será utilizada a seguinte: para elevarmos a condutividade elétrica a  $0,102\text{mS.cm}^{-1}$  (miliSiemens) ( $2,045/20$ ), deve-se dividir os adubos utilizados por 20, onde cada parte adicionada ao tanque elevará a condutividade elétrica a  $0,102\text{mS.cm}^{-1}$  (miliSiemens), ou dividir por 10, onde se estará elevando  $0,204\text{mS.cm}^{-1}$  (miliSiemens) ( $2,045/10$ ), a cada parte adicionada ao tanque.

Para fins de ajuste da solução, será demonstrado cálculos para uma determinada solução nutritiva.

### Exemplo I

QUADRO 9 - Análise laboratorial da solução nutritiva (g/1.000L)

| Elemento   | Símbolo             | Análise inicial da solução | Análise da solução após 15 dias | Interpretação     |
|------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Fósforo    | P                   | 39ppm                      | 42                              | OK                |
| Potássio   | K                   | 182ppm                     | 216                             | 34 ppm em excesso |
| Cálcio     | Ca                  | 142ppm                     | 100                             | 42 ppm em falta   |
| Magnésio   | Mg                  | 38 ppm                     | 43                              | OK                |
| Enxofre    | S                   | 52 ppm                     | 50                              | OK                |
| Ferro      | Fe                  | 2,0 ppm                    | 1,2                             | 0,8 ppm em falta  |
| Manganês   | Mn                  | 0,4 ppm                    | 0,5                             | OK                |
| Cobre      | Cu                  | 0,02 ppm                   | 0,03                            | OK                |
| Zinco      | Zn                  | 0,06 ppm                   | 0,07                            | OK                |
| Boro       | B                   | 0,3 ppm                    | 0,05                            | OK                |
| Molibdenio | Mo                  | 0,06 ppm                   | 0,05                            | OK                |
| pH         |                     | 6,3                        | 6,7                             | OK                |
| C.E.       | $\text{mS.cm}^{-1}$ | 2,04                       | 1,90                            | OK                |

Fonte: Unithal

A análise laboratorial feita após 15 dias, ( pode ser feita semanalmente) nos indica que o ajuste da solução não está sendo feita corretamente, pois se está adicionando excesso de K e adicionando em menor quantidade necessária de Ca e Fe. Portanto, deve-se fazer ajustes necessários para se manter a quantidade inicial solicitado pela cultura. Com o monitoramento constante da solução, obtém-se uma solução de ajuste adequada para as condições da água, temperatura, fotoperíodo, umidade, luminosidade e época do ano.

### 23. CORREÇÃO DA SOLUÇÃO

A análise laboratorial apresentou excesso de K, 34 ppm, portanto deve-se ser ajustado da seguinte maneira:

K-34 ppm em excesso, onde apresenta 35% de concentração na sua formulação (adubo).

Logo:  $34/0,35=97,14$  g/nitrato de potássio deve ser corrigido da solução ajuste para que não ocorra excesso no reservatório, isso demonstrou que ao longo de 35 dias, foi adicionado 97,14g/nitrato de potássio a mais do que o necessário.

O mesmo raciocínio deve ser feito para os demais nutrientes:

Ca - 42 ppm em falta, apresenta 19% de concentração na sua formulação (adubo).

Logo:  $42/0,19=221$ g/nitrato de cálcio Hydro, deve-se ser adicionado ao tanque, para suprir a falta e fazer o ajuste necessário da solução de ajuste para suprir o déficit nas reposições

Fe 0,8 ppm em falta, apresenta 6% de concentração na sua formulação (adubo).

Logo:  $0,8/0,06=13,33$ g/ferrilene deve ser adicionado ao tanque, e fazer o ajuste necessário da solução de ajuste para suprir o déficit nas reposições.

