



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

ORIENTADOR: Professor Jorge L. B. Oliveira

BANCA: Professor Jorge L. B. Oliveira

Professor Lineu Schneider

Engenheiro Agrônomo Ricardo Lang

HIDROPONIA NO CULTIVO DO ALFACE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ITAMAR VANDRESEN

FLORIANÓPOLIS, NOVEMBRO DE 1995.



R 223

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

ORIENTADOR: Professor Jorge L. B. Oliveira

BANCA: Professor Jorge L. B. Oliveira

Professor Lineu Schneider

Engenheiro Agrônomo Ricardo Lang

HIDROPONIA NO CULTIVO DO ALFACE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ITAMAR VANDRESEN

FLORIANÓPOLIS, NOVEMBRO DE 1995.

IDENTIFICAÇÃO

Nome: Itamar Vandresen

Área de Atuação: Hidroponia

Local de Estágio: - 28 a 31/07/1995 - Visita ao produtor hidropônico Laudo J. L. Bernardes (Centro Experimental Hidropônico) - Piracicaba/SP;

- 03 a 05/08/1995 - Visita a EXPOVEL (Centro de Hidroponia do Parque de Exposições de Cascavel) - Cascavel/PR;

- 07 a 31/08/1995 - Implantação do Projeto "Horta D'Água"- Cascavel/PR.

Supervisor: Engenheiro Agrônomo Ricardo Lang

Orientador: Professor Jorge L. B. Oliveira

Banca: Professor Jorge L. B. Oliveira

Professor Lineu Schneider

Engenheiro Agrônomo Ricardo Lang

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, que me proporcionou este caminho; aos meus pais, pela oportunidade; ao Curso de Agronomia, pelos conhecimentos obtidos; aos professores e amigos, pela ajuda e atenção no desenvolvimento deste trabalho e no decorrer do curso.

AGRADECIMENTOS

- Agradeço ao professor Jorge L.B. Oliveira, pela orientação e atenção recebida durante o estágio.
- Agradeço ao supervisor Ricardo Lang pela atenção e apreço.
- Agradeço ao professor Lineu Schneider pela atenção recebida.
- Agradeço aos professores e amigos pela ajuda e atenção recebida.

APRESENTAÇÃO

O presente relatório faz parte do currículo do Curso de Agronomia e parte do conteúdo programático da 10ª fase, sob responsabilidade do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias. Intitulado como “Hidroponia no Cultivo do Alface”, visa mostrar as práticas realizadas no período de estágio de 29/07/95 à 15/09/95 nas localidades de Piracicaba-SP e Cascavel-PR, na área de produção de alface hidropônico. Esta tecnologia empregada no exterior que agora chega ao Brasil, utilizada principalmente para a produção do alface, que juntamente com o tomate, é um dos produtos hortigranjeiro mais consumido pelos brasileiros.

RESUMO

No período de 29/07/95 à 15/09/95 foi realizado estágio de conclusão de curso, onde foram realizadas visitas à produtores hidropônicos como J.L. Bernardes em Piracicaba-SP, à unidades de pesquisa como a EXPOVEL em Cascavel-PR e participação na execução do projeto "HORTA D'ÁGUA" também situada em Cascavel-PR, onde tivemos oportunidade de conhecer o processo hidropônico de cultivo do alface.

Tecnologia desenvolvida principalmente por Israel, Holanda e Japão, para o cultivo de hortaliças sem solo, onde a nutrição da planta é obtida através de soluções constituídas de água e nutrientes necessários ao pleno desenvolvimento da planta. Para tanto, são utilizadas instalações adequadas, denominadas de Estruturas Hidropônicas, compostas basicamente por uma estufa, suportes e substratos, onde será adicionada a solução nutritiva. A proteção obtida pelas estufas e o cultivo em canteiros suspensos evitam os danos provocados pelas pragas e doenças que ocorrem naturalmente no solo, eliminando também as injúrias provocadas pelas intempéries, evitando assim o uso de agrotóxicos (herbicidas, inseticidas, etc.), produzindo hortaliças de alta qualidade física e sanitária. Porém, a grande vantagem deste sistema é a homogeneidade de sua produção, garantindo a mesma quantidade com a mesma qualidade todos os dias, independente das variações climáticas sazonais.

No cultivo do alface, o principal processo hidropônico utilizado é o sistema NFT (Nutrient Film Technic), que a técnica da seiva artificial fluente.

