

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

DENISE PRESOTTO

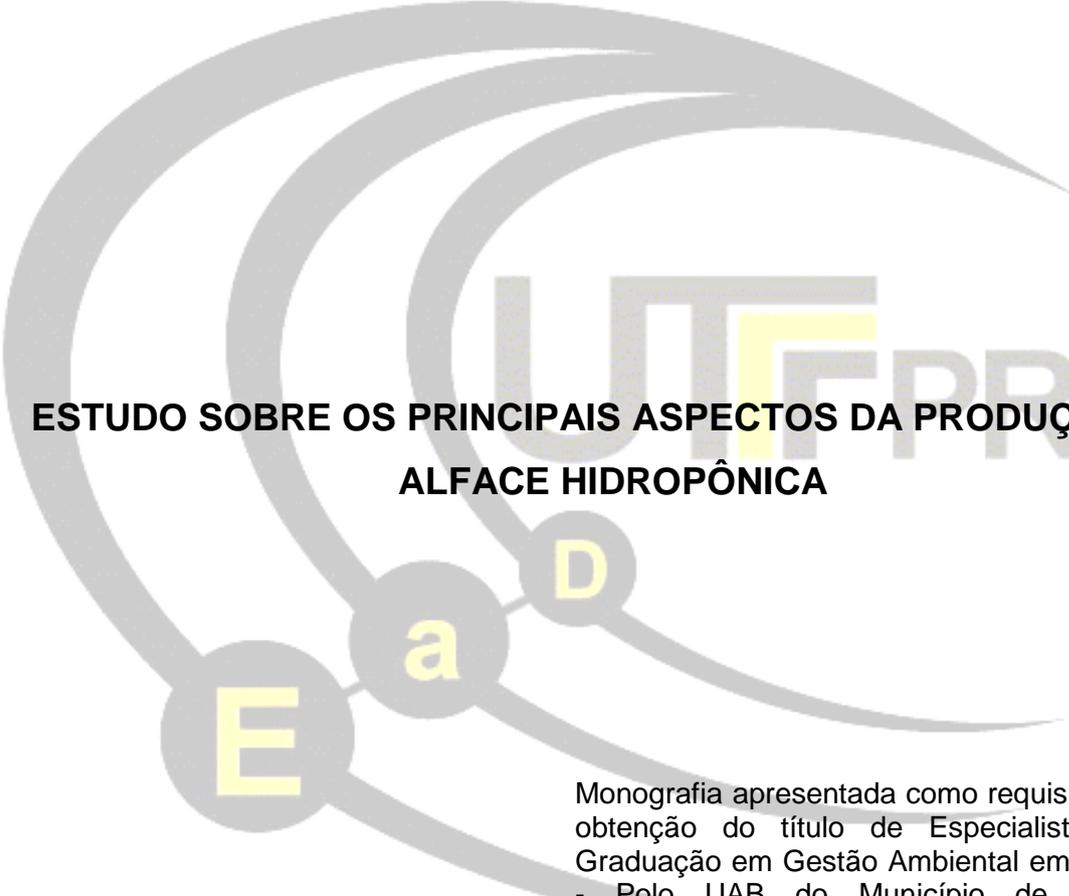
**ESTUDO SOBRE OS PRINCIPAIS ASPECTOS DA PRODUÇÃO DE  
ALFACE HIDROPÔNICA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2015

DENISE PRESOTTO



**ESTUDO SOBRE OS PRINCIPAIS ASPECTOS DA PRODUÇÃO DE  
ALFACE HIDROPÔNICA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios - Polo UAB do Município de Concórdia, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientador: Éder Lisandro de Moraes Flores

MEDIANEIRA

2015



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### Estudo Sobre os Principais Aspectos da Produção de Alface Hidropônica

Por:

**Denise Presotto**

Esta monografia foi apresentada às **12h do dia 11 de abril de 2015** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios - Polo de Concórdia, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Éder Lisandro de Moraes Flores  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(orientador)

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Eliane Rodrigues dos Santos Gomes  
UTFPR – Câmpus Medianeira

---

Prof<sup>a</sup>.Ma. Marlene Magnoni Bortoli  
UTFPR – Câmpus Medianeira

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

Aos meus pais, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase do curso de pós-graduação e durante toda minha vida.

Ao meu orientador

Ao professor Éder Lisandro de Moraes Flores pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais Cleuza Rosane Magnanie Nauri Merlini e os tutores a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia, em especial ao meu namorado que sempre esteve presente me ajudando me apoiando em todos os momentos.

Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer. (ALBERT EINSTEIN)

## RESUMO

PRESOTTO, Denise. Estudo sobre os principais aspectos da produção de alface hidropônica, 2015.67f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

Devido a mudanças no hábito alimentar o consumo de alface vem aumentando, sendo seu fornecimento diário, o ano todo, por isso o cultivo hidropônico tem sido adotado por muitos produtores. A hidroponia é uma técnica agrícola, que no qual são cultivadas plantas sem a necessidade do solo, e como fonte de seu desenvolvimento são os nutrientes necessários ao seu crescimento. A palavra Hidroponia, de origem grega, é formada pela composição das palavras HYDOR, que significa água, e PONUS (do grego antigo), significando trabalho, no sentido de obra executada. A Hidroponia pode utilizar o solo, desde que este esteja isento de matérias passíveis de biodecomposição, e de sais minerais, organo-minerais ou orgânicos, passíveis de dissolução e ionização em água. Praticase Hidroponia normalmente, nas areias de desertos. A História da Hidroponia, remonta às civilizações antigas, desde a Egípcia e a Chinesa, passa pela Civilização Asteca na América Central, e chega aos nossos dias, quando se conclui que sua aplicação é a única forma de produzirmos alimentos frescos para os futuros astronautas, em viagens espaciais, e na sua estadia em estações no espaço. No presente trabalho, foi feita uma pesquisa bibliográfica enfocando os principais aspectos da produção de alface por hidroponia como uma boa alternativa de renda para pequenos produtores rurais e elencar as principais vantagens da técnica com relação ao desenvolvimento sustentável e produção de alimentos saudáveis e seguros para os consumidores. E também buscando soluções para minimizar impactos ambientais, como contaminação e poluição do solo e água...

**Palavras-chave:** Hidroponia. Lactuca sativa. Agricultura sustentável.

## ABSTRACT

PRESOTTO, Denise. Study on the production of Study on the main aspects of hydroponic lettuce production, 2015.67f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

Due to changes in eating habits the lettuce consumption is increasing, and its daily supply, year-round, so the hydroponic cultivation has been adopted by many producers. Hydroponics is an agricultural technique, in which plants are grown without soil, and as a source of development are necessary nutrients for their growth. The Hydroponics word of Greek origin, is formed by the composition of HYDOR words meaning water, ePONOS (ancient Greek), meaning work, to work executada. A Hydroponics can use the soil as long as it is free of materials capable of biodecomposição, and mineral salts, organo-mineral or organic, capable of ionisation and dissolution in water. Hydroponics is practiced normally on the sands of deserts. The History of Hydroponics, dating back to ancient civilizations, from Egyptian and Chinese, passes through the Aztec civilization in Central America, and reaches our days, when it is determined that your application is the only way to produce fresh food for future astronauts, in space travel, and stay at stations in space. In this study, a literature search focusing on the main aspects of lettuce production for hydroponics as a good alternative source of income for small farmers and list the main advantages of the technique in relation to sustainable development and production of healthy and safe food was made for consumers. And also seeking solutions to minimize environmental impacts such as pollution and soil pollution is water.

**Keywords:** Hydroponics. Lactuca sativa. Sustainable agricultura

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 01- Sintomas Visuais Gerais de Excesso de Nutrientes em Vegetais.....	50
Tabela 02- Funções dos Nutrientes de Plantas.....	51
Tabela 03- Composição de Alguns Adubos Empregados em Hidroponia (Macronutrientes).....	52
Tabela 04- Composição de Alguns Adubos Empregados em Hidroponia (Micronutrientes).....	52

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....</b>	<b>12</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
3.1 HISTÓRICO DA HIDROPONIA.....	13
3.1.1 Necessidades de sua Sobrevivencia.....	16
3.1.2 Pureza da Água.....	17
3.2 ANÁLISE E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA HIDROPÔNICO .....	19
3.3 CASA DE VEGETAÇÃO OU ESTUFA.....	25
3.3.1 Efeito Estufa .....	26
3.3.2 Modelos de Estufa.....	27
3.3.3 Manejos da Estufa.....	27
3.4 APARELHOS DE MEDIÇÃO.....	29
3.5 RESERVATÓRIO .....	30
3.6 CONJUNTO MOTOBOMBA.....	32
3.7 PERFIS E BANCADAS .....	32
3.7.1 Tipo e Finalidade.....	33
3.7.2 Berçário ou Pré-Crescimento .....	35
3.8 BOTÂNICA E GRUPOS DE ALFACE .....	36
3.9 INFLUENCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DE ALFACE .	37
3.10 CONSUMO DE ÁGUA EM ALFACE HIDROPONICA .....	39
3.11 EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM ALFACE HIDROPONICA .....	40
3.12 TIPOS DE ALFACE HIDROPONICA.....	41
3.13 HIDROPONIA.....	43
3.13.1 Produção de Alface pelo Sistema Hidropônico .....	44
3.13.2 Formações de Mudas de Alface.....	44
3.13.3 Produção de Mudas para Hidroponia .....	45
3.14 NUTRIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS .....	48

3.15 SOLUÇÃO NUTRITIVA.....	51
Aubos .....	51
3.16 DOENÇAS E PRAGAS NA HIDROPONIA.....	53
3.17 INSTRUÇÕES E CURIOSIDADE NA COLHEITA DA HIDROPONIA .....	57
3.18 ALTERNATIVA DE RENDA PARA PEQUENOS PRODUTORES?.....	60
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa*), originária da Europa e da Ásia, veio para o Brasil com os colonizadores portugueses. É uma planta hortense, utilizada na alimentação humana desde aproximadamente 500 anos antes de Cristo. É rica em água, fibras, fósforo, potássio e ferro. Auxilia no transporte de oxigênio em nosso organismo, na digestão e no bom funcionamento do intestino. Chás feitos de seus talos possuem propriedades calmantes na cultura popular que também é usada como remédio contra insônia (MEHL, 2014).

A alface é dividida três grupos: alface tipo americana, alface tipo crespa e alface tipo lisa. É cultivada em todo o mundo e podemos encontrar inúmeras variedades de folhas, formas, texturas, tamanhos e cores. Pode ser cultivada no solo ou sem o solo, que é o processo hidropônico onde as raízes recebem uma solução nutritiva balanceada que contém água e todos os nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento.

Apesar de a hidroponia ser bastante antiga, é uma atividade nova aqui no Brasil. A alface é a cultura preferida por 95% dos hidroponicultores do país. Através dessa técnica de cultivo, além de se obter vegetais de alta qualidade, será usada uma área menor, possibilitando também a colheita antecipada. A água, os defensivos e os nutrientes são utilizados de maneira bem mais eficiente.

Tubos de policloreto de vinila (PVC) são um dos materiais mais comuns utilizados na montagem da estrutura dos canais de cultivo hidropônicos no Brasil. Um dos motivos são os preços razoáveis. E como são rígidos e fechados, fornece apoio e sustentação suficientes para a maioria das plantas.

A hidroponia é uma ferramenta poderosa na preservação e uso da água, representando uma economia de dez vezes menos, quando comparado ao sistema de cultivo tradicional, por exemplo, irrigação feita no solo. Ainda na questão ambiental, a quantidade de defensivos utilizada é mínima, evitando os problemas de poluição dos rios e do solo. A hidroponia garante maior qualidade e confiança de consumo, favorecendo o bem-estar do consumidor. Outra grande vantagem da folha hidropônica é o menor risco de contaminação. “A alface plantada na terra pode receber micro-organismos da água usada para regá-la ou pela absorção da raiz”.

Por meio de técnicas simples, a maioria das poucas pragas caso exista, pode ser controlada e prevenida (MENDONÇA et al.,1998).

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Esse trabalho foi realizado através de pesquisa bibliográfica feitas em livros, sites na internet. Além disso, a técnica de cultivo hidropônico foi demonstrada de um viveiro florestal. Onde nesta empresa há uma plantação de alface hidropônica e após esse processo e comercializado dentro da mesma cidade e em seu entorno.

Neste viveiro florestal são cultivadas plantas hidropônicas, e depois comercializadas dentro da cidade. Porem esta cidade esta localizada no meio-oeste catarinense com clima subtropical úmido.

Porem esse trabalho tem o objetivo de avaliar os principais aspectos da produção de alface por hidroponia como uma boa alternativa de renda para pequenos produtores rurais. E a varias vantagens dessa técnica com relação ao desenvolvimento sustentável e produção de alimentos saudáveis e seguros para os consumidores, sem prejudicar o meio ambiente sendo o solo e a água.

### 3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 HISTÓRICO DA HIDROPONIA

A Hidroponia é uma técnica bastante usada em todo o mundo e seu uso está crescendo em muitos países. Sua importância não é somente pelo fato de ser uma técnica para investigação hortícola e produção de vegetais; também está sendo empregada como uma ferramenta para resolver um amplo leque de problemas, que incluem tratamentos que reduzem a contaminação do solo e da água subterrânea, e manipulação dos níveis de nutrientes no produto (FURLANI et al., 1978).

A hidroponia ou hidropônica, termos derivados de dois radicais gregos (*hydor*, que significa água e *ponos*, que significa trabalho), está-se desenvolvendo rapidamente como meio de produção vegetal, sobretudo de hortaliças sob cultivo protegido. 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, *apud* FURLANI et al., 1999).

Apesar de o cultivo hidropônico ser bastante antigo, foi somente em meados de 1930 que se desenvolveu um sistema hidropônico para uso comercial, idealizado por W. F. Gericke da Universidade da Califórnia.

Segundo DONNAN (2003), a primeira produção efetiva de grande escala não ocorreu até a Segunda Guerra Mundial. O exército dos Estados Unidos estabeleceu unidades hidropônicas por inundação e drenagem, em várias ilhas áridas dos Oceanos Pacífico e Atlântico, usadas como pontos de aterrissagem. Isto foi seguido por uma unidade de 22 hectares (55 acres) em Chofu, Japão, para alimentar com hortaliças frescas as forças de ocupação. No entanto, o uso desta técnica sobre circunstâncias normais provou não ser comercialmente viável. Uma vez que Chofu fechou, apenas restou um punhado de pequenas unidades comerciais disseminadas ao redor do mundo, totalizando menos de 10 hectares.

Em 1955 foi fundada a Sociedade Internacional de Cultivo Sem Solo (ISOSC) por um pequeno grupo de dedicados cientistas. Naqueles primeiros anos,

freqüentemente estiveram sujeitos ao ridículo por perseguirem uma causa que comercialmente foi considerada inútil e irrelevante.

O primeiro uso comercial significativo não ocorreu até a metade da década de 1960, no Canadá. Existia uma sólida indústria de estufas de vidro em Columbia Britânica, principal produtor de tomates, que chegou a ser devastado por enfermidades do solo. Eventualmente, a única opção para sobreviver foi evitando o solo, pelo uso da hidroponia. A técnica que usaram foi rega por gotejamento em bolsas de serragem. Os recentes avanços técnicos também ajudaram especialmente ao desenvolvimento de plásticos e fertilizantes. No decorrer desta década, houve um aumento de investimento na investigação e desenvolvimento de sistemas hidropônicos. Também houve um pequeno aumento gradual na área comercial que estava sendo utilizada.