#### Exemplo II

QUADRO 10 - Análise laboratorial da solução nutritiva (g/1.000 litros)

| Elemento   | Símbolo             | Análise inicial da solução | Análise da solução após 35 dias | Interpretação     |
|------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Fósforo    | P                   | 39ppm                      | 42                              | OK                |
| Potássio   | K                   | 182ppm                     | 216                             | 34 ppm em excesso |
| Cálcio     | Ca                  | 142ppm                     | 235                             | 93 ppm em excesso |
| Magnésio   | Mg                  | 38 ppm                     | 43                              | OK                |
| Enxofre    | S                   | 52 ppm                     | 50                              | OK                |
| Ferro      | Fe                  | 2,0 ppm                    | 1,2                             | 0,8 ppm em falta  |
| Manganês   | Mn                  | 0,4 ppm                    | 0,5                             | OK                |
| Cobre      | Cu                  | 0,02 ppm                   | 0,03                            | OK                |
| Zinco      | Zn                  | 0,06 ppm                   | 0,07                            | OK                |
| Boro       | B                   | 0,3 ppm                    | 0,05                            | OK                |
| Molibdênio | Mo                  | 0,06 ppm                   | 0,05                            | OK                |
| pH         |                     | 6,3                        | 6,7                             | OK                |
| C.E.       | mS.cm <sup>-1</sup> | 2,04                       | 1,90                            | OK                |

Fonte: Unithal

Neste exemplo a solução deverá ser trocada, pois a concentração de Ca está em excesso, o que afeta a relação K/Ca.

## **24. VANTAGENS E DESVANTAGENS DE UM SISTEMA HIDROPÔNICO**

Hoje, com novas pesquisas, manejo da solução, controle das pragas, monitoramento das condições, a produção hidropônica tem apresentado inúmeras vantagens para o produtor, que serão listadas a seguir:

### **Vantagens**

- Trabalho mais leves em consideração aos realizados no plantio em solo.
- Produção em pequenas áreas, próximas aos grandes centros consumidores.
- Absoluto controle da água utilizada.
- Mínimo de desperdício de água e nutrientes.
- Redução no número de operações durante o ciclo cultural.
- Plantas uniformes e todas com alta qualidade.
- Precocidade na colheita.
- Produção durante todo o ano (fora de época - sazonalidade).
- Baixos riscos climáticos.
- Não exige rotação de cultura (100% de aproveitamento do terreno com a cultura desejada).
- Rápido retorno econômico.
- Fixação de mão-de-obra de tradição agrícola.
- Alta produtividade; não há necessidade de descanso da terra e durante uma safra é possível preparar-se a próxima.
- Racionalização de trabalho e economia de tempo, com a eliminação de etapas como irrigar, carpir, covear, estercar, fazer o controle de ervas daninhas e corrigir o solo.

### **Desvantagens**

- Custo inicial pode ser elevado.
- Rotinas regulares.
- Desconhecimento das técnicas hidropônicas: para esse tipo de investimento se requer boa habilidade técnica.
- Resistência dos produtores tradicionalistas.
- Dependência de eletricidade no caso de sistemas automáticos.

## 25. DISCUSSÃO

A hidroponia, veio ao encontro das dificuldades em produzir no campo em grande escala com a mínima área possível, próximo aos centros comerciais em áreas desprezados pelo cultivo tradicional, sem agredir o meio ambiente. Sendo uma alternativa viável e rentável para a produção de folhosas de alta qualidade em ambos os aspectos.

Em contrapartida exige conhecimento aprofundado em química, nutrição e fisiologia vegetal.

É um método que não permite erros, exigindo acompanhamento constante. Qualquer erro praticado no desenvolver da cultura poderá ocasionar perdas significativas ou totalmente da cultura.

Exige atualização constante nos meios de produção e controle de pragas, pois desenvolver das pesquisas, traz a tona métodos, para a obtenção de produtos com maior qualidade e precocidade a baixos custos. Grande conhecimento na aquisição de fertilizantes com alta solubilidade em água e sementes próprias para cada região e próprias para produção hidropônica.

Para a produção hidropônica, constatou-se que a produção em bancada individualizada permite controle total da cultura, manejo da solução e controle de doenças fúngicas e radiculares transmitidas via água.

Quanto a formulação da solução, deve estar formulada de acordo com as condições do local de produção, sendo influenciado por fatores adversos como: fotoperíodo, luminosidade, temperatura, qualidade da água e umidade relativa do ar.

## 26. CONCLUSÃO

A Produção hidropônica, é uma arte milenar, sendo cada vez mais aperfeiçoada e explorada para a obtenção de inúmeros produtos para o consumo humano, produtos ornamentais e produtos medicinais.