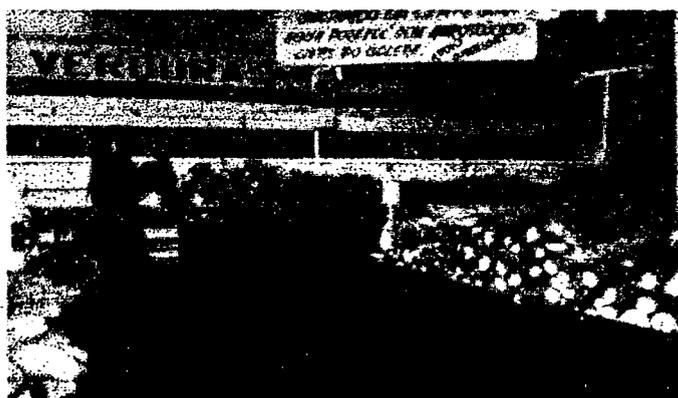
Este sistema apresenta os melhores resultados de produção, numa área de 2m x 16m produz cerca de 1000 plantas, com um baixo custo de implantação.



Implantação do Projeto Horta D'Água - Cascavel/PR - 1995



Cultivo do alface - Projeto Horta D'Água - Cascavel/PR - 1995



Comercialização

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1 - GENERALIDADES	
1.1 - Conceito.....	14 à 15
1.2 - Histórico.....	16 à 17
1.3 - Panorama da hidroponia pelo mundo.....	18 à 19
1.4 - Vantagens.....	20 à 21
1.5 - Desvantagens.....	22
2.- CULTIVO DO ALFACE HIDROPÔNICO.....	
2.1. - Botânica e Fisiologia.....	23
2.2 -Clima	24
2.3 - Variedades.....	24
2.4 - Plantio.....	25
2.5 - Crescimento.....	25 à 26
2.6 - Sistemas de cultivo de aface hidropônico.....	27
2.6.1 - Sistema NFT.....	27 à 28
2.6.2 - Sistema de “Tanque de Areia”.....	28 à 29
2.6.3 - Sistema de “Cultivo em Balsa”.....	30
2.6.4 -Sistema “Aerohidroponia”.....	31
2.7 - Aspectos técnicos do sistema NFT.....	32

3. - PROJETO HIDROPÔNICO - HORTA D'ÁGUA - CASCAVEL/PR

3.1 - Localização.....	33 à 34
3.2 - Escolha do Sistema.....	35
3.3 - Mercado.....	35
3.3.1 - Consumidor.....	36
3.3.2 - Cultivar.....	37
3.3.3 - Potencial de Consumo.....	37
3.3.4 - Marketing.....	37 à 38
3.4 - Fatores Ambientais.....	39
3.4.1 - Temperatura.....	39
3.4.2 - Luz.....	40
3.4.3 - Conteúdo de oxigênio na zona das raízes.....	41
3.4.4 - Umidade do ambiente.....	41
3.4.5 - CO2.....	42
3.4.6 - Efeito conjunto dos fatores ambientais.....	42
3.5 - Água.....	43
3.5.1-Qualidade.....	43 à 44
3.5.2-Quantidade.....	44
3.5.3-Reservatório.....	44

3.6 - Substrato de fixação de raízes.....	45
3.6.1 - Características.....	45
3.6.2 - Principais tipos.....	46 à 47
3.7 - Germinação de sementes.....	48
3.7.1 - Água.....	48
3.7.2 - Oxigênio.....	49
3.7.3 - Métodos de germinação.....	49 à 51
3.8 - Dimensionamento do projeto e planejamento da produção.....	52
3.8.1-Disponibilidade de capital.....	52
3.8.2-Planejamento da produção.....	53
3.9. - Características, dimensionamento e manejo das instalação no sistema NFT.....	54
3.9.1. - Cultivo protegido.....	54 à 56
3.9.2. - Centro de germinação de sementes e crescimento.....	57 à 60
3.9.3. - Centro de produção.....	61 à 63
3.10 -Sistema Hidráulico.....	64
3.10.1- Casa de máquinas e reservatório da solução nutritiva.....	64 à 65
3.10.2-Dimensionamento da moto-bomba.....	66 à 69
3.10.3-Dimensionamento do sistema de irrigação e drenagem.....	70 à 71
3.10.4- Sistema elétrico	72 à 73