O seguinte maior avanço veio como resultado do impacto da crise do petróleo, sobre o custo de calefação da indústria de estufas em rápida expansão na Europa. Devido ao enorme incremento nos custos da calefação, os rendimentos chegaram a ser ainda mais importantes, assim os produtores e investigadores começaram a ver a hidroponia como um meio para melhorar a produção. Na década de 1970, o cultivo em areia e outros sistemas floresceram e logo desapareceram nos Estados Unidos. O sistema NFT (do inglês, *Nutrient Film Technique*) foi desenvolvido, assim como o meio de crescimento denominado lã de rocha. Por volta de 1979, o grande volume de produção em estufas continuou aumentando. O nível mundial a área hidropônica esteve ao redor de apenas 300 hectares (75 acres).

A detecção de níveis significativos de substâncias tóxicas nas águas subterrâneas em regiões da Holanda em 1980 resultou no uso de esterilização do solo em estufas sendo progressivamente proibido. Isto levou a um rápido abandono do solo, através da hidroponia, a técnica mais popular foi lã de rocha alimentada por regas por gotejamento.

Seguindo os evidentes êxitos na Holanda, houve uma rápida expansão na produção hidropônica comercial em muitos países ao redor do mundo. Utilizando sistemas que diferem amplamente de país a país, a área mundial hidropônica aumentou cerca de 6.000 hectares (15.000 acres) no ano de 1989. A hidroponia agora foi alterada de uma “curiosidade irrelevante” a uma significativa técnica hortícola, especialmente em segmentos de flor cortada e hortaliças para saladas.

Ao longo dos anos 1990, a expansão continuou ainda que a taxa de incremento tenha diminuído notavelmente no norte da Europa. Alguns países tais como Espanha se desenvolveu muito nos últimos anos, e não sabemos se a área hidropônica de algum país tenha diminuído nesta década.

No lado técnico, estão sendo usados uma ampla gama de substratos incluindo alguns novos. Desenvolveram-se um número de versões modificadas de técnicas já existentes, mas nenhuma teve maior impacto. Sem dúvida, os equipamentos de rega e equipamentos de controle e as técnicas têm melhorado muito, como ter métodos de desinfecção de soluções nutritivas recirculantes. No entanto, não apareceu uma nova técnica hidropônica significativa nos últimos 20 anos.

O cultivo sem solo proporciona um bom desenvolvimento das plantas, bom estado fitossanitário, além das altas produtividades quando comparado ao sistema tradicional de cultivo no solo. Quando utiliza apenas meio líquido, associado ou não a substratos não orgânicos naturais, pode-se utilizar o termo cultivo ou sistema hidropônico (CASTELLANE; ARAUJO, 1995).

Segundo FURLANI et al., (1999), no Brasil, tem crescido nos últimos anos o interesse pelo cultivo hidropônico, predominando o sistema NFT (Nutriente filmtechnique). Muitos dos cultivos hidropônicos não obtêm sucesso, principalmente em função do desconhecimento dos aspectos nutricionais desse sistema de produção que requer formulação e manejo adequados das soluções nutritivas. Outros aspectos que interferem igualmente nos resultados relacionam-se com o tipo de sistema de cultivo. Para a instalação de um sistema de cultivo hidropônico, são necessário que se conheça detalhadamente as estruturas básicas que o compõem (CASTELLANE; ARAUJO, 1994; COOPER, 1996; FAQUIN et al., 1996; MARTINEZ; SILVA FILHO, 1997; FURLANI, 1998). Os tipos de sistema hidropônico determinam estruturas com características próprias, entre os mais utilizados estão:

- ✓ Sistema NFT (Nutrientfilmtechnique) ou técnica do fluxo laminar de nutrientes: composto basicamente de um tanque de solução nutritiva, de um sistema de bombeamento, dos canais de cultivo e de um sistema de retorno ao tanque. A solução nutritiva é bombeada aos canais e escoada por gravidade formando uma fina lâmina de solução que irriga as raízes.
- ✓ Sistema DFT (do inglês, Deepfilmtechnique) ou cultivo na água ou "floating": a solução nutritiva forma uma lâmina profunda (5 a 20 cm) na qual as raízes

ficam submersas. Não existem canais, e sim uma mesa plana em que a solução circula por meio de um sistema de entrada e drenagem característico.

- ✓ Sistema com substratos: para a sustentação de hortaliças frutíferas, de flores e outras culturas, cujo sistema radicular e cuja parte aérea são mais desenvolvida, utilizam-se canaletas ou vasos cheios de material inerte, como areia, pedras diversas (seixos, brita), vermiculita, perlita, lã-de-rocha, espuma fenólica ou espuma de poliuretano; a solução nutritiva é percolada através desse material e drenada pela parte inferior dos vasos ou canaletas, retornando ao tanque de solução.

Na hidroponia, cujos sistemas são mais caros e exigentes no manejo, as expectativas de produção em quantidade, qualidade e segurança são maiores do que nas culturas que são produzidas de forma tradicional. Uma vez que na hidroponia, a planta encontra, em ótimas condições, os elementos que necessita (água, nutrientes, oxigênio, etc.), pode haver grandes oscilações de produção, dependendo do controle correto ou incorreto dos fatores de produção fornecidos à planta.

Como o objetivo do presente trabalho é promover a técnica, é importante esclarecer que a hidroponia não é estática, não exhibe resultados matemáticos, pois se está trabalhando com vida. O fator biológico é por si só, variável, dinâmico e está sempre em evolução. Portanto, muito mais se aprenderá com a prática do que com a simples leitura deste trabalho.

Toda planta para o seu desenvolvimento precisa de basicamente 5 fatores: apoio, água, sol, ar e nutrientes. A hidroponia provê todos estes fatores independentemente do solo, que é a fonte maior de patógenos, e ainda mais, fornecendo uma proteção às intempéries mais fortes por meio de casas de vegetação. Todas as plantas precisam de certas condições para se desenvolver com saúde. Prover todas elas é a função de qualquer cultivo e o que determina a qualidade daquilo que se vai produzir (FAQUIM et al., 2000).

### 3.1.1 Necessidades de sua Sobrevivência

As plantas para sobreviver necessitam de várias composições, exemplos...

**Luz:** É através de a luz solar que as plantas adquirem energia, por meio de suas folhas para fazer a fotossíntese. Portanto, a menor incidência de luz significa menor

crescimento. As hortaliças em geral precisam de radiação direta e não apenas claridade. (FURTINI et al., 1995)

**Ar – Oxigênio/CO<sub>2</sub>:** É de extrema importância o oxigênio para o crescimento das plantas para poder se alimentar. Ela retira do ar ou da própria solução nutritiva o oxigênio dissolvido. Quanto mais concentração de oxigênio dissolvido na solução melhor a absorção de nutrientes. Para conseguir aminoácidos e proteínas ela absorve o carbono do ar.

**Nutrição:** Utilizando elementos químicos combinados com carbono a planta cria suas estruturas: raízes, folhas, flores e frutos. Composição e concentração dos nutrientes na solução determinam a saúde, tamanho e grau de crescimento da planta.

**Acidificação e alcalinidade:** O pH influencia no comportamento de certos elementos e o seu controle permite que as plantas se alimentem corretamente evitando deficiências. Alguns elementos não se dissolvem e se precipitam se o pH não estiverem em níveis de pH adequados. A faixa ideal de trabalho é de 5,5 a 6,5 (FAQUIM et al., 2000).

**Temperatura:** A temperatura é de extrema importância em todo o processo hidropônico, pois ela pode interferir e também pode provocar deficiência nutricional

**Areção/Ventilação:** Como as plantas utilizam CO<sub>2</sub> no processo, precisam de ar fresco sempre renovado. Da mesma forma uma boa ventilação ajuda a planta a se alimentar, pois precisam transpirar pelas folhas para sugarem pelas raízes. A escolha da estufa é fundamental neste aspecto (FAQUIM et al., 2000).

### 3.1.2 Pureza da Água

A água é o muito importante no processo e deve ser pura e potável. Portanto a análise da água é essencial para identificar qualquer contaminação, que possam

prejudicar as plantas. O ideal é ter muito cuidado com águas de rios e lagos que não mantêm um padrão de qualidade e requer análises freqüentes.

A hidroponia vem evoluindo constantemente e tomou um grande impulso nos últimos anos alicerçada nas pesquisas acadêmicas, no desenvolvimento de técnicas e tarefas pelos produtores e também pela pesquisa e desenvolvimento gerado pela Hidrogood que mantém parcerias com mais de 40 universidades e órgãos de pesquisa no Brasil e no exterior, bem como acompanha seus clientes numa troca de informações permanente (FAQUIM et al., 2000).

Por esta razão, acompanhando o desenvolvimento da técnica em todo o mundo, é fácil afirmar que no Brasil estamos muito avançados neste tipo de cultivo e nos materiais e insumos necessários ao seu crescimento (BLISKA et al., 1996).

O horticultor hidropônico hoje no Brasil se destaca do tradicional e percebeu nesta técnica uma eficiência e qualidades que trazem grandes benefícios financeiros e ambientais. Esta visão voltada ao futuro os encaminhou a esta técnica que se firma como a mais avançada na olericultura. O hidroponista é além de agricultor, um pesquisador e um homem de negócios com uma visão empresarial (FAQUIM et al., 2000).

O cultivo de hortaliças em hidroponia é uma técnica que vem se aprimorando e conquistando adeptos no exterior e no Brasil há vários anos devido às suas vantagens em relação ao cultivo tradicional no solo. Entre as várias vantagens, destacamos as seguintes: Melhor ergonomia (posição de trabalho) pelo uso de bancadas que permitem o trabalho em posição ereta e não curvado sobre o solo. Isto torna o trabalho mais leve, melhora a eficiência e reduz a mão-de-obra.

Melhor higiene no cultivo pelo maior controle dos nutrientes e água utilizados. A água de irrigação é pura e os fertilizantes puros, sem contaminações, criando uma planta saudável e de qualidade excelente (FAQUIM et al. 2000)

Maior garantia de fornecimento ao cliente por se tratar de cultivo protegido. As intempéries fortes estragam os cultivos de solo, trazendo prejuízos por destruir as colheitas (BLISKA et al., 1998).

Maior tempo de prateleira para a comercialização do produto. Quando o produtor colhe no solo tem que matar a planta cortando a sua raiz para colher. Neste instante inicia-se a sua degradação. O produto hidropônico é colhido com sua raiz e a planta vai viva para a comercialização. Isto dá 5 dias de prateleira contra 2 do produto colhido na terra (BLISKA et al., 1998).

Alta qualidade do produto e maior rapidez na colheita. Uma planta protegida e bem alimentada cresce com a melhor qualidade possível. A ergonomia e a eliminação da tarefa de cortar a raiz agiliza o embalamento. Maior produtividade. A alimentação balanceada faz com que a planta diminua o seu ciclo de crescimento em relação ao cultivo tradicional. O produtor hidropônico pode colher de 2 a 3 safras a mais por ano. O uso de berçário com otimização do espaço permite produzir cerca de 30% a mais no mesmo espaço que o cultivo no solo (BLISKA et al., 1998)

O solo não é utilizado na hidroponia por isso não há degradação do mesmo.

A independência do solo permite o cultivo bem próximo ao consumidor final. Retorno rápido do investimento e menor custo de operação. O custo de cultivo é geralmente menor no sistema hidropônico pelas vantagens já apresentadas e com um produto de melhor qualidade o preço pode ter um diferencial também. Com um custo menor de operação a amortização do equipamento se dará de forma mais rápida, permitindo um reinvestimento e crescimento mais rápido também. Economia de água e respeito ao meio ambiente. Como a perda de água se dá apenas por evapotranspiração enquanto que no solo faz-se a irrigação em uma área e a planta aproveita apenas uma parcela. Em geral esta economia fica em torno de 70%.

Também não há excesso de nutrientes acrescentados ao solo (BLISKA et al., 1998)

Confiabilidade expressa pela embalagem que mostra a responsabilidade do produtor em relação ao consumidor. O produto hidropônico é embalado e na embalagem constam os dados do produtor. Isto dá ao consumidor final uma garantia de qualidade e sanidade (FAQUIM et al., 2000).

Evidentemente que não há apenas vantagens, já que o sistema exige um investimento inicial no equipamento e certo conhecimento técnico a ser adquirido em cursos especializados. No entanto este investimento financeiro e intelectual compensa pelo rápido “payback” e o melhor lucro subsequente (FURLANI et al., 1999).

### 3.2 ANÁLISE E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA HIDROPÔNICO

Antes de se instalar um sistema hidropônico, de vem alguns fatores de fundamental importância para o sucesso do empreendimento. Isso também depende

muito de região a região com todas suas características culturais, sociais e climáticas. O segundo praticamente em função da característica climática e do conhecimento específico adquirido pelo produtor. Destacam-se alguns pontos para orientar estas avaliações. Não é uma regra, mas uma das orientações sugeridas. Empresas como o SEBRAE podem ajudar na confecção de um Plano de Negócios que permita avaliar a viabilidade financeira do negócio (ALBERONI et al., 1998).

- **Mercado:** fazer uma pesquisa em mercados consumidores da região, fazer um trabalho de pesquisa em possíveis pontos-de-venda: supermercados, quitandas, varejões, restaurantes, hotéis, bares, cozinhas industriais, condomínios, etc.

Conversando com estes possíveis clientes podemos determinar locais de entrega, preços, prazos, frequência de entrega, quantidade, tipos e variedades de hortaliças, etc. Esta análise é fundamental, pois através dela é que se pode dimensionar a produção e calcular todo o investimento, o retorno e o lucro. Por outro lado pode-se ter uma idéia melhor dos produtos que este mercado potencialmente consumiria.

É a primeira e a mais importante análise a ser feita. Implantar uma instalação hidropônica e depois sair em busca de clientes é meio caminho andado para o fracasso. Investimento é coisa séria e deve ser tratado como tal. (ALBERONI et al., 1998).

- **Topografia:** segundo ALBERONI (1998) o local, de preferência deve apresentar um pouco de inclinação (em torno de 5%), embora possam ser utilizados terrenos com grandes inclinações (declividade superior a 20%); deve ser observada a questão da água de qualidade, ventos, proximidade de mão-de-obra, facilidade de escoamento da produção e de obtenção de insumos. Não se esquecer de prever o crescimento, pois uma mudança futura para ampliação é trabalhosa e de alto custo. Ventos moderados ou com proteção contra ventos, bons ventilação, boa insolação, água de boa qualidade e padrão constante. Ter um ótimo acesso isso permite a facilidade de obtenção de trabalhadores, facilidade na entrega de produtos e facilidade na obtenção de insumos e assistência técnica. O ideal é ter uma boa localização facilitando assim a entrega a mercados consumidores que melhor se determinaria o local adequado. Quanto mais perto do centro consumidor, menor o custo de frete. Isto também permite a venda no próprio local de cultivo.

- **Orientação:** segundo ALBERONI et al.,1998, com relação ao aproveitamento da luminosidade e carga térmica, são recomendadas a orientação norte-sul. Pesquisas realizadas de que esse posicionamento oferece um aproveitamento da energia solar (luz calor) 26% superior em relação leste-oeste.
- **Marketing de vendas:** é essencial para fazer ver ao cliente que se trata de produto diferenciado, com inúmeras vantagens (como citado anteriormente) e em sintonia com a atual demanda de mercado por qualidade e garantia.

A hidroponia ainda não é tão difundida como gostaríamos, por isso é importante que o produtor saiba vender e mostrar ao cliente as vantagens do produto hidropônico, tais como: garantia de fornecimento (mesmo com chuva, que destrói cultivos no solo), qualidade e segurança do produto cultivado (higiene, a planta com raiz mantém mais o viço, etc.), responsabilidade (o produto é entregue embalado com nome do produtor), tempo de prateleira (5 dias contra 2 do cultivado no solo).