É um método alternativo de produção, que não agride o meio ambiente, exigindo conhecimento avançado em nutrição e fisiologia vegetal, associado com adequado planejamento de produção contínua, para suprir a demanda exigida pelo mercado consumidor.

Para se obter sucesso na produção, deve-se conhecer a qualidade da água, aspectos nutricionais da planta, formulação e manejo adequado da solução nutritiva e aquisição de adubos de alta solubilidade. Sem esses conhecimentos básicos, torna-se inviável o cultivo hidropônico.

É preciso utilizar água de boa qualidade e oxigenar a solução constantemente para obter um bom nível de absorção dos nutrientes.

A realização do estágio, permitiu acumular conhecimentos e aperfeiçoar métodos já praticados na produção hidropônica. Sendo engrandecedor para tomada de decisão em relação a inúmeras sugestões apresentada pela literatura já ultrapassada.

No cultivo hidropônico procura-se manter relativamente constante as concentrações dos nutrientes no meio de crescimento.

A hidroponia é fascinante, envolve todas as disciplinas do curso de Agronomia, sendo uma área extensa para pesquisa na produção de produtos hortícolas, que venham suprir as necessidades do ser humano.

É uma atividade rentável e lucrativa com baixo custo de produção. Exige pequenas áreas para produzir em grande escala, apresenta lucro superior ao cultivo tradicional, em curto período de tempo, conseqüentemente alto custo de implantação do sistema de produção, e grande conhecimento do assunto.

Com o estágio, pode ser observado e até desmitificada a idéia que a produção de hortaliças em cultivo protegido (hidroponia), em escala comercial não necessita do uso de produtos químicos para o controle de pragas, mas pelo contrário, utiliza-se, em menor quantidade em relação ao cultivo tradicional (solo).

Verifica-se que é uma atividade que não se encontra isolada e para administrá-la com eficiência, deve-se considerá-la, não apenas nos seus aspectos internos, mas também em seus relacionamentos com o ambiente.

## 27. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1979, 1985. p400.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: ed Agronômica Ceres, 1980. p251.
- FURLANI, P.R., BOLONHEZI, D.; SILVEIRA, L.C.P.; FAQUIN, V. **Estruturas para o cultivo hidropônico**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.20, nº200/201,1999. p72-80.
- MARTINEZ, H.E.P., et al. **Substratos para hidroponia**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, nº200/201, set./dez. 1999. p81-89.
- FAQUIN, V., et al. **Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, nº200/201, set./dez. 1999. p99-104.
- FURLANI, P.R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia - NFT**. Campinas, Instituto Agronômico,1998. p30.
- FURLANI, P.R., BOLONHEZI, D., SILVEIRA, L.C.P., FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas, Instituto Agronômico, 1999. p52.
- UNIVERSIDADE NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Departamento de Biología. **Hidroponía: Una esperanza para Latinoamérica**. Lima-Perú. Universidade Nacional Agraria La Molina, 1996. p392.
- UNIVERSIDADE NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Hydroponic Society of America. **Hidroponic Comercial: Una buena opción en agronegocios**. Lima-Perú: Universidade Nacional Agraria La Molina, 1997. p169.
- ALBERONI, R.B. **Hidroponia**. São Paulo: Nobel, 1998. p102.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas; tradução e notas | de | E. Malavolta**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e científicos; São Paulo, ed. Da Universidade de São Paulo, 1975. p341
- ARAÚJO, J.A.C., CASTELLANE, P.D. **Cultivo sem solo - hidroponia**. 2.<sup>a</sup> ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. p43.
- TEIXEIRA, N.T. **Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas**. Guaíba: Agropecuária, 1996. p86.

HIDROPOMANIAS & Cia: Primeiro boletim informativo sobre o cultivo sem solo do Brasil. Boletim, Charqueadas, SP Ano I(2). Abril, 1996, p4-5.

FURLANI, P.R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia NFT**. Campinas, Instituto Agronômico, 1995. p18.



# **28 ANEXOS**

# ***ANEXO 01***

Planta baixa sem escala

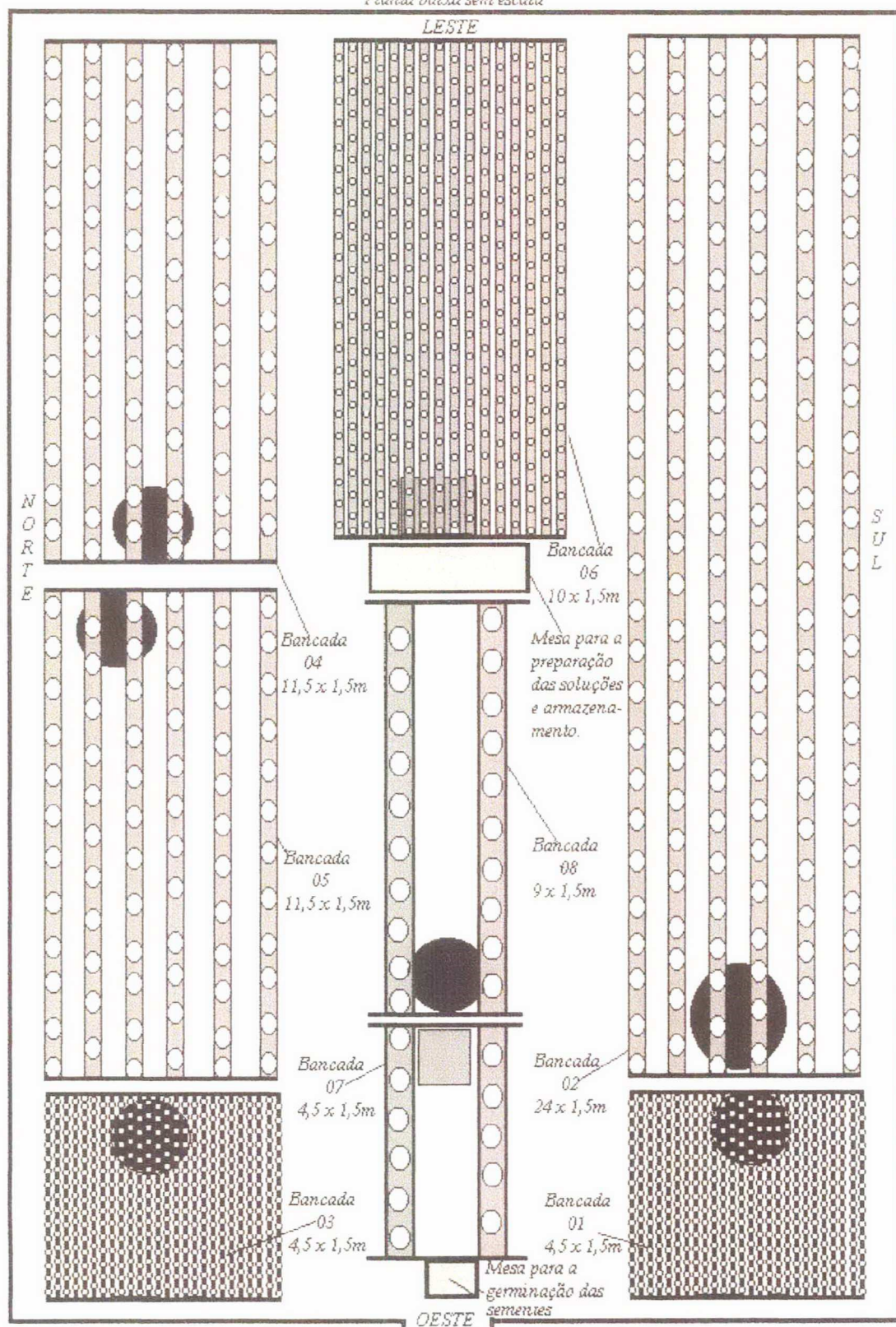




Foto 01



Foto 02

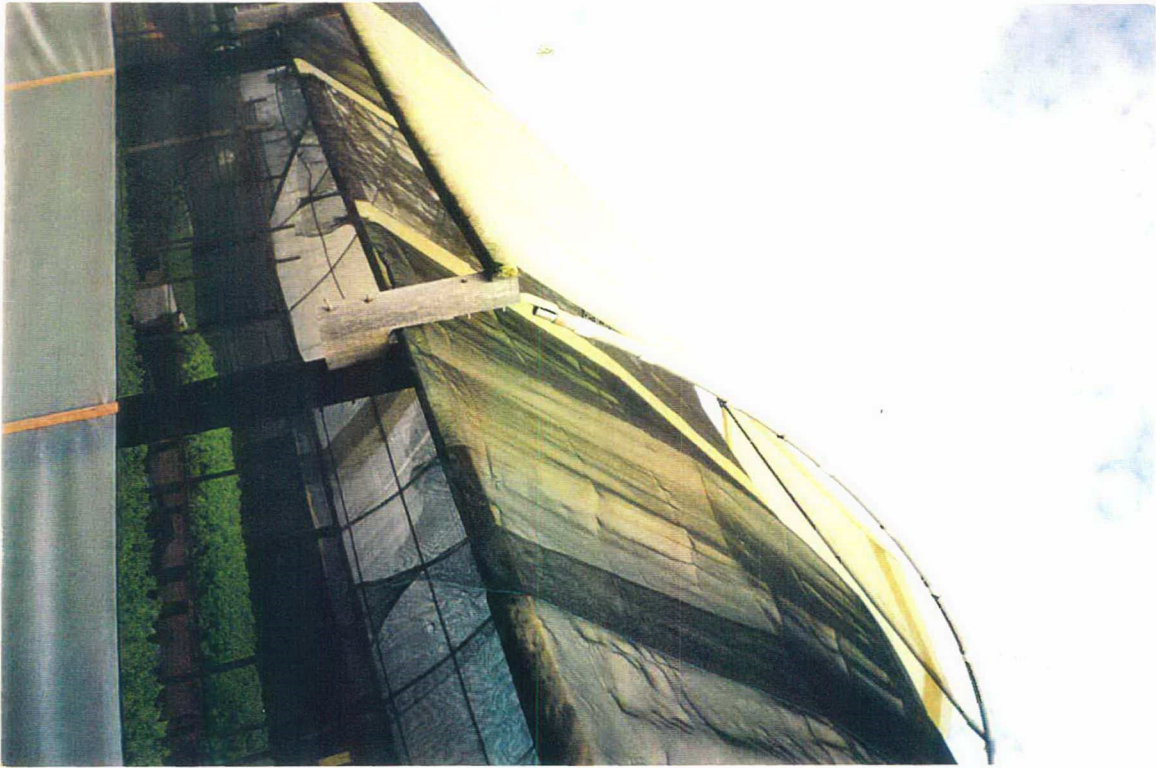