O sistema de comercialização também pode tomar várias formas que vão desde venda direta no local de produção, entrega direta ao cliente ou venda a distribuidor. As faixas de preço e conseqüentemente lucro vão variar. Vender diretamente ao cliente dá um valor agregado maior, mas implica em ter embalagem e frete. Vender ao distribuidor, o preço é menor, mas o custo de embalagens e frete é eliminado.

A entrega pode ser diária, 1 ou 2 vezes por semana, quinzenal, mensal, etc. Quem vai determinar isto é o cliente e as negociações feitas.

O produto pode ser comercializado embalado ou não, ou minimamente processado (lavado, picado e embalado). De maneira geral, entrar com mercado com preço abaixo do praticado pela concorrência pode significar que nunca mais você possa reajustar o seu preço. Mais vale primar pela qualidade, garantia de fornecimento com preço justo (FAQUIM et al., 2000).

- **Equipamento:** ao implantar seu projeto, tenha em mente que uma aparente economia inicial no início irá se refletir em custo de mão-de-obra e produtividade (manejo) ao longo do tempo, portanto a modernização de equipamentos é fundamental. Improvisações são necessárias quando não há alternativas, mas se

não são substituídas tornam-se mais onerosas e fatalmente influenciarão na qualidade e preço do produto, bem como no custo de manejo. Em equipamentos incluímos além da estufa e perfis hidropônicos, os aparelhos de medição, reservatório, bombas, sistema hidráulico e elétrico, área de preparação de solução e germinação (FURLANI et al., 1995).

- **Energia elétrica:** em hidroponia é tão essencial como a água, portanto eventuais problemas de falta de energia devem ser previstos para determinar quais as melhores alternativas a serem adotadas em função do custo-benefício. As soluções são várias, e em função do tamanho e disponibilidade financeira podem ser: Manter um reservatório cheio de água em uma altura superior às bancada se ligado ao sistema de irrigação com um registro. Desta forma, na falta de energia, podemos manualmente fazer passar água pelo sistema e manter as raízes das plantas úmidas. As plantas podem ficar sem nutrição de um dia para o outro sem problema, mas não podem ficar mais de uma hora sem água num dia quente. Ter como reserva uma bomba à gasolina ou o diesel para ser acionada e substituir a bomba elétrica. Manter um gerador, que entre em operação quando necessário. Na pior das hipóteses, alimentar manualmente com água a cada 15 minutos pode resolver momentaneamente o problema (BLISKA et al., 1998)
  - **Tamanho inicial da instalação:** para o início de produção deve-se começar com um projeto de pequeno porte para se adquirir experiência. Depois então se amplia a produção para obter lucro desejado.
- **Disponibilidade de mão-de-obra:** é constante, como qualquer outra atividade agrícola. Embora seja um trabalho leve, é necessário que um funcionário esteja presente diariamente no local de cultivo, executando as tarefas rotineiras de complementação do nível da solução, dosagem de ingredientes, checagem de ph e condutividade, verificação visual de entupimentos, vazamentos ou doenças, etc. O funcionário deve ser acompanhado inicialmente para conhecer o processo e desenvolver as tarefas de maneira adequada. Pode-se calcular cerca de 6 meses para ter um funcionário bem treinado e orientado (FURLANI et al., 1995)

- **Atualização:** ao contabilizarmos os custos é importante prever a capitalização para participação em viagens e eventos, como seminários, encontros, congressos e feiras, visitas a universidades e órgãos de pesquisa, que são os locais onde o hidroponista procurará a sua atualização, colocando-se em contato com as últimas novidades e pesquisas. Ao mesmo tempo, dedicar tempo a pesquisas na internet, fóruns, grupos de discussão, revistas especializadas e livros. É essencial manter-se constantemente atualizado, pois esta técnica é recente e alvo de muita pesquisa e novidades aparece freqüentemente tanto na parte técnica como de produtos especializados. No site da empresa Hidrogood sempre estarão disponíveis e atualizadas as últimas novidades. É importante também ter sempre em mente que o passo seguinte na comercialização do produto é o do pré-processamento, ou seja, selecionar, lavar, esterilizar e embalar o produto. Isto requer instalações apropriadas com equipamentos e local específicos. É uma forma de agregar valor ao produto e que hoje em dia tem se mostrado interessante para o consumidor final (ALBERONI et al., 1998)

**Custos:** é preciso muita cautela, pois custo é razão direta de gerenciamento e de circunstâncias específicas de cada mercado. Um local longe de grandes centros implica em custos de obtenção de equipamentos e insumos maior. Por outro lado normalmente o preço de venda também é maior. Assim o custo de um nem sempre é igual para outro. Em hidroponia quando falamos em custos de produção, normalmente tratamos dos seguintes itens (ALBERONI et al., 1998):

**Insumos:** (sementes, solução nutritiva e substrato para mudas). Insumos de melhor qualidade são mais caros, mas proverão melhor qualidade no manejo e no produto final. Economizar na qualidade do insumo é economizar na qualidade do produto final (ALBERONI et al., 1998).

**Água:** Embora um item barato e normalmente abundante e com grande economia na hidroponia, será necessário repor diariamente a água evaporada. O cálculo exato só será obtido com a experiência, já que a variação de consumo é grande em função das diferentes condições climáticas. A análise inicial da água é importante, bem como lembrar que a taxação de águas rurais já existe e eventualmente será implementada com fiscalização mais rigorosa (BLISKA et al., 1995)

**Energia elétrica:** O maior consumo será em função da utilização da motobomba que irrigará os perfis. Em média podemos calcular cerca de 8h de uso a cada 24h, já que o temporizador controlará o funcionamento da bomba (BLISKA et al., 1995).

**Funcionário:** Um dos diferenciais da hidroponia é justamente o trabalho leve, que permite que um funcionário tome conta de 10.000 pés de cultivo ou mais. O investimento no treinamento do funcionário vai determinar também a sua eficiência.

**Frete:** O custo do frete incluirá o combustível e manutenção do veículo de entrega. À distância percorrida para entrega é fator preponderante.

**Embalagem:** Geralmente um item de alto custo, mas que por outro lado agrega valor ao produto. Existem muitas empresas no ramo, o que determina uma ampla pesquisa para encontrar o melhor fornecedor. Há ainda as caixas para acondicionamento (ALBERONI et al., 1998)

**Amortização:** Um custo bem elaborado levará em conta também a amortização do equipamento instalado. Embora o equipamento se pague em menos de um ano, é necessário poder saber por quanto tempo haverá a incidência deste custo, e quando ele poderá ser convertido em investimento de ampliação (BLISKA et al., 1995)

**Vento:** ALBERONI (1998) orienta que é muito importante conhecer ou informar-se dos ventos predominantes na região é um passo muito importante, pois se devem evitar ventos muito fortes que acarretam danos às estruturas e, conseqüentemente, á produção. Ideal é utilizar quebra vento (bambuzal), pois é comum nessas atividades.

**Solo:** como a função do solo é simplesmente a sustentação da infra-estrutura do sistema, qualquer tipo pode ser utilizado, desde o mais arenoso até o mais pedregoso, que antes não podia ser utilizado para o cultivo (BLISKA et al., 1995).

**Manutenção e ampliação:** Finalmente haverá os custos de manutenção, onde será incluída a manutenção de estufas (troca de cobertura), de bombas, aparelhos de

medição (peagâmetro, condutivímetro, balança, termômetro), limpeza dos equipamentos, etc. Finalmente podemos resumir que a qualidade e produtividade em hidroponia estarão na razão direta de uma série de cuidados que somados contribuirão para o produto final. O cuidado nas análises e no planejamento, com certeza trará melhores resultados sem termos de custos, velocidade e facilidade na implantação de um projeto hidropônico (MEHL et al., 2014)

### 3.3 CASA DE VEGETAÇÃO OU ESTUFA

O equipamento de proteção da área de cultivo é a casa de vegetação, também chamado de estufa. Tem a função de proteger os dias quentes e frios se aquecer o ambiente e permitir boa ventilação.

A hidroponia se faz no modo de cultivo protegido, ou seja, utiliza-se uma cobertura como proteção para as intempéries mais fortes como ventos e chuvas. Isto protege não só o equipamento como a própria produção, permitindo ao produtor uma maior garantia na entrega de seu produto. Existem vários tipos e fabricantes de casas de vegetação no mercado com uma larga gama de qualidade e preços. A análise aqui é no custo-benefício de um cultivo cujo valor agregado nem sempre é tão elevado.

Assim como não se utiliza um automóvel de luxo para levar sua produção ao cliente, não há necessidade de uma “estufa” muito sofisticada para o seu cultivo. O importante é a qualidade, resistência e durabilidade e que atenda ao requisito básico de não criar bolsão de ar quente (BLISKA et al., 1995).

A Hidrogood desenvolveu uma casa de vegetação adequada à produção hidropônica quer seja no preço, quer seja na qualidade, durabilidade e resistência. Há vários anos no mercado a estufa com parte aérea da Hidrogood, provou ser a melhor opção em se tratando de custo-benefício para o cultivo de hidroponia, tendo se adequado também a várias outras atividades. Esta qualidade se mostrou em várias regiões do país e exterior; tanto em locais de alta temperatura como Manaus, Angola (África), Cuiabá e litoral nordestino, como em regiões mais frias como Santa Catarina, Rio Grande do Sul. A orientação leste-oeste do sentido longitudinal é a desejada na instalação da estufa, mas não necessariamente uma condição “sinequa

non” ou imprescindível. Novamente o custo-benefício pode levar à decisão. É mais importante a orientação em função do vento predominante para melhor ventilação e menor resistência a ventos fortes. Recomendamos que o comprimento não excedesse os 51m, nem tanto por uma imposição técnica, mas por uma questão de circulação das pessoas e do ar. Além disso, é preferível ter várias estufas separadas a uma grande área geminada, pela mesma razão. O filme plástico deve ser transparente para permitir plena insolação no interior da estufa (ALBERONI et al., 1998).

A espessura dependerá da sua análise: mais grosso durará mais tempo e custa mais caro; menor espessura é mais barato e durará menos tempo. Para um filme de 100 micra será necessário a troca dali a 1,5 a 2 anos, dependendo do grau de insolação da região. Um aspecto bastante importante a considerar é que, sendo a casa de vegetação um item geralmente de custo mais elevado na implantação do projeto, é essencial que a área interna seja aproveitada ao máximo, com o máximo de cultivo e o mínimo de corredores e áreas livres. De qualquer forma o espaço interno aproveitado fica em torno de 70% (ALBERONI et al., 1998)

Com a casa de vegetação elimina-se a perda de produção com que o cultivo de solo sofre com as chuvas e geadas, dando ao produtor um grande trunfo de negociação: a certeza da entrega no prazo.

Outro aspecto é o de fazer-se o fechamento lateral com tela mantendo-se do lado de fora várias pragas, protegendo ainda mais a produção. De maneira geral utilizamos uma tela de 50% que impede a entrada de insetos grandes e permite uma boa ventilação, ajudando também numa intempérie mais forte. Em regiões de clima muito frio, durante o inverno pode-se utilizar também uma cortina de filme plástico sobre a tela a ser colocado no final do dia para preservar o calor interno, e enrolando-se durante o dia, deixando apenas a tela (CASTELLANE et al., 1995).

### 3.3.1 Efeito Estufa

É uma concentração de calor é absorvida pela luz solar durante o dia e mantida a noite por um período maior de tempo.

### 3.3.2 Modelos de Estufa

Existem vários modelos de estufas, para abranger todos os padrões. Ex;

**Estufa tipo capela:** É semelhante a um galpão construídos em madeira, e são usadas mais em regiões chuvosa, tem pouca resistência a ventos, exigindo uma estrutura reforçada e os filmes plásticos também têm curta duração.

**Estufa tipo Pampeana:** Tem estruturas de madeira, coberta e em forma de arco, para ter mais resistência aos ventos.

**Estufa tipo arco:** Muito resistente ao vento com um bom aproveitamento de luz solar. Estes modelos são pré-fabricados por empresas especializadas, proporcionando agilidade na montagem, segurança e vida útil prolongada.

### 3.3.3 Manejos da Estufa

O controle adequado do ambiente da estufa, esta diretamente ligada ao sucesso na produção de hortaliças em estufas. Porém muitas vezes o produtor tem sua produção prejudicada pela queda das flores ou doenças nas folhas, justamente pela falta de um manejo adequado do ambiente da estufa.

A temperatura e a umidade relativa do ar são dois fatores muito importantes para o manejo das estufas. É de importância de o produtor ter conhecimento das influências desses dois fatores sobre as plantas. Por isso é muito importante fazer anotações das temperaturas e da umidade do ar, além de outros dados como a data da semeadura, transplante, adubações, florescimento, colheita, etc., torna-se um registro valioso que irá auxiliar no diagnóstico de vários problemas que possam vir a ocorrer com as plantas (CASTELLANE et al., 1995).

**Temperatura:** A temperatura é um fator que influi em todas as fases do desenvolvimento das plantas.

Um dos objetivos da estufa é criar condições de temperatura, que sejam ideais para o bom desenvolvimento da cultura. O controle ideal da temperatura seria através de processos artificiais de resfriamento, de aquecimento, porém, nas condições, em que as estufas não estão equipadas com esses processos, o controle da temperatura é feito simplesmente, abrindo ou fechando as cortinas laterais e as janelas (MARTIN et al.,1997).

**Controle da temperatura no verão:** Quando a temperatura noturna for maior que a de ambiente as cortinas laterais podem permanecer abertas. Quando houver ventos fortes,o ideal é fechar a estufa para evitar danos no plástico e na estrutura.

Devido ao “efeito estufa”, o ambiente externo sofre um rápido aquecimento, podendo atingir a temperatura de 45 °C ou mais, portanto, é necessário abrir a estufa logo que o sol surgir após as chuvas. Como o ar quente tende a subir as janelas ou aberturas na parte superior da estufa são eficientes para abaixar a temperatura. (MARTIN et al.,1997).

**Controle da temperatura no inverno:** No inverno é necessário manter a rotina diária de abrir e fechar a estufa, mesmo nos dias mais frios procurando deixar aberta a estufa nos horários do dia, ou seja, entre as 10 e 15 horas, com o objetivo de renovar o ar controlar a umidade interna. Nos dias frios, a irrigação ira diminuir a temperatura do solo, portanto, irrigar na parte da manhã ou, como a perda de água no inverno é menor, fazer a irrigação nos dias mais quentes ou ainda, parcelar em volume menor de água (FURLANI et al., 2000)

**Umidade relativa do ar:** O controle de a umidade relativa do ar é um importante procedimento para um bom desenvolvimento da cultura, sendo que o ideal é manter o ambiente da estufa com a umidade do ar em torno de 50 a 70%.A umidade do ar está diretamente relacionada com a umidade do terreno, dependendo ainda da temperatura do ambiente, assim sendo, quando a temperatura é baixa a umidade á alta e vice-versa. Quando há excesso de umidade é necessário ventilador no interior da estufa. A utilização de cobertura dos canteiros com plástico é também uma forma de diminuir a umidade do ar. Quando há falta de umidade, fecha-se a cortina lateral do lado da incidência do vento ou aumentando-se a freqüência da irrigação (FURLANI et al., 2000).

### 3.4 APARELHOS DE MEDIÇÃO

O controle da solução nutritiva envolve três parâmetros importantes: o pH, a condutividade e a temperatura. Portanto é necessário equipamentos de medição para fazer o acompanhamento destes valores. Para isto, recomenda-se um equipamento multiparâmetro portátil que fornece estas três medições num só aparelho (CASTELLANE et al., 1995).

O pH ou potencial de Hidrogênio da solução nutritiva determina o seu grau de alcalinidade ou acidez. A solução deve trabalhar numa faixa de pH entre 5,5 a 6,5 como ideal e o seu desbalanceamento deve ser corrigido, pois distorções muito grandes podem comprometer a produção. Existem várias opções de substâncias que fazem estes ajustes seja para subir ou baixar o pH. O condutímetro é utilizado para medir a quantidade de íons dissolvidos na solução, dando, portanto uma idéia da concentração da solução. É através desta medida que acompanhamos a absorção dos nutrientes pela planta e providenciamos a reposição (CASTELLANE et al., 1995).

O termômetro é utilizado para medir a temperatura da solução nutritiva. Para o cultivo, o ideal é que a temperatura situe-se na faixa ideal de 10 a 25 °C. Temperaturas acima desta faixa devem ter mecanismo de resfriamento da solução, caso contrário haverá problemas na produção. A tubulação e o reservatório enterrados já contribuem para isso. Para temperaturas baixas temos que providenciar o aquecimento (CASTELLANE et al., 1995)

**O painel elétrico:** O painel elétrico é montado com relês, contadores, chave liga-desliga e temporizador. Tem a função de controlar a bomba, ligando e desligando a bomba em intervalos regulares, uma vez que não é necessário que a bomba funcione todo o tempo. E estes intervalos permitem que a área das raízes das plantas tenha uma renovação de ar. Este intervalo depende de algumas condições de temperatura, mas se utiliza como ponto de partida 15 minutos ligado e 15 minutos desligados durante o dia. O sistema desliga a bomba depois do anoitecer e liga novamente logo antes do amanhecer (ALBERONI et al., 1998).

A Hidrogood desenvolveu e comercializa um painel elétrico pronto para instalação, que atende a bombas com potência de 0,5 a 1,5 Hp. À noite, o intervalo

de desligamento pode ser aumentado, pois o nível de evaporação torna-se menor e como não há fotossíntese a planta não se alimenta. O importante é observar que as raízes das plantas não sequecem, pois isso acarretaria danos à planta. Desta forma, em épocas de muito calor à noite podemos programar 2 a 3 irrigações espaçadas durante a noite para umedecer as raízes (ALBERONI et al., 1998).

**A balança:** É utilizada para pesar os ingredientes que fazem parte da formulação da solução nutritiva. Recomendamos uma balança com precisão mínima de 1g. (CASTELLANE et al., 1995).

### 3.5 RESERVATÓRIO

O reservatório conterá toda a solução nutritiva e é onde mais facilmente se farão as medições necessárias para o controle e ajustes. Normalmente, o reservatório é colocado enterrado no solo, uma vez que a bomba enviar a solução para as bancadas e o retorno é feito por gravidade.

Estando enterrado também vai ajudar no resfriamento da solução nas épocas mais quentes. Como solução ideal faz-se um buraco revestido de alvenaria de modo que se possa entrar e trabalhar com conforto e rapidez. A cobertura deve ser de telha de barro para manter o ambiente para a solução o mais fresco possível (FURLANI et al., 1995)

**Tipo:** O reservatório pode ser encontrado em qualquer loja de materiais de construção no mercado em fibra de vidro ou plástico. Reservatórios construídos em alvenaria trazem um problema de reação dos materiais construtivos com a solução nutritiva. Pela mesma razão não se utilizam os reservatórios de fibra amianto (FAQUIM et al., 2000).

**Capacidade:** A capacidade será determinada em função do tamanho e tipo de cultivo desejado. Para o caso da alface, por exemplo, pode-se calcular de 0,5L a 1,0L para cada pé. Leva-se sempre em conta que ao dimensionar o reservatório ao máximo o desbalanceamento da solução se dá mais devagar, embora se trabalhe

com quantidades maiores de solução. Trabalhar com reservatórios muito pequenos implica em um acompanhamento e manejo muito mais frequentes (FAQUIM et al., 2000).

Outro aspecto a ser considerado é o risco de contaminação por patógenos que dessa maneira se dissemina mais rápido. Portanto, utilizando-se vários depósitos menores e separados torna-se mais fácil este controle, bem como o manejo, ajuste e oxigenação. Ao mesmo tempo permite maior flexibilidade, pois no caso de limpeza ou descontaminação pode-se parar uma porção menor enquanto o resto segue produzindo normalmente e, além disso, no caso de cultivo de plantas que exigem mudanças na formulação, como a rúcula, por exemplo, podemos ter estas alterações apenas no reservatório dedicado a esta cultura (FURLANI et al., 1995).

**Alternativas:** Outra consideração que se pode fazer é quanto ao uso de 2 depósitos como uma medida de prevenção no caso de falta de energia. Neste caso um reservatório é colocado numa posição elevada e a entrada se faz por gravidade, controlada por uma válvula solenóide acoplada a um temporizador, sendo a solução recolhida num segundo reservatório, de onde uma bomba enviará a solução para o primeiro depósito. Embora o uso de bomba seja menor, existe um complicador no ajuste, pois sempre teremos a solução em 2 locais diferentes (FURLANI et al., 1995).

**Oxigenação:** A oxigenação é um dos fatores mais importantes no cultivo, pois a planta também retira o oxigênio de que necessita da solução nutritiva.

O máximo de oxigenação que se possa ter é o recomendado e podemos, por exemplo, fazer um retorno da bomba ao reservatório, provocando borbulhamento pode instalar um sistema tipo “Venturi”, que é mais eficiente e recomendado. O ideal é fazer os dois sistemas. Até mesmo borbulhadores podem ser utilizados. Nas épocas quentes a oxigenação se torna um fator crítico devido à perda do oxigênio que se evapora para a atmosfera (FURLANI et al., 1995).

### 3.6 CONJUNTO MOTOBOMBA

Recomenda-se utilizar uma bomba simples (centrífuga), já que a vazão não é tão grande e a altura manométrica não ultrapassa 1,5m, num terreno plano. O cálculo deve incluir a altura, a vazão por canal e o número de canais a serem atendidos. Dimensionar também com uma folga, prevendo um retorno para o reservatório para melhorar a oxigenação. O dimensionamento é feito em função do número de bancadas e linhas a serem alimentadas. Como regra geral para a alface calcula-se a vazão em cerca de 1,5 L/min em cada linha. O fornecedor poderá ajudar e fazer este cálculo sem problemas.

Abaixo está ilustrado um exemplo:

Para uma 10 bancadas de 8 linhas, tem-se:

$$80 \text{ linhas} \times 1,5\text{L/min} = 120\text{L/min} = 7.200 \text{ L/h}$$

A bomba para levar a solução às bancadas trabalha normalmente “afogada”, ou seja, num nível inferior ao da solução (do lado de fora do reservatório), para evitar a entrada de ar no sistema. As bombas submersas não são recomendadas porque a carcaça externa sofrerá muita corrosão, já que a solução nutritiva é uma solução salina (ALBERONI et al., 1998).

### 3.7 PERFIS E BANCADAS

Há algum tempo, no início dos cultivos hidropônicos na falta de produtos apropriados utilizavam-se alternativas improvisadas que eram basicamente telhas de amianto ou tubos de esgoto para os canais de cultivo. Sendo improvisações, ambas as formas apresentavam vários problemas: a telha tinha que ser revestida por plástico para evitar a contaminação por amianto e era necessária a construção de cavaletes muito fortes devido ao peso. Tinha-se que colocar brita ou isopor ou lonas para segurar as plantas, levando a um cultivo difícil e trabalhoso, tanto na implantação como no manejo. Além disso, a telha não proporciona uma boa ventilação e esquenta muito nas épocas de calor. A brita também podia influenciar na solução nutritiva. Por outro lado os tubos de esgotos, sendo fabricados para esta

finalidade não são recomendados por possuírem contaminantes de metais pesados que devam ser evitados a todo custo. As paredes brancas e finas permitem a passagem de luz o que ocasiona mais acúmulo de algas no sistema. Em ambos os casos havia total inexistência de acessórios adequados (BLISKA et al., 1995).

Hoje em dia, em função do progresso tecnológico foram desenvolvidos e patenteados os perfis hidropônicos Hidrogood®, fabricados em polipropileno totalmente atóxico, leves, laváveis, com todos os acessórios necessários para uma instalação fácil, rápida e duradoura. Os perfis existem em vários tamanhos, de acordo com a sua utilização e serão descritos nos itens a seguir (BLISKA et al., 1995).

### 3.7.1 Tipo e Finalidade

Os perfis Hidrogood® são dupla face, pretos na parte da raiz para evitar a incidência de luz e brancos na parte superior para refletir e evitar aquecimento da solução.

O distanciamento entre furos é feito em medidas padrões ou pode ser feito personalizado. A distância é calculada de centro a centro do furo e os perfis são furados em 2 tipos, um começando na ponta e o outro a meia distância, de forma que teremos um alinhamento diagonal e um adensamento ótimo. Os perfis são montados em bancadas elevadas de forma que se trabalhe com mesas na altura da cintura. Os cavaletes das bancadas também podem ser montadas com o perfil base de bancadas Hidrogood®, desenvolvido em um polipropileno especial, permitindo lavagem e proporcionando uma maior higienização em toda a instalação, pois não absorvem umidade nem alojam patógenos (CASTELLANE et al., 1995).

Para a montagem das bancadas, atentar aos seguintes pontos:

Os perfis pequenos para berçário, no caso de alface têm os furos distanciados de centro a centro de 10 cm e entre perfis de 2 cm. Outras variedades terão outras medidas. A altura média deve ser em torno de 0,80/1,0m, para melhor ergonomia.

Os perfis pequenos devem ser apoiados em cavaletes com distância máxima de 1m enquanto que os perfis médios e grandes têm os cavaletes separados por uma distância máxima de 1,5m. Os perfis médios para alface têm em geral 25 cm de

espaçamento e 13 cm entre perfis, variando para outras variedades (ALBERONI et al., 1998)

As bancadas são instaladas com um declive que permite o escoamento da solução numa faixa preferencialmente de 5% a 8%, podendo ser maior em alguns casos. A largura não deve exceder os 2 m para permitir o acesso ao meio da bancada, o comprimento depende em princípio do tamanho da estufa, mas não deve ultrapassar os 18m (ALBERONI et al. 1998).

Em cada bancada coloca-se um registro para controle da vazão, dos nutrientes

Os perfis Hidrogood, por serem leves não exigem uma estrutura de suporte tão forte, pois o peso maior será o das verduras em fase final. O uso adequado dos acessórios permite uma maior eficiência em todo o equipamento uma vez que eliminam vazamentos, deslocamentos do perfil, impedem a entrada de luz, que associada à solução nutritiva propicia ao crescimento de algas. Os tubos condutores e coletores de entrada e retorno da Hidrogood são confeccionados na cor cinza, para evitar a incidência de luz e evitar o aquecimento da solução (VILELA et al.,2001).

Antes de iniciar o processo é de extrema importância fazer uma análise de portabilidade como também uma análise química da água, já que este é o item mais importante nesta técnica. Existem laboratórios que já se acostumaram a fazer análises voltadas à hidroponia e esta análise é de um custo baixíssimo, e não custa lembrar que é o investimento mais importante na instalação. A qualidade da água vai determinar o manejo a ser adotado nas tarefas diárias e na confecção da solução nutritiva (FURLANI et al., 2000).

É necessário também, o monitoramento da solução, temperatura, pH, condutividade e nível do reservatório. Diariamente deve-se completar o nível de água até o nível original do reservatório e fazemos medição da Condutividade Elétrica – CE (cuja unidade de medida é em mil Siemens ou mS) para determinar o nível de consumo dos nutrientes, do pH e temperatura para acompanhamento. Para completar o nível, desligamos a bomba e esperamos que todo líquido voltássemos ao reservatório.

Partindo da medida original, a cada 0,3 mS, deve-se fazer a reposição dos nutrientes na mesma proporção, ou seja, se a medida inicial foi de 1,7mS, teríamos que colocar 17,6% da receita original, para elevar a CE ao nível original.

Caso seja necessário fazer o ajuste do pH, utilizando ácido fosfórico para baixar ou sobrenadante de cal para elevar. Na maioria das vezes é melhor fazer uma troca completa quando há um desvio muito grande ou muito constante. A temperatura indicará se é necessário tomar providências para mantê-la nos níveis aceitáveis. Limpeza e higiene do equipamento e ambiente.

A cada colheita é recomendável fazer uma higienização com água clorada a 1% ou dióxido de cloro. Atenção a possíveis infestações. A rapidez no tratamento é fundamental. Quanto mais cedo se detecta e se trata, menos tempo perdido e menos prejuízo. Muitas vezes é suficiente a retirada de algumas plantas infectadas. Nenhuma infestação se dá em toda parte ao mesmo tempo, portanto o cuidado na observação diária é determinante.

### 3.7.2 Berçário ou Pré-Crescimento

A fase de berçário ou pré-crescimento é feita nos perfis hidropônicos pequenos de 58 mm de largura. Nesta fase a planta passa a receber a solução nutritiva. Embora conste na literatura, hoje em dia os produtores utilizam a mesma solução nutritiva utilizada na fase de crescimento final, sem que isto provoque diferença no resultado final. Para o caso da alface as plantas ficarão no berçário cerca de 3 semanas ou até que as folhas comecem a se tocar. Isto significa que as raízes também estão se tocando e as plantas começarão a competir (FURLANI et al., 1999).

Como as plantas já não têm mais espaço para crescerem é feito o transplante para a estufa final para que completem o crescimento. Por isto é altamente eficiente ter as bancadas de berçário ao lado das bancadas de crescimento final, para agilizar o trabalho e não ter que ficar se deslocando entre estufas para carregar as plantas. É também na fase de berçário que é feito o controle de qualidade, pois as plantas que não se desenvolveram bem, não vale a pena que continuem o crescimento. Em virtude disto, o berçário é normalmente dimensionado com um número de furos maior que no crescimento final. É no berçário que as plantas podem ficar mais agrupadas o que resulta em melhor aproveitamento do espaço (BLISKA et al., 1995).

### 3.8 BOTÂNICA E GRUPOS DE ALFACE

A alface pertence à classe Magnoliopsida, ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Cichorioideae, tribo Lactuceae, e gênero *Lactuca* (WIKISPECIES, 2006).

É uma planta anual e de porte herbáceo, caule reduzido e não ramificado com folhas grandes, lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de uma cabeça. Possui um sistema radicular pivotante de ramificações finas e curtas, podendo atingir até 60 cm de profundidade, explorando efetivamente de 15 a 20 cm do perfil do solo (CAMARGO, 1984; MAROUELLI et al., 1994; GOTO, 1998)

Espécie típica de inverno desenvolve e produz melhor sob condições de temperaturas amenas. Seu ciclo é anual, encerrando a fase vegetativa quando a planta atinge o maior desenvolvimento das folhas. A fase reprodutiva consiste na emissão do pendão floral, sendo favorecida pelas épocas de elevadas temperaturas e dias longos (FILGUEIRA et al., 1982).

As cultivares comercialmente utilizadas pode ser didaticamente agrupado, considerando-se as características das folhas, bem como o fato destas se reunirem ou não, formando uma cabeça repolhuda (FILGUEIRA, 2000). Assim, obtêm-se seis grupos ou tipos de alface, a seguir apresentados:

**Repolhuda-manteiga:** apresentam folhas lisas, muito delicadas, “amanteigadas”, formando uma típica cabeça repolhuda, bem compacta. A cultivar típica é a tradicional White Boston, que já foi considerada padrão de excelência em alface, porém com a diversificação nos hábitos de consumo dos brasileiros ela foi substituída por outras cultivadas, como Brasil 303, Carolina e Elisa.