Foto 03



Foto 04



Foto 05



Foto 06



Foto 07



Foto 08



Foto 09



Foto 10





Foto 11



Foto 12



Foto 13

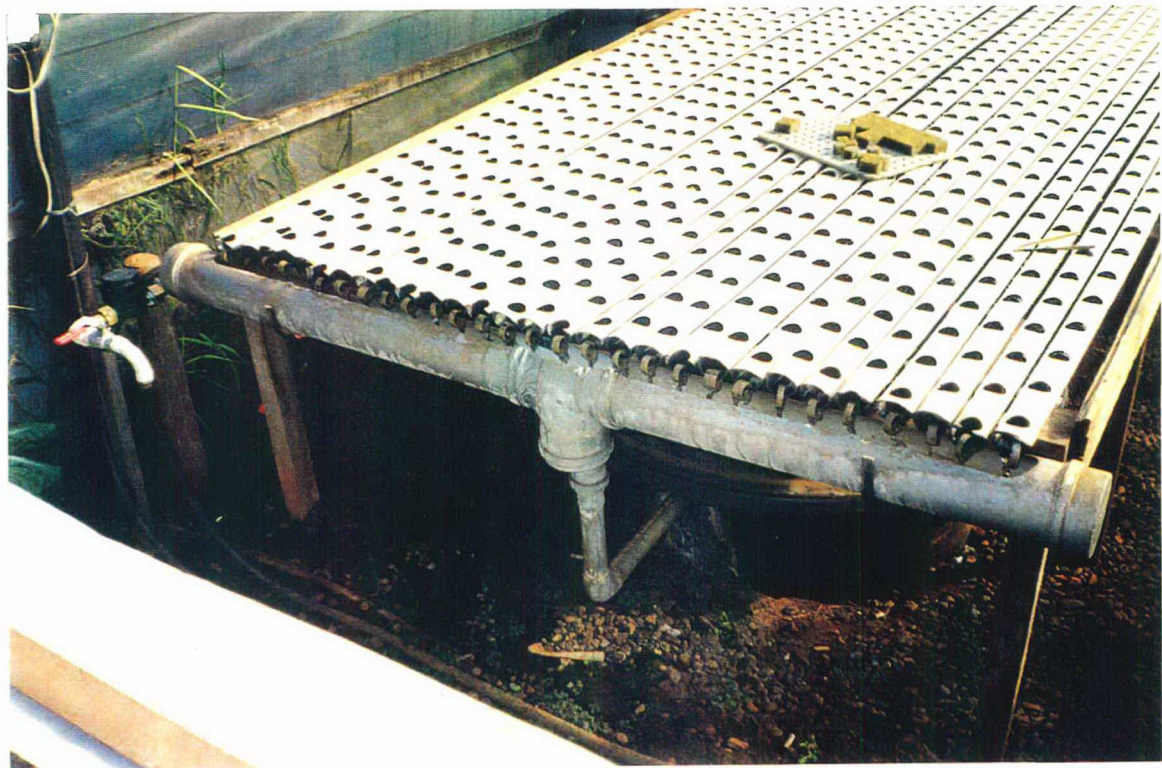


Foto 14



Foto 15



Foto 16

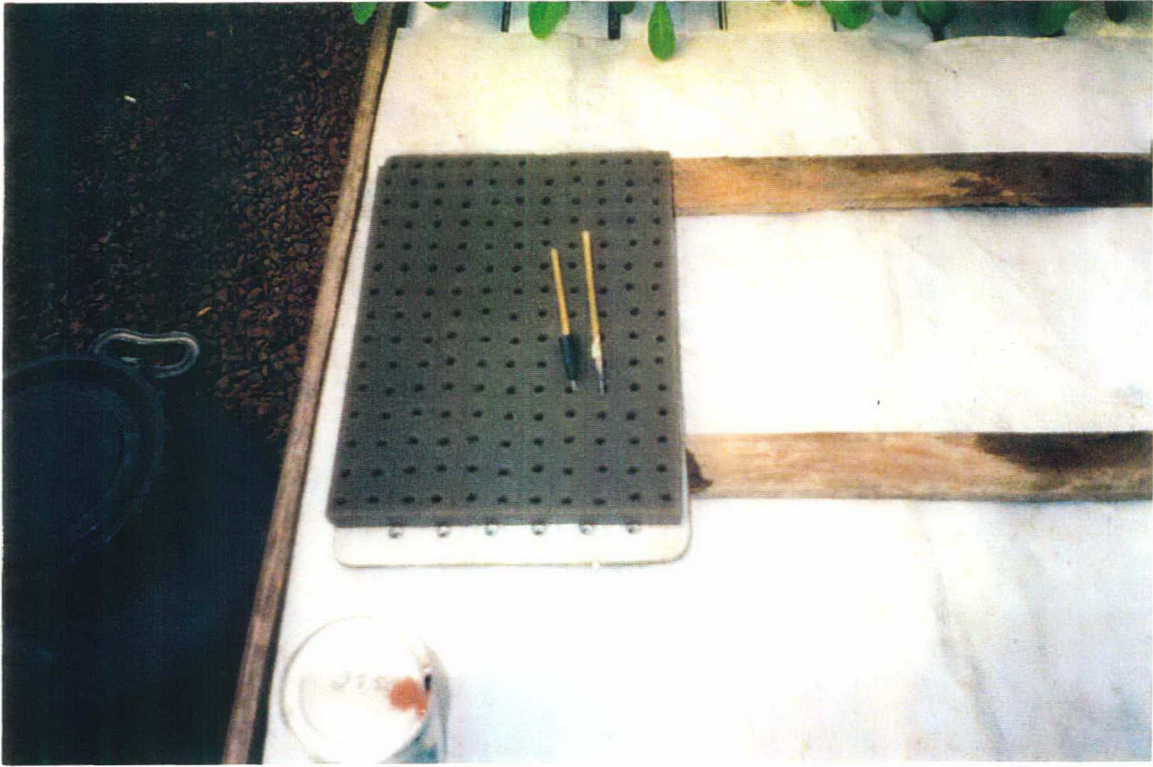


Foto 17



Foto 18



Foto 19



Foto 20