**Solta-lisa:** possuem folhas lisas e soltas, mais ou menos delicadas, não formando uma cabeça compacta. A cultivar típica é a tradicional Babá de Verão, sendo que atualmente, existe novas cultivares, entre elas ‘Monalisa’ e ‘Regina’.

**Repolhuda-crespa (Americana):** as folhas são caracteristicamente crespas, bem

consistentes, com nervuras destacadas, formando uma “cabeça” compacta. É uma alface altamente resistente ao transporte e adequada para o preparo de sanduíches. A cultivar típica é a tradicional Greatlakes, da qual há várias seleções. Outras cultivares tem sido desenvolvido, ou introduzido como a Tainá, Iara, Madona, Lucy Brown e Lorca.

**Romana:** As folhas são alongadas e consistentes, com nervuras protuberantes, formando “cabeças” fofas. Alguns exemplos são as cultivares Romana Branca de Paris e Romana Balão.

**Mimosa:** As folhas são delicadas e com aspecto “arrepido”. Alguns exemplos são as cultivares Salad Bowl e Greenbowl.

**Solta-crespa:** as folhas são bem consistentes, crespas e soltas, não formando cabeça. A cultivar típica é a tradicional Grand Rapids. Entre as cultivares modernas destacam-se Verônica, Vera, Marisa e Vanessa. Este grupo foi escolhido para teste no presente trabalho, por ser líder de mercado.

### 3.9 INFLUENCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DE ALFACE

A alface é uma planta muito sensível às condições climáticas. Fatores como foto período, intensidade de luz, concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), e, particularmente, a temperatura influenciam acentuadamente no crescimento e no desenvolvimento da planta de alface (PANDURO, 1986; MULLER, 1991). Para KNOTT (1962), a faixa de temperatura mais adequada ao crescimento e produção da alface situa-se entre 15 e 24°C, sendo a mínima de 7°C. O melhor desenvolvimento tem sido observado em temperaturas oscilando entre 15 e 20 °C (BRUNINI et al., 1976; CÁSSERES, 1980).

Temperaturas acima de 20°C estimulam o crescimento que é acelerado à medida que a temperatura aumenta. Dias longos associados às temperaturas elevadas, aceleram o processo, o qual é também dependente da cultivar (NAGAI, 1980; RYDER, 1986; CERMEÑO, 1996). A planta nestas condições emitirá o pendão

floral precocemente, tornando-se imprópria para comercialização e consumo. A origem mediterrânea da alface explica este comportamento, já que nesta região as temperaturas médias são mais amenas que nos países tropicais.

Segundo Rosenberget al., (1989), o aumento de temperatura afeta primeiramente a evapotranspiração, com o aumento da capacidade do ar para receber vapor de água. Para CERMENO (1990), os processos metabólicos das plantas possuem temperaturas críticas que os impedem ou dificultam, sendo que para a maioria das espécies, a temperatura ótima para germinação, brotação, desenvolvimento, floração, fecundação e frutificação, situa-se entre 20 e 30 °C.

MALORGIO et al. (1990) verificaram um aumento no peso da matéria fresca de alface em NFT, com temperatura de 25 °C na área do sistema radicular, comparado com temperaturas mais baixas.

Segundo SGANZERLA (1990) a temperatura máxima tolerável pela cultura da alface, está em torno de 30 °C e a mínima por volta dos 6 °C. Zonta et al. (1997), afirmam que o aumento de temperatura acima dos 40 °C retarda gradativamente a absorção de nutrientes, enquanto que a maior absorção é conseguida entre 25 e 35 °C. Baixas temperaturas noturnas (inferiores a 15°C) são mais importantes, em relação às diurnas (FILGUEIRA, 1982).

Com relação à temperatura no sistema hidropônico de cultivo, BLISKA JÚNIOR E HONÓRIO (1996), recomendam que a temperatura da solução nutritiva não deva ultrapassar os 30 °C sob pena de causar danos às plantas e que as temperaturas diurna e noturna devem ficar próximas de 16 °C e 10 °C, respectivamente, durante a época fria e 24 °C e 15 °C na época quente, fazendo uma ressalva que deve ocorrer variação com a espécie e cultivar usada.

O foto período também afeta a cultura da alface, pois esta exige dias curtos para se manter na fase vegetativa e dias longos para que ocorra o pendo amento (ROBINSON et al., 1983). Sabe-se que os valores críticos, para temperatura e foto período, variam amplamente, entre as diferentes cultivares.

WAYCOTT (1995), trabalhando com diferentes genótipos de alface, condições fotoperiódicas e temperaturas verificou que a temperatura isoladamente não é suficiente para induzir o pendo amento, ao contrário do foto período. Concluiu também que existe uma série de respostas genéticas para vários comprimentos de dia entre genótipos de alface.

MELÉM et al. (1999) obtiveram baixa produção em número de folhas por

planta e massa fresca da parte aérea para a cultivar Greatlakes devido às altas temperaturas da região Macapá (AP), no período da condução do experimento.

Segundo CONTI (1994) o comprimento do dia não é problema para o cultivo de verão no Brasil, pois as cultivares européias importadas já estão adaptadas há dias mais longos do que os que ocorrem no país. Entretanto, em condições de menores latitudes, verifica-se o aumento da temperatura.

### 3.10 CONSUMO DE ÁGUA EM ALFACE HIDROPONICA

O consumo médio de água no planeta é de  $644 \text{ m}^3 \cdot \text{Ano}^{-1} \cdot \text{habitante}^{-1}$ . Com as expectativas de que a população mundial dobre até 2025, a demanda por recursos naturais, e principalmente hídrico, será de grande preocupação. (VERDADE et al., 2006).

Já para a América do Sul este consumo anual por habitante é estimado em  $478 \text{ m}^3$ , com a produção agrícola representando 59% dos requerimentos de água. O uso indiscriminado e a escassez no futuro sugerem a utilização de sistemas de produção mais intensivos, e que reduzam o consumo de água pelas culturas (STANGUELLINI, 2003). VANOS (1999) verificou que a hidroponia possibilita a economia de 15%, 21%, 29% na água requerida para a produção de outras espécies.

Podem-se reduzir ainda mais o consumo hídrico com o uso individual e/ou conjunto de instalação de sistemas de resfriamento, telas de sombreamento externo, exaustores, entre outros, no cultivo de plantas em ambiente protegido (VERDADE et al., 2006).

O cultivo sem solo, principalmente o sistema NFT, vem colaborar com estas expectativas de sustentabilidade dos sistemas de produção através da redução do consumo de água, eficiência no uso de nutrientes e agrotóxicos.

Além disso, controlam-se os efeitos de descarte de solução nutritiva (efluentes), e o acúmulo de nitrato no produto final através do manejo das soluções nutritivas e momento da colheita. Estes últimos fatores considerados negativos tem sido motivo de inúmeras pesquisas em nossos institutos e universidades.

### 3.11EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM ALFACE HIDROPONICA

A alface é considerada uma hortaliça exigente em nutrientes, mesmo absorvendo pequenas quantidades, quando comparada às outras culturas.

O período de maior consumo é na fase final de produção, devido ao seu ciclo curto e à pequena exigência em nutrientes pelas cultivares disponíveis no mercado (TERRA et al., 2001).

Esta intensificação de absorção de macronutrientes, principalmente, está relacionada com a produção de matéria seca, a qual é lenta no início de desenvolvimento das plantas, ocorrendo uma aceleração no processo a partir do trigésimo dia do ciclo cultural, chegando a valores elevados na época da colheita GARCIA et al. (1982). Os mesmos autores verificaram que a partir do quadragésimo dia do ciclo cultural, a alface apresenta a tendência de acumular mais rapidamente matéria seca, conseqüentemente com uma maior absorção de nutrientes.

Segundo FURLANI et al. (1978) a alface é dentre as folhosas, a que apresenta teores mais elevados de nitrogênio e cálcio sendo que, a extração destes nutrientes por tonelada produzida de alface é de, respectivamente, 2,51 kg e 0,82 kg. De acordo com SHEAR (1975), o nitrogênio é o nutriente que mais interfere no crescimento vegetativo da alface, sendo que a sua falta inibe a absorção de cálcio. A alface responde mais ao fornecimento de nitrogênio, pois é basicamente composta por folhas. Entretanto, a fisiologia da planta não é eficiente na utilização deste macronutriente, tendo uma taxa de utilização sempre menor que 50% (ALEXANDER, 1965).

O nutriente mais exigido por esta cultura é o potássio, que embora não faça parte de nenhuma substância é o mais importante elemento em quantidade absorvida. O potássio age na planta principalmente como ativador enzimático, regulador da abertura e fechamento dos estômatos, resistência dos vegetais às geadas, regulador do turgor celular e responsável pela qualidade dos produtos agrícolas em geral. Em experimentos conduzidos em hidroponia este nutriente foi mais absorvido. VERDADE et al. (2003) observaram que a extração de macronutrientes seguiu a seguinte ordem decrescente: K>N>Ca>P>Mg, concordando com as pesquisas conduzidas em condições de solo (GARCIA et al.,

1982) e em hidroponia (FURLANI, 1995; CORTEZ, 1999).

O cálcio é fundamental para a estrutura e funcionamento de membranas celulares, absorção iônica, constituinte do pectato (lamela média) e como constituinte ou ativador enzimático, como na ATPase (apirase). É um eventual causador do “tipburn” (queima dos bordos das folhas) na cultura de alface (quando constatada a sua deficiência), descrito por MALAVOLTA et al., (1997).

Os mesmos autores relatam a importância do macronutriente fósforo como fundamental para o crescimento das plantas, principalmente do sistema radicular, constituinte da molécula de ATP, transportadora de solutos pelas membranas das células, do DNA, RNA, nucleotídeos, ácido fítico, coenzimas e participam também da fotossíntese, respiração, sínteses, absorção iônica, multiplicação e divisão celular, na fixação biológica do nitrogênio e no armazenamento e transferência de energia.

O magnésio é fundamental para a fotossíntese, sendo constituinte da molécula de clorofila, participa de inúmeras reações como ativador enzimático, da respiração, absorção iônica e transporte de energia, balanço eletrolítico e confere estabilidade aos ribossomos (MALAVOLTA et al., 1997).

MALAVOLTA et al. (1997), consideram o enxofre fundamental para as plantas e seres humanos, pois, é constituinte dos aminoácidos cistina, metionina e cisteína, presente também em proteínas, sulfolipídeos, coenzimas e também age como ativador enzimático.

Os micronutrientes avaliados no presente trabalho são participantes do grupo ativo de enzimas, da fotossíntese e exercem outras funções importantes como: transportadores de elétrons, biossíntese de clorofila e proteínas (Fe), metabolismo de ácidos orgânicos e redutase de nitrito (Mn), sínteses protéica, do ácido indol acético (AIA) e componente dos ribossomos (Zn), constituinte /ativador enzimático da polifenol oxidase que atua na respiração e da plastocianina que atua na fixação de nitrogênio (Cu), conforme descrição de MALAVOLTA et al. (1997).

### 3.12 TIPOS DE ALFACE HIDROPONICA

A alface (*Lactuca sativa* L.), é considerada a hortaliça folhosa mais importante na alimentação do brasileiro e, juntamente com o tomate é a hortaliça preferida para

as saladas por ser refrescante, de sabor agradável e de fácil preparo, o que assegura à cultura expressiva importância econômica. No Brasil são plantados seis grupos de cultivares de alface, sendo: grupo Americana com folhas que formam uma cabeça, semelhante ao repolho, com os bordos das folhas crespas (ex.: cultivares Tainá e Lucy Brown); Repolhuda-Manteiga, semelhante ao anterior, mas com os bordos das folhas lisas (ex.: cultivares Elisa e Aurélia); grupo Solta-Lisa que são alfaces que não formam uma cabeça e possuem os bordos das folhas lisas (ex.: cultivares Regina e Uberlândia-10000); Solta-Crespa que são alfaces semelhantes ao grupo anterior, mas possuem os bordos das folhas crespas (ex.: cultivares Vera e Verônica)- é o que mais cresceu o plantio no Brasil, correspondendo hoje a 70% do mercado; existe ainda o grupo Mimosa, que são alfaces com folhas bem recortadas (ex.: cultivar Salad Bowl) e o grupo Romana, sendo estes dois últimos com menor importância econômica (FILGUEIRA, 2003).

Recentemente, tem crescido o cultivo desta hortaliça em sistema hidropônico no Brasil, principalmente de cultivares do grupo Solta-Crespa. Esta técnica está sendo utilizada pelos produtores como forma da agregação de valor ao produto e viabilização do negócio (COSTA & JUNQUEIRA, 2000). Segundo BLISKA Jr. & HONÓRIO (1995), a hidroponia reduz em cerca de dez dias o período de colheita da alface, devido à possibilidade do perfeito controle das condições de umidade e temperatura dentro da estufa. Ainda podem ser citadas as reduções no uso de agrotóxicos, quando comparados com o cultivo tradicional, a possibilidade de um excelente plano de escalonamento de produção e uma melhor padronização dos produtos.

Um aspecto fundamental para o cultivo hidropônico é a escolha da solução nutritiva, que deve ser formulada de acordo com o requerimento nutricional da espécie que se deseja produzir, ou seja, todos os elementos essenciais para o seu crescimento em proporções adequadas. No entanto são poucas as informações sobre a melhor solução. Alternativas de novas formulações vêm sendo estudadas, inclusive com silício, que demonstra um potencial na redução de doenças e anomalias fisiológicas como, por exemplo, queima dos bordos em alface. (KORNDORFER *et al.*, 2002) demonstraram que o silício é capaz de aumentar a resistência das plantas aos ataques de insetos, nematóides, bactérias e fungos na melhoria do estado nutricional, na redução da transpiração e possivelmente também em alguns aspectos da eficiência fotossintética (KORNDORFER *et al.*, 2002). Em

alface, a sílica solúvel como fonte de silício, tem sido pouco estudada, entretanto inúmeros trabalhos têm demonstrado o efeito benéfico da sua utilização em diversas outras culturas (BARBOSA FILHO *et al.*, 2001). Voogte Sonneveld (2001), usando silício em solução nutritiva com e sem silício no cultivo de alface, verificaram que a presença de silício diminuiu significativamente os sintomas de toxidez de manganês, que se caracteriza por manchas escuras nas margens das folhas mais velhas da alface. No entanto, os autores verificaram que a absorção de Si na alface foi pequena, e o conteúdo de Si nas plantas que receberam o tratamento foi pouco maior em comparação as do tratamento sem Si.

Em alface as doenças de maior incidência em hidroponia são míldio (*Bremialactuca*), podridão de raízes por *Pythium*, podridão por esclerotínia (*Sclerotiniasclerotiorum*), septoriose (*Septorialactucaae*) e o vírus vira-cabeça, transmitido por tripés. Estas doenças podem ser atenuadas por uma série de medidas de caráter preventivo, tais como: utilização de sementes sadias, limpeza e desinfecção do sistema hidropônico, e fertilização com solução nutritiva adequada, e nesta última medida é que o silício pode ser benéfico. Vale ressaltar que as principais cultivares plantadas, incluindo as utilizadas neste trabalho, não possui resistência para as estas doenças, bem como para o distúrbio fisiológico queima dos bordos .

### 3.13 HIDROPONIA

Segundo ALBERONI *et al.*, (1998), o aumento incontrolável da população exigiu um aumento considerável na oferta de alimentos, aprimorando a qualidade dos produtos em oferta, e com isso ouve uma crescente competitividade entre os produtores agrícolas, onde eles tiveram que buscar novas técnicas para se manterem no mercado. E com esse grande aumento no consumo de produtos hidroponia podemos destacar as vantagens e desvantagens na sua produção.

**Vantagens:** Maior qualidade e venda por maiores preços; Maior produtividade; Economia em fertilizantes; Uso de pouca água; Produção em pequenas áreas; Quase nada de uso de agrotóxicos; Produção o ano todo; Proteção contra: geada,

chuva, granizo; Eliminação de diversas operações ex: aração, gradagem, e controle de ervas daninhas. Pode cultivar a mesma espécie varias vezes na área; O retorno econômico é rápido;O trabalho é mais agradável do que o outro sistema.

**Desvantagens:** Custo elevado no inicio; Exige assistência técnica e mão de obra especializada; Falta de energia elétrica pode ocasionar perdas de produção; Se houver contaminação da água por alguma doença, pode afetar todo sistema; Requer controle freqüente do sistema e da solução nutritiva. (ALBERONI et al, 1998).

### 3.13.1 Produção de Alface pelo Sistema Hidropônico

Segundo ALBERONI et al., (1998) a hidroponia teve um grande crescimento principalmente na cultura de alface (*Lactuca sativa* L.). A alface já era cultivada há milênios na bacia do Mediterrâneo, sendo apreciada pelos antigos gregos, desde 500 a.C. Pois a alface é uma das hortaliças mais consumidas pela humanidade, e é consumida de forma crua (*in natura*). Ela tem grande expressão econômica no mercado hortícola e vem favorecendo inúmeros estudos sobre sua cultura, sendo que sua composição média de nutrientes existentes em suas folhas reforça sua necessidade na dieta alimentar.

### 3.13.2 Formações de Mudanças de Alface

Dentre várias tecnologias introduzidas no cultivo de hortaliças, o cultivo hidropônico vem-se destacando muito no Brasil, especialmente por viabilizar a disponibilidade dos produtos em períodos de entre safra e garantir uma regularidade em sua oferta (CASTELLANE; ARAÚJO, 1994).

A alface é a planta cultivada em maior escala pelo cultivo hidropônico denominado de NFT – Nutrient Film Technique ou fluxo laminar de solução. Isso se deve à sua fácil adaptação ao sistema, no qual tem revelado alto rendimento e reduções de ciclo em relação ao cultivo no solo (OHSE et al., 2001).No sistema NFT,

a solução nutritiva é bombeada de um reservatório, passa pelas raízes das plantas nos canais de cultivo e volta ao reservatório por gravidade (FAQUIN; FURLANI, 1999). A circulação da solução nutritiva neste sistema pode ser contínua ou intermitente (GÜL et al., 2001). No sistema intermitente, o intervalo entre as irrigações representa a frequência com que a solução nutritiva é bombeada até as raízes das plantas.

Segundo PILLAU et al. (2002), a frequência adequada entre as irrigações, além de possibilitar o crescimento das plantas, determina um menor consumo de energia elétrica, promovendo então maior ganho econômico na produção. Há uma estreita relação entre o tempo de repouso do sistema de irrigação, e as condições ambientais durante o cultivo, como umidade e temperatura do ar (FURLANI, 1997; MORAES, 1997).

### 3.13.3 Produção de Mudanças para Hidroponia

Os produtores hidropônicos podem produzir suas próprias mudas ou adquirir as mesmas de viveiros idôneos que produzam mudas saudáveis e com garantia de qualidade. Eles podem optar por produzir as próprias mudas, os produtores devem adquirir sementes de firmas idôneas e escolher as variedades adaptadas à região.

Devem verificar a qualidade fisiológica, sanitária e genética, deve-se adquirir de preferência, sementes peletizadas, que facilitam o trabalho de plantio, pois facilitam a semeadura e dispensam o desbaste. As sementes peletizadas têm alta vigor, poder germinativo superior a 90%, pureza superior a 99% e homogeneidade de germinação.

As sementes peletizadas recebem tratamento denominados “priming”, que reduz o problema da maioria dos cultivares como a foto dormência (luz para poder germinar) e a termodormência (não germina em temperaturas acima de 23°C). Embora esse tratamento seja muito eficiente para acelerar o processo de germinação, reduz a longevidade das sementes. Portanto, após a abertura de uma lata de sementes, mesmo com armazenamento adequado, deve-se consumi-la rapidamente (FURLANI et. al., 1999).

Segundo ALBERONI (1998), as mudas devem ser produzidas em estufa-maternidade, coberta por filme plástico aditivado anti-UV e antigotejo, fechada

lateralmente por tela sombrite 50%, que evita a entrada de 50% de luz e de insetos transmissores de doenças. A estufa-maternidade deve permanecer sempre limpa e muito bem fechada, evitando-se a entrada de pessoas que possam trazer qualquer tipo de contaminação.

São quatro os principais tipos de substratos usados para produção de mudas para cultivo hidropônico. São eles: substrato organo-mineral, vermiculita, algodão hidrófilo e espuma fenólica. Atualmente, tem-se usado muito a espuma fenólica, por uma série de vantagens que apresenta quando comparada com os outros substratos.

Segundo FURLANI et. al., (1999), a espuma fenólica é um substrato estéril, de fácil manuseio e que oferece ótima sustentação para as plântulas, reduzindo sensivelmente os danos durante a operação de transplante. Dispensa tanto o uso de bandejas de isopor como a construção do "floating", pois após a emergência as mudas são transplantadas diretamente para os canais de crescimento. É comercializado em placas com 2 cm ou 4 cm de espessura e com células pré-marcadas nas dimensões de 2 cm x 2 cm.

A seguir, é apresentado o procedimento recomendado para produção de mudas em placas de espuma fenólica. (ALBERONI et al, 1998).

a) Dividir a placa de espuma fenólica ao meio.

b) Lavar muito bem cada placa com água limpa. Uma maneira fácil de efetuar essa operação é enxaguar as placas diversas vezes para eliminar possíveis compostos ácidos remanescentes de sua fabricação. O uso de um tanque com dreno facilita o trabalho. Para evitar que a placa de espuma se quebre, usar um suporte com perfurações que poderá ser, por exemplo, a parte dorsal (base) de uma bandeja de isopor ou uma chapa de madeira, plástico, PVC ou acrílico com perfurações de 0,5-1,0 cm de diâmetro, alocadas de forma aleatória. Essas perfurações auxiliam a drenagem do excesso de água da espuma fenólica;

c) Caso as células não estejam perfuradas para a semeadura, efetuar as perfurações usando qualquer tipo de marcador com diâmetro máximo de 1,0 cm, cuidando para que os orifícios fiquem com no máximo 1 cm de profundidade. O orifício de forma cônica possibilita melhor acomodamento da semente e evita compactação da base, favorecendo a penetração da raiz na espuma fenólica.

d) Efetuar a semeadura conforme determinado para cada espécie de hortaliça. No caso da alface, usar apenas uma semente se for peletizada, ou no máximo três, se tratar de sementes nuas (nesse caso, há necessidade de efetuar o desbaste após a emergência, deixando apenas uma plântula por célula). Para as outras hortaliças de folhas, como rúcula, agrião d'água, almeirão, salsa e cebolinha, usar quatro a seis sementes por orifício;

e) Após a semeadura, caso haja necessidade, irrigar levemente a placa com água, usando um pulverizador ou regador com crivo fino;

f) Colocar a bandeja com a placa já semeada em local apropriado para a germinação de sementes (temperatura amena e com pouca variação: de 20 a 25°C). É comum não haver necessidade de irrigação da espuma durante o período de 48 horas após a semeadura. Entretanto, se for preciso, umedecer a placa de espuma fenólica por subirrigação, usando apenas água;

g) No período de quarenta e oito a setenta e duas horas após a semeadura, transferir as placas para a estufa, acomodando-as num local com luminosidade plena. Iniciar a subirrigação com a solução nutritiva diluída a 50%. A espuma deve ser mantida úmida, porém não encharcada. Quando a semente iniciar a emissão da primeira folha verdadeira (cerca de 7 a 10 dias após a semeadura), efetuar o transplante das células contendo as plantas para a mesa de desenvolvimento das mudas, mantendo um espaçamento entre células de 5 cm x 5 cm, caso essa mesa tenha canaletas de PVC de 50 mm, ou 7,5 cm x 5 cm, caso seja feita com telha de fibrocimento de 4 mm. Para facilitar o transplante das células de espuma para a canaleta, usar uma pinça (tira dobrada) de PVC com 1 cm de largura) para auxiliar a colocação de cada muda no fundo da canaleta. O orifício na placa de isopor de cobertura da mesa deve ser de no máximo 3,5 cm de diâmetro. (ALBERONI et al 1998).

h) Quando da transferência das mudas para a mesa definitiva ou para a mesa intermediária, tomar cuidado para que o sistema radicular fique bem acomodado na canaleta de crescimento. O cubo de espuma fenólica permanece intacto com a planta até a fase final de colheita. (ALBERONI et al 1998).

### 3.14 NUTRIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS

As plantas devem ser alimentadas por nutrientes para seu devido crescimento, com a ausência do mesmo não completam seu estado de vida, por isso os nutrientes devem estar presentes no solo ou na solução nutritiva usada para a produção da hidroponia. Mas não podemos esquecer que para tudo isso deve se ter uma medida exata para atender as exigências das plantas em todas as suas fases de desenvolvimento, pois a ausência de um deles comprometera toda a produção, e levará a grandes prejuízos.

Os elementos não minerais Carbono (C), Hidrogênio (H), e Oxigênio (O), são absorvidos da atmosfera e da água. Os demais fornecem através de adubos.

Macro nutrientes: são exigidos em quantidades maiores pelas plantas, Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre(S).

Micronutrientes: são exigidos em pequenas quantidades pelas plantas: Boro(B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo) e Zinco (Zn).ALBERONI et al.

Os nutrientes necessários para a produção de alface hidropônica estão da seguinte ordem: 1ºPotássio (K); 2ºNitrogênio (N); 3ºCálcio (Ca); 4ºFósforo(P); 5ºMagnésio (Mg); 6ºEnxofre (S); 7ºFerro (Fe); 8ºZinco (Zn); 9ºManganês (Mn); 10º Boro (B) e 11ºCobre (Cu).

Quando as ausências de um desses elementos podem perceber a olho nu, mas da mesma forma é necessário que um técnico faça a análise em laboratório para identificar qual o elemento ausente na produção. O agricultor também pode identificar qualquer irregularidade através de algumas orientações. (CASTELLANE et al.,1995).

#### **Folhas mais velha:**

- ✓ Nitrogênio: folhas mais amarelas, queda das folhas mais velha e sistema radicular grosso.

- ✓ Fósforo: plantas achatadas com entre-nos mais curtos em forma de roseta, podendo as folhas apresentar coloração verde-escura, púrpura ou vermelha bronzeada.
- ✓ Potássio: as folhas são menos crespas que o normal, arredondadas ou em forma de coração, com manchas amareladas desenvolvendo-se nas extremidades das folhas mais velhas.

Magnésio: amarelo entre as nervuras das folhas mais velhas, permanecendo verde a nervura e uma faixa da folha junto às mesmas (CASTELLANE et al., 1995).

### **Folhas mais nova:**

- ✓ Cálcio: folhas com crescimento aberto formando entre-nos curtos em formas de roseta, folhas mais novas, mais escuras e mais enrugadas que o normal, apresentando lesões de coloração marrom à cinza irregularmente distribuídas nas margens das folhas mais novas, e levam a folha a morrer da extremidade e margens para dentro que em seguida caem.
- ✓ Enxofre: folhas mais nova de coloração amarelo-esverdeado, folhas mais crespas, mais grossas e firmes que o normal.
- ✓ Boro: ocorre o aparecimento de manchas e enrugamento das nervuras das folhas, muito similar a deficiência de cálcio. Com deficiência de boro, a necrose torna-se mais intensa para o ponto de crescimento, o qual fica completamente enegrecido, causando falha na formação da cabeça, ficando com entre-nos curtos, dando o aspecto de roseta, as folhas novas são deformadas, quebradiças e apresentam nervura central saliente.
- ✓ Cloro: é mais comum a toxidez do que a deficiência: a toxidez se caracteriza pela queima das margens das folhas externas.
- ✓ Cobre: má formação da cabeça; as folhas novas são deformadas, com aspecto de murchamento dos bordos que se curvam para baixo; margens das folhas novas são amareladas.
- ✓ Ferro: as folhas novas apresentam se amarelas entre as nervuras; em casos extremos de deficiência de ferro as folhas novas podem surgir totalmente sem a cor verde normal.
- ✓ Manganês: a planta toda e especialmente as folhas velhas apresentam-se de coloração verde pálido. Em estágios mais avançados, pode ocorrer amare

lamento entre as nervuras com pontuação marron-castanho e manchas nas folhas mais velhas.

- ✓ Molibdênio: as folhas novas não se desenvolver normalmente, podendo tomar a forma ova lada, de coloração verde pálido, tornando-se amarelas depois com manchas escuras.
- ✓ Zinco: as folhas são pequenas e estreitas; pequeno crescimento das plantas e em forma de entre-nos curtos em forma de roseta (CASTELLANE et al., 1995).

Nas Tabelas 1 e 2 estão relacionados os principais sintomas sofridos pela alface pelo excesso de nutrientes e as principais funções dos nutrientes essenciais ao desenvolvimento das cultivares hidropônicas.

**Tabela 01. Sintomas Visuais Gerais de Excesso de Nutrientes em Vegetais**

<b>Nutrientes</b>	<b>Funções</b>
Nitrogênio	Em geral, não-identificados. Atraso e redução de floração e frutificação e acamamento.
Fósforo	Indução de deficiência de Cobre, Ferro, Manganês e Zinco.
Potássio	Indução de deficiência de Cálcio e/ou Magnésio provavelmente.
Cálcio	Indução de deficiência de Magnésio e/ou Potássio provavelmente.
Magnésio	Indução de deficiência de Potássio e/ou Cálcio provavelmente.
Enxofre	Clorose interveinal em algumas espécies.
Boro	Clorose reticulada e queima das margens das folhas de ápice para a base.
Cloro	Necrose das pontas e margens, amarelecimento e queda das folhas.
Cobre	Manchas aquosas e depois necróticas nas folhas. Amarelecimento das folhas, da base para o ápice, seguindo a nervura central.
Ferro	Manchas necróticas nas folhas, manchas amarelo-parda.
Manganês	Deficiência de Ferro induzida, depois manchas necróticas ao longo do tecido condutor.
Molibdênio	Manchas amarelas globulares do ápice da planta.
Zinco	Indução de carência de Fósforo e ou Zinco.

**Fonte: Adaptado de Malavolta et al., (1989).**

**Tabela 02: Funções dos Nutrientes de Plantas.**

<b>Nutrientes</b>	<b>Funções</b>
Nitrogênio	Participa das proteínas, ácidos nucleicos e das clorofilas; é ligado à formação de folhas.
Fósforo	Participa dos nucleotídeos, ácidos nucléicos e de membranas vegetais. Interfere no metabolismo das plantas como fonte de energia. É importante para o enraizamento, floração e frutificação.
Potássio	Ativador enzimático atua na fotossíntese (formação de açúcares). Translocação de açúcares nas plantas influencia na economia de água e na resistência ao acamamento, a pragas, a doenças, ao frio e à seca.
Cálcio	Constituinte da parede celular, ajuda na divisão celular, atua como ativador enzimático.

Magnésio	Integra a molécula da clorofila, é ativador enzimático e aumenta a absorção de Fósforo.
Enxofre	Constituinte das proteínas e clorofila, de vitaminas e óleos essenciais, importante para fixação de Nitrogênio.
Boro	Participa do processo de síntese do ácido indolacético (hormônio vegetal), dos ácidos pécticos (parede celular), dos ácidos ribonucleicos, das proteínas e do transporte de açúcar nas plantas.
Cloro	Participa do processo fotossintético.
Cobre	É ativador enzimático; influencia na respiração, na fotossíntese e no processo de fixação nitrogenada.
Ferro	Ativador enzimático; importante na síntese da clorofila e dos citocromos, influencia a respiração, fotossíntese e fixação do Nitrogênio.
Manganês	Ativador enzimático e participa da fotossíntese e da respiração (como ativador enzimático).
Níquel	Ativador da enzima urease (que faz a hidrólise da uréia nas plantas).
Molibdênio	Influencia no processo da redução de Nitrato no interior das plantas e da fixação do Nitrogênio por leguminosas.
Zinco	Ativador enzimático, síntese do ácido indolacético.

Fonte: Teixeira (1996).

### 3.15 SOLUÇÃO NUTRITIVA

Na hidroponia todos os nutrientes são oferecidos às plantas na forma de solução. Esta solução é preparada com sais fertilizantes. Como pode ser observado nas Tabelas 3 e 4, existem vários sais que fornecem os mesmos nutrientes para as plantas, deve-se optar por aqueles fáceis de dissolver em água, baixo custo e facilmente encontrados no mercado.

**Tabela 03: Composição de Alguns Adubos Empregados em Hidroponia(Macronutrientes).**

Adubos	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S
Nitrato de Potássio	14	-	36,5	-	-	-
Nitrato de Sódio e Potássio	-	-	-	-	-	-
(Salitre do Chile Potássio)	13	-	11,6	-	-	-
Nitrato de Amônio	34	-	-	-	-	-
Nitrato de Cálcio	15	-	-	20	-	-
Nitrocálcio	22	-	-	7	-	-
Fosfato Monoamônio (MAP)	10	21,1	-	-	-	-
Fosfato Diamônio (DAP)	18	20,2	-	-	-	-
Uréia	45	-	-	-	-	-

Sulfato de Amônio	20	-	-	-	-	24
Superfosfato Simples	-	8,8	-	20,2	-	12
Superfosfato Triplo	-	19,8	-	13,0	-	-
Fosfato de Potássio	-	24	31	-	-	-
Cloreto de Potássio	-	-	49,8	-	-	-
Sulfato de Potássio	-	-	41,5	-	-	17
Sulfato de Potássio e Magnésio	-	-	16,6	-	11	22
Sulfato de Magnésio	-	-	-	-	9,5	13

Fonte: Malavolta (1989) *apud* Teixeira (1996).

**Tabela 04. Composição de Alguns Adubos Empregados em Hidroponia (Micronutrientes).**

<b>Adubos</b>	<b>Composição</b>
Bórax	11% de Boro
Ácido Bórico	17% de Boro
Sulfato Cúprico Pentaidratado	25% de Cobre
Sulfato Cúprico Monoidratado	35% de Cobre
Quelados de Cobre	9 – 13% de Cobre
Sulfato Ferroso	19% de Ferro
Quelados de Ferro	5 – 14% de Ferro
Sulfato Manganoso	26 – 8% de Manganês
Quelado de Manganês	12% de Manganês
Molibdato de Sódio	39% de Molibdênio
Molibdato de Amônio	54% de Molibdênio
Sulfato de Zinco	20% de Zinco
Quelado de Zinco	14 – 19% de Zinco

Fonte: Malavolta (1989) *apud* Teixeira (1996).

Não existe uma solução nutritiva ideal para todas as espécies vegetais e condições de cultivo. Cada espécie vegetal tem um potencial de exigência nutricional. (TEIXEIRA, 1996).

No Quadro 02 apresentam-se as relações entre os teores foliares considerados adequados de N, P, Ca, Mg e S e os de K para diferentes culturas passíveis de serem cultivadas no sistema hidropônico – NFT. Embora haja diferenças nos teores de nutrientes em folhas em função de cultivares, épocas de amostragem e posição das folhas, os valores apresentados indicam que existem diferenças entre essas relações para as diversas espécies, considerando o desenvolvimento vegetativo adequado. (FURLANI et. al. 1999).

Tal fato deve ser levado em conta quando se utiliza uma única composição de solução nutritiva para o crescimento de variadas espécies vegetais. Por exemplo, quando se usa uma única solução nutritiva para o crescimento de diferentes hortaliças de folhas, pode-se antever que as plantas de espinafre e rúcula irão

absorver maiores quantidades de cálcio que as plantas de agrião, alface e almeirão, para cada unidade de potássio absorvido. Se isso não foi considerado na reposição de nutrientes, ocorrerá deficiência de Ca para essas culturas com maior capacidade de extração. (FURLANI et. al. 1999).

Os produtores desejam freqüentemente obter uma fórmula ótima, que sirva para todas as culturas, mas isto não é possível. Existem muitas variáveis a considerar na nutrição de plantas, como:

- ✓ Espécie de planta – por exemplo, a alface precisa mais de nitrogênio que o tomate;
- ✓ Estágio de crescimento – plantas novas gastam menos nutrientes que as mais velhas;
- ✓ Parte da planta que será colhida – se é folha ou fruto;
- ✓ Estação do ano;
- ✓ Temperatura e intensidade de luz.

Para que as plantas tenham um bom desenvolvimento é necessário que haja um constante equilíbrio de nutrientes na água que banha as raízes das plantas, ou seja, ao longo do tempo e da formação das plantas os elementos essenciais (nutrientes) devem estar sempre à disposição, dentro de faixas limitadas, sem escassez nem excesso. (FURLANI et. al., 1999).

### 3.16 DOENÇAS E PRAGAS NA HIDROPONIA

Quando se trabalha com hidroponia, a incidência de pragas e doenças é menor. Quando ocorrem, entretanto, é difícil decidir o que fazer: os produtos que controlam são testados para registro em cultivo tradicional e, por outro lado, um dos pontos fortes para a comercialização do produto hidropônico é poder propagar que não se emprega fungicidas e inseticidas no processo de cultivo. (TEIXEIRA, 1996).

Produzir em hidroponia não significa, necessariamente, produzir sem agrotóxicos. Mesmo em hidroponia, ocorrem doenças e ataques de insetos. Naturalmente que as ocorrências são esporádicas, pois as plantas são mais

protegidas das adversidades do clima, dos patógenos e dos insetos, além de serem mais bem nutridas durante o ciclo.

Por outro lado, uma estufa mal planejada, ou um manejo inadequado das cortinas, ou ainda uma solução nutritiva com problemas, pode favorecer o ataque de doenças. Um ambiente quente, úmido e mal ventilado é “doença na certa”. Na hidroponia, uma vez estabelecida a doença, seu alastramento é rápido e fulminante. O mesmo acontece quando se permite o ataque de insetos. Uma vez estabelecido uma infestação, tem-se que tomar medidas rápidas de controle, principalmente quando se pretende produzir sem agrotóxicos. (LABHIDRO. CCA. UFSC. BR, ano).

As principais doenças que ocorrem em hidroponia atingem principalmente as raízes (contaminação da fonte de água) e, uma vez introduzidas, são altamente favorecidas pelo sistema, pelas seguintes razões:

- ✓ Cultivo adensado – proximidade entre as plantas, facilitando o contato das sadias com as contaminadas;
- ✓ Temperatura e umidade ideais ao desenvolvimento do fito patógeno;
- ✓ Uniformidade genética – utiliza-se do plantio de uma ou, no máximo, duas variedades diferentes;
- ✓ Facilidade de disseminação em todo o sistema, através da solução recirculante;
- ✓ Liberação de exudatos, atrativos para os patógenos.
- ✓ Existem diversas formas pela qual um patógeno pode ser introduzido no sistema: ar, areia, solo, turfa, substratos, água, insetos, ferramentas e sementes, entre outras.
- ✓ A areia, constituinte do piso das estufas, pode conter propágulos de *Pythium* sp. Com relação aos patógenos de raiz, poucos são disseminados pelo ar, mas causa preocupação o *Fusarium oxysporum*, causador da podridão da raiz do tomateiro.
  - ✓ A utilização de sementes cujos fabricantes dão garantia de qualidade e sanidade evita a ocorrência de muitas doenças.
  - ✓ Os substratos utilizados devem ser inertes, pois no caso do uso de turfas pode haver contaminação por *Pythium*, *Fusarium* ou *Thelaviopsis*.
  - ✓ Alguns insetos, que normalmente ocorrem em um sistema hidropônico, não são considerados pragas e, com isso, não recebem a menor atenção. Mas eles podem ser importantes transmissores de patógenos, tanto pela

sua introdução no sistema como pela sua disseminação. (ALBERONI, 1998).

Quando ocorre a contaminação do sistema hidropônico o controle é difícil, uma vez que os patógenos se disseminam rapidamente, principalmente através da solução nutritiva, não sendo recomendados os métodos utilizados no cultivo convencional.

O que se pode recomendar é, em primeiro lugar, que se mantenha a instalação limpa. Quando não se puderem evitar os produtos para controlar a infestação, trabalhar, sempre que possível, com produtos biológicos, caso contrário, então, empregar os produtos químicos menos tóxicos e respeitar os prazos de carência. (TEIXEIRA, 1996).

Muitas vezes é necessária a adoção de mais de um método de controle, sendo eles:

- ✓ Controle da temperatura da solução nutritiva – cada patógeno tem uma temperatura ideal e tolerante para o seu desenvolvimento;
- ✓ Arrancar imediatamente as plantas contaminadas;
- ✓ Identificar qual a doença ou praga e estudar tudo sobre ela;
- ✓ Retirar a solução nutritiva para a desinfecção do reservatório e de toda a tubulação;
- ✓ Trocar a solução e desinfetar as instalações mais rapidamente;
- ✓ Antecipar as colheitas, podendo chegar ao caso de colocar duas ou mais plantas por embalagem de venda;
- ✓ Rever o que pode ser melhorado nas estruturas, no manejo e na solução nutritiva;
- ✓ Anotar a época de ocorrência da contaminação para se prevenir no próximo ano;
- ✓ Tentar modificar as condições que são ótimas para o desenvolvimento do patógeno.

Segundo ALBERONI (1998), dadas as dificuldades do controle dos patógenos e a não existência de produtos específicos para a hidroponia, a única solução é a prevenção, ou seja, a profilaxia;

- ✓ Utilizar água de boa qualidade;
- ✓ Reservatórios protegidos de contaminação;

- ✓ Lavar as bancadas, canais e equipamentos com cloro ativo a 0,1%;
- ✓ Utilizar variedades resistentes;
- ✓ Utilizar substratos inertes;
- ✓ Sementes sadias e sementeiras isoladas do sistema de produção;
- ✓ Evitar a entrada de insetos, principalmente na área de produção de mudas;
- ✓ Proibir a entrada de pessoas estranhas ao sistema;
- ✓ Evitar que fumem dentro do sistema: o fumo contém um vírus que pode infectar toda a produção.

Em relação ao cultivo convencional, a ocorrência de patógenos relacionados à hidroponia é relativamente menor. Registrou-se até o momento a ocorrência de apenas quatro viroses:

- ✓ *Lettucebivveinivirus* (vírus da grande nervura da alface);
- ✓ *Melonnecrotic spot vírus* (vírus da mancha necrótica do melão);
- ✓ *Tomatomosaicvirus* (vírus do mosaico do tomateiro);
- ✓ *Cucumbergreenmottlemosaicvirus* (vírus do mosaico mosqueado do pepino verde).

Duas bacterioses:

- ✓ *Clavibactermichigenense*
- ✓ *Xanthomonassalacearum*

E 20 fúngicas, sendo que os fungos aqui listados, além de serem os mais freqüentes, são causadores de uma real perda econômica:

- ✓ *Colletotrichum*
- ✓ *Fusarium*
- ✓ *Thielaviopsis*
- ✓ *Verticillium*
- ✓ *Pythium*
- ✓ *Phytophthora*
- ✓ *Plasmopara*
- ✓ *Cercospora*
- ✓ *Bremia*

Os fungos zoospórios (*Phytophthora*, *Plasmopara*) têm uma fase do seu ciclo vital em que produzem esporos móveis, favorecidos por ambientes aquáticos. Uma vez introduzido esse zoósporo no sistema, ele é facilmente disseminado pelas plantas através da solução. Deve-se considerar que, devido ao micro clima formado, a hidroponia pode funcionar na pressão de seleção para a ocorrência de novos patógenos, extremamente adaptáveis a essa condição. Por outro lado, patógenos considerados secundários no solo podem adquirir níveis epidêmicos, ocasionando perdas econômicas, como o caso de *Cercospora* sp. O acúmulo de etileno e CO<sub>2</sub> na solução pode causar a “podridão das raízes” sem, no entanto, haver causa patológica. São encontrados, no local, microorganismos saprófitos que colonizam os tecidos mortos (ALBERONI et al., 1998).

### 3.17 INSTRUÇÕES E CURIOSIDADE NA COLHEITA DA HIDROPONIA

Vindas do berçário as plantas ficarão no perfil de crescimento final até atingirem o ponto de colheita. Isto normalmente levará cerca de três semanas no caso de alface. Outras variedades e tipos de plantas têm ciclos diferentes que devem ser conhecidos e acompanhados de acordo. O ponto de colheita variará de acordo como que o mercado local está acostumado, pois no caso da alface, por exemplo, dependendo do tempo em que ela permanece em produção o seu peso pode variar entre 250g a 400g por pé. Há de se considerar o que isto significa em termos de tempo de produção, pois ao longo do ano pode significar uma ou duas safras a mais ou a menos (BLISKA et al., 1995).

Da mesma forma, devem-se conhecer as peculiaridades de cada planta no que tange a necessidades nutricionais, insolação, etc., para obter hortaliças da melhor qualidade possível. O ciclo se altera em função da duração do dia, temperatura, etc. (BLISKA et al., 1995).

Para a colheita, em hidroponia se utilizam embalagens individuais cônicas que trazem os dados do produtor, o que significa uma proteção maior e conseqüentemente menor perda no manuseio e principalmente uma confiança muito grande por parte do consumidor. O melhor horário para colheita é logo antes do

amanhecer para ser logo entregue. Ou ao cair da noite, sempre nos horários mais frescos (CASTELLANE et al., 1995).

A solução nutritiva é talvez a parte mais crítica de toda a instalação de um sistema hidropônico. Nunca é demais frisar que é importante utilizar produtos da melhor qualidade e alto grau de pureza e solubilidade para preservar a qualidade da produção. A água utilizada para a solução nutritiva é toda água potável para consumo humano, mas é importante fazer uma análise da água para ter a certeza de que não apresenta alguns minerais em excesso ou um pH muito alterado. A água ideal deve ter uma CE abaixo de 0,5 mS/cm e sais numa proporção inferior a 50 ppm (BLISKA et al., 1995)

O controle da solução deve ser feito diariamente para preservar a sua qualidade:

O nível da solução deve ser completado diariamente para evitar a concentração de nutrientes. A condutividade medida dará a dimensão dos nutrientes dissolvidos e seu consumo. O pH ideal para a planta deve se manter entre 5,5 e 6,6, e deve ser ajustado acidificando ou alcalinizando a solução. A temperatura também deve se situar por volta dos 25°C e não ultrapassar os 28°C. Para algumas espécies pode ser preciso fazer alguns ajustes na formulação para atender a diferentes necessidades. A solução nutritiva deve estar sempre ao abrigo da luz, pois caso contrário haverá o desenvolvimento de algas (ALBERONI et al. 1998)

As regiões muito quentes, a planta absorve mais água do que nutrientes e conseqüentemente deve-se trabalhar com soluções mais diluídas.

A hidroponia não é imune a pragas e doenças, apesar de que este tipo de cultivo minimiza bastante este tipo de ocorrência. A forma de combate evidentemente depende de cada tipo e não é nenhuma imposição da técnica. Existem várias técnicas de defesas contra patógenos, desde o uso de defensivos químicos como também técnicas de bio controle. O mais importante é que seja sempre feito com responsabilidade e de acordo com todas as normas necessárias (ALBERONI et al. 1998).

A instalação requer conhecimentos de elétrica e hidráulica e o acompanhamento de um técnico é importante. A higienização e controle efetivos e com cuidado são sinônimos de sucesso. Dependendo da necessidade de entrega, a produção será organizada em função da colheita: diária, semanal, etc. Como a solução nutritiva não varia ao longo das fases é apenas uma questão de

organização; para quem entrega diariamente, é necessário ter plantas em 30 fases distintas e diariamente colhe-se um tanto, transplanta-se um tanto do berçário para o final, coloca-se um tanto no berçário e germina-se o mesmo tanto (ALBERONI et al. 1998).

As alfaces são embaladas em sacos cônicos individuais, com suas raízes. A planta vai viva para o consumidor. Acondicione em caixas plásticas com folga para não amassarem. Se possível levar em veículo refrigerado, mas pelo menos com boa ventilação, sem abafar as plantas. É contra produtivo despende semanas de trabalho cuidando do cultivo para estragar tudo em mau acondicionamento e mau manejo de expedição. Por isso também é importante cuidar da exposição nos pontos-de-venda (ALBERONI et al., 1998).

A seguir podem-se destacar alguns pontos gerais interessantes:

Para o iniciante o ideal é começar com o cultivo da alface por ser a mais simples e numa escala pequena para minimizar prejuízos decorrentes de erros iniciais, se houver. Após adquirir a experiência necessária crescer gradualmente e diversificar a produção. Se utilizar mudas criadas em substrato é recomendável lavar as raízes e colocar um filtro no depósito de solução para evitar entupimentos no sistema.

A instalação do sistema deve ser em local que não seja sombreado ao longo do dia.

A casa de vegetação deve ser fechada com tela plástica para evitar a entrada de insetos, protegerem de intempéries muito fortes, sem impedir a ventilação. O nível do reservatório deve ser desligado, o sistema e esperar que toda a solução volte ao reservatório (CASTELLANE et al., 1995).

O produto hidropônico é embalado um a um com os dados do produtor, o que confere mais confiança ao consumidor final. A canalização deve chegar à bancada pelo centro para que a distribuição da solução nos perfis se dê de maneira mais uniforme. As algas competem com as plantas por nutrientes e podem ser fonte de patógenos. É essencial evitar a combinação solução nutritiva-luz que favorece o seu aparecimento. E para a lavagem e desinfecção do equipamento utiliza-se uma solução de hipoclorito de sódio a 1% ou dióxido de cloro, enxaguando muito bem após para não deixar nenhum resíduo de cloro. Uma limpeza simples deve ser feita a cada colheita como prevenção ao aparecimento de pragas e doenças. Eliminar o atravessador na distribuição dá mais trabalho, mas aumenta o lucro. A preparação e

cuidado da solução nutritiva deve ser feita por uma pessoa qualificada. A estufa deve ser adequada para locais quentes, que não forme bolsões de ar quente (ALBERONI et al. 1998).

### 3.18 ALTERNATIVA DE RENDA PARA PEQUENOS PRODUTORES?

Quanto à qualidade do produto e aspectos de segurança alimentar, pode-se indagar: Em que solo foi plantado esse alface? Com que água foi regada a alface? Esse canteiro é cercado ou aberto? Será que não pode haver passagem de animais, como gato, cachorro...? O canteiro este localizado próximo a rua com movimentação intensa de carros? Que adubo foi utilizado para o seu crescimento? Por isso é muito importante saber qual é a origem do produto antes de ser utilizado. Que água foi utilizada para regar a alface?

Por isso a produção de alface hidropônica só nos traz benefícios ao meio ambiente além de ser utilizada muita pouca água, não é utilizado agrotóxicos que contaminam o solo é a água e também a plantação. Com esse sistema não há aração do solo para fazer a plantação, evitando assim grandes erosões do solo.

O produtor também só tem a ganhar, no início o custo é elevado, mas com muita dedicação a recompensa vem depois. A vantagem que ele tem é que ele ira produzir e colher o ano todo com sucesso independente da estação do ano.

É muito importante repassar esse conceito para a população, fazer seu marketing de vendas, não só com intenção de vendas, mas sim conscientizar todos da sua importância.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hidroponia surgiu a muitos anos no estrangeiro, e também esta há muitos anos aqui no Brasil, mas a grande falta de comunicação faz com muitas pessoas não fazem idéia do que é hidroponia, ou já ouviram falar e nem sabem o que é, e também não sabem a diferença entre ambas ou já consumiram e compraram só por falta da alface normal. E pior, os consumidores quando vão a feira escolhem para comprar a mais barata, sem saber de sua origem e acreditando que se estiver ali e de boa qualidade.

Percebe-se assim que a hidroponia é um investimento é altamente rentável, e vale à pena sim se dedicar a este projeto com muita força de vontade, e o mais importante é não desanimar, pois no inicio do projeto o custo é bem elevado, mas a recompensa vem depois. Com o passar do tempo o proprietário irá cada vez mais adquirir experiência, e ai sim seu projeto começará atingir seus objetivos, ou seja, dar lucros.

A divulgação é outro fato importante, sendo necessário o produtor recorrer aos recursos de marketing disponíveis. O ideal seria e mobilizar a população da importância de consumir um produto de ótima qualidade. Ele deve fazer anúncios em jornal, revistas, panfletos, rádios, TV, ou ate mesmos palestras explicando o processo hidropônico, com objetivo de sensibilizar os consumidores e valorizar seu produto.

Pois a hidroponia alem de fazer mais bem pra saúde, ela também faz muito bem para o meio ambiente, pois não é utilizado agrotóxico, não é feita a aração do terreno ocasionando erosão do solo, e é utilizada muito pouca água no sistema hidropônico.

## REFERÊNCIAS

ALBERONI, R. B. Hidroponia. **Como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo** – Alface, Rabanete, Rúcula, Almeirão, Chicória, Agrião. São Paulo: Nobel, 1998. 102p.

ALEXANDER, M. Nitrification. In: BARTHOLOMEN, W.V.; CLARK, F.E. (Ed.). **Soilnitrogen**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.307-343.

BARBOSA FILHO MP; SNYDER GH; FAGERIA NK; DATNOFF L; SILVA OF. 2001. Silicato de cálcio como fonte de silício para arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**25: 325-330.

BERNARDES, L. J. L. **Hidroponia. Alface Uma História de Sucesso**. Charqueada: Estação Experimental de Hidroponia “Alface e Cia”, 1997. 120p.

BLISKA JUNIOR A UNICAMP. 24p; HONÓRIO SL. 1995. **Cartilha tecnológica de hidroponia**. Campinas: Unicamp, 1995.

BLISKA JÚNIOR; A. **Alface (*Lactuca sativa*L.): distintos sistemas de produção, conservação e avaliação pós-colheita**. 1998. 103 f. Dissertação (mestrado)-Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 1998.

BLISKA JÚNIOR, A.; HONÓRIO, S.L. **Cartilha tecnológica: hidroponia**. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 1996. 51p.

BRUNINI, O.; LISBÃO, R.S.; BERNARDINI, J.B.; FORNASIER, J.B.; PEDRO Jr., M.J. Temperaturas básicas para alface, cultivar Withe Boston, em sistemas de unidades térmicas. **Bragantia**, Campinas, v.19, n.35, p.213-219, 1976.

CAMARGO, L. de S. **As hortaliças e seu cultivo**. 2ª ed. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 448p.

CARMO Júnior, R. R. **O que é hidroponia**. Disponível em: <<http://www.terravista.pt/bilene/7810/oque.htm>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

CÁSSERES, E. **Producción de hortalizas**. S José-Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1980. 387p.

CASTELLANE, P. D.; ARAUJO, J. A. C. **Cultivo sem solo – hidroponia**. 2. ed. Jaboticabal: Funesp, 1995. 43p.

CERMEÑO, S. Z. **Estufa, instalação e manejo**. Lisboa. Litexa Editora, 1990. 355p.

CERMEÑO, Z. S. **Veinte cultivos de hortalizas en invernadero**. Sevilla: 1996. 639p.

CONTI, J.H. **Caracterização de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) adaptadas aos cultivos de inverno e verão**. 1994. 103 f. Dissertação (mestrado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

CORTEZ, G.E.P. **Cultivo de alface em hidroponia associado à criação de peixes**. 1999. 75f. Tese (doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

COSTA JS; JUNQUEIRA AMR. 2000. Diagnóstico do cultivo hidropônico de hortaliças na região do Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**18: 49-52.

ESCOLA PROFISSIONAL AGRÍCOLA Fernando Barros Leal, Torres Vedras – Portugal. **Definição de Hidroponia**. Disponível em: <[http://www.ep-agricola-torres-vedras.rcts.pt/projectos/proj\\_hidro.htm](http://www.ep-agricola-torres-vedras.rcts.pt/projectos/proj_hidro.htm)>. Acesso em: 06 jun. 2014.

FAQUIM V; FURLANI PR. 1999. **Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido**. *Informe Agropecuário*200/201: 99-104.

FAQUIM, Valdemar, ANTONIO E, FURTINI Neto, VILELA Luis Artur. **Produção de Alface em Hidroponia – UFLA – FÁRIA RJ. 2000. Influência do silicato de cálcio na tolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo**. Lavras: UFLA. 47p. (Tese de mestrado).

FILGUEIRA FAR. 2003. *Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 2ª ed. Viçosa: UFV. 412p.

FONTES PCR. 2003. **Podridão apical do tomate, queima dos bordos das folhas de alface e depressão amarga dos frutos em maçã: deficiência de Ca?** *Horticultura Brasileira*21: 144.

FILGUEIRA, F.A.R. Cichoriáceas. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1982. n.2, p.77-86.

FILGUEIRA, F.A.R. Asteráceas – alface e outras hortaliças herbáceas. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: editora Ceres, 2000. v.1, p.289-295.

FURLANI, P. R., SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 52p.

FURLANI, P.R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia NFT**. Campinas: IAC, 1995. 18p.

FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C.; HIROCE, R.; GALLO, J.R. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, Campinas, v.37, p.33-37, 1978.

GARCIA, L.L.C.; HAAG, H.P.; MINAMI, K.; DECHEN, A.R. Nutrição mineral de hortaliças. XLIX. Concentração e acúmulo de macronutrientes pela alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clausess Aurélia. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v.39, n.1, p. 455-484, 1982.

GOTO, R. A cultura de alface. In: **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: editor Unesp, 1998. v.1, p.137-159.

KNOTT, J.E. **Handbook for vegetable grower's**. 2<sup>nd</sup>. ed. New York: John Wiley e Sons, 1962. 245p.

KORNDORFER GH; PEREIRA HS; CAMARGO MS. 2002.**Silicato de cálcio e magnésio na agricultura**.Uberlândia: UFU. 23p. (Boletim técnico, 01).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.

MALORGIO, F.; PARDOSSI, A.; LISHU, W. Contenedodinitrati in sedano e lattugacoltivati in NFT. **Coltivo Protegido**. Palermo, n.7, p.14-18. 1990.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W.L.C.S.; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em**

**hortaliças.** Brasília: EMBRAPA-SPI / EMBRAPA-CNPH, 1994. 60p.

MARTINEZ HEP. 1997.**Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais.**Jaboticabal: FUNEP. 31p.

MELETTI, L. M. M.; FURLANI, P. R.; ÁLVARES, V.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L. C.; AZEVEDO FILHO, J. A. **Novas Tecnologias Melhoram a Produção de Mudanças de Maracujá.** Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/new/oagronômico/541/>>. Acesso em: 13 maio 2014.

MELÉM JR., N.J.; ALVES, R.M.M. ; GOES, A..C.P. Produção de alface em função da época de cultivo em Macapá/ AP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39., 1999, Tubarão. **Resumos...** Tubarão: SOB, 1999.

MULLER, A.G. **Comportamento térmico do solo e do ar em alface em diferentes tipos de cobertura do solo.** 1991. 77f. Dissertação (mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

NAGAI, H. Obtenção de novos cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) resistentes ao mosaico e ao calor. II – Brasil 303 e 311. **Revista de Olericultura**, São Paulo, v.18, p.14-21, 1980.

PANDURO, A.M.R. **Análise do comportamento da alface, *Lactuca sativa* L., sob diferentes condições de iluminação.** 1986. 129f. Dissertação(mestrado)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

ROBINSON, R.W.;McGREIT, J.D.; RYDER, J.E. The genes of lettuce and closely related species. In: JANICK, J. (Ed). **Plant breeding reviews.** Westport: AVI, 1983. v.1, 397 p.

ROSENBERG, N. J.; MCKENNEY, M. S.; MARTIN, P. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed world: a review and simulation. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.47, p. 303-320, 1989.

RYDER, E.J. Lettuce breeding. **Breeding vegetables crops**, Westport, v.6, p.433-474, 1986.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura.** Porto Alegre: Petroquímica Triunfo, 1990. 303p.

SHEAR, C.B. Calcium related disorders of fruits and vegetables.

**Horticultural Science**, Alexandria, v.10, n.4, p. 361-365, 1975.

SILVA LS; BOHNEN H. 2001. Rendimento e acúmulo de nutrientes pelo arroz em solução nutritiva com e sem a adição de silício. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 25: 771-777.

STANGUELLINI, C. Água de riego: uso, eficiencia y economia. In: MILLAGROS, F.F.; PILAR, L.M.; CUADRADO GÓMEZ, I. (Ed). **Mejora de la eficiencia en el uso del agua en cultivos protegidos**. Almeria, F.I.A.P.A. 2003. p. 25-36.

TEIXEIRA, N. T. Hidroponia: Uma Alternativa Para Pequenas Áreas. Guaíba: Agropecuária, 1996. 86p.

TERRA, S.B.; MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; DUARTE, G.B. Exportação de macronutrientes em alface cultivada no outono-inverno e na primavera com adubação orgânica em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, supl. julho, 2001. CD-ROM.

VAN OS, E. Closed soilless growing systems: a sustainable solution for dutch greenhouse horticulture. **Water Science and Technology**, Colchester, v. 39, n.5: 105-112, 1999.

VERDADE, S.B.; BOLONHEZI, D.; FERREIRA, W.M.; MACHADO NETO., J.G. Consumo de água hidropônica cultivada em estufa convencional e climatizada. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA. 2006 Ribeirão Preto.

**Resumos...** CD-ROM.

WAYCOTT, W. Photoperiodic response of genetically diverse lettuce accessions.

**Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount, v.120, n.3,p.460-467, 1995.

VERDADE, S.B.; BOLONHEZI, D.; FURLANI, P.R.; OLIVEIRA, M.V. Estimativa de consumo de água e extração de nutrientes em cultivares de alface no sistema hidropônico NFT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** CD-ROM.

VOOGT W; SONNEVELD C. 2001. Silicon in horticultural crops grown in soilless culture. In: DATNOFF LE; SNYDER GH; KORNDORFER GH (Eds). *Silicon in Agriculture*. London: Elsevier Science B.V. p.115-131.

**WIKISPECIES.** Classificação taxonômica da cultura de alface. Disponível em:

<"<"<http://species.wikimedia.org/wiki/Lactuca>">. Acesso em: agosto, 2014.

ZONTA EP; MACHADO AA. 1984. **SANEST–Sistema de análise estatística para microcomputadores**. Capinas: IAC – SEI nº 066060.

.