3.10.5-Sistema alternativo de irrigação.....	73
3.10.6-Custo final.....	73
3.11-Adubação	
3.11.1 - Aspectos Gerais.....	74
3.11.2 - Elementos essenciais.....	74 à 77
3.11.3 -Absorção de nutrientes.....	78 à 84
3.11.4 - Fórmulas.....	85 à 93
→ 3.11.5- Formação de nitrato.....	94
3.12. - Controle fitossanitário	
3.12.1 - Diagnose da planta.....	95 à 96
3.12.2- Controle de pragas e doenças.....	96 à 97
3.12.3- Manejo.....	97
4. - Discussão	98 à 99
Conclusão.....	100
Anexos.....	101 à 107
Referências Bibliográficas.....	108

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem a finalidade de dar ao estudante da área agronômica uma maior facilidade na compreensão do processo hidropônico, e mais particularmente no cultivo de alface (*Lactuca sativa* var. *capitata*) no sistema NFT (Nutrient Film Technic), bem como um conhecimento na elaboração de projetos hidropônicos em todos os seus aspectos. Para isto se utilizou de pesquisa a campo e bibliográfica, apresenta ainda o projeto de implantação “Horta D’Água - cultivo de alface hidropônico” realizado em Cascavel/PR em 07 de agosto à 15 de setembro de 1995. O entendimento deste assunto traz benefício nas áreas de atuação agronômica, onde o profissional está se deparando com esta tecnologia ainda pouco difundida. Além disto, o trabalho visa uma preparação profissional na futura vida de engenheiro agrônomo.

O trabalho é complementado pelos anexos em que são apresentados plantas e tabelas para aplicação do método.

1. GENERALIDADES

1.1 - CONCEITO

A maioria das plantas tem o solo como meio natural para o desenvolvimento do sistema radicular, encontrando nele o seu suporte, fonte de água, ar e minerais necessários para sua alimentação e crescimento. As técnicas de cultivo sem solo substituem este meio natural por outro substrato, natural ou artificial, sólido ou líquido, que possa proporcionar à planta aquilo que, de uma forma natural, ela encontra no solo. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

Num aspecto geral e amplo a hidroponia, seria o cultivo de plantas com um substrato adequado para a fixação das raízes, onde uma solução nutritiva banha as raízes das plantas fazendo-as crescer e frutificar.

O termo hidroponia deriva de duas palavras gregas: “hydro”, água, e “ponos”, trabalho. A combinação dessas duas palavras significa “trabalhar com água” e, implicitamente, o uso de soluções de adubos químicos para se criar plantas sem terra. (DOUGLAS, 1990).

Além dos nutrientes contidos na solução nutritiva, são também essenciais às plantas, o carbono, o oxigênio e o hidrogênio, os quais ela obtêm do ar e da água. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

Nas biochácaras - a hidroponia dispensa o uso de defensivos agrícolas , as safras são disputadas com avidez por donas-de-casa que correm atrás de produtos frescos, sadios e sem maturação artificial. A tecnologia de plantio em água torna as verduras menos frágeis e perecíveis, pois são colhidas sem a extração das raízes, bastando um mergulho em água para readquirirem o viço. (Manchete Rural, 1991).



Biochácara hidropônica - Piracicaba/SP

1.2 - HISTÓRICO

Tudo começou a cerca de três séculos quando John Woodward, membro da sociedade real da Inglaterra, iniciou seus experimentos para descobrir como as plantas conseguiam captar os nutrientes de que necessitavam. Foi pequeno o seu progresso e também o daqueles que o seguiram. Durante os anos de 1859 e 1865 Julius Von Sachs, professor de Botânica da Universidade de Wurzburg, na Alemanha, conduziu estudos adicionais que tornaram possível o desenvolvimento de um tipo de cultura sem terra em laboratório, adicionando proporções balanceadas de adubos químicos à água. Von Sachs verificou que podia criar plantas na ausência total de terra e esterco sob condições cuidadosamente controladas. Por volta de 1920, essa técnica já era universalmente aceita para trabalhos desta natureza. (DOUGLAS, 1990).

Dez anos depois um professor americano, Dr. Willian Iam F. Gericke da Universidade da Califórnia, tentou transformar o que era uma cultura sem terra, estilo laboratório, em uma técnica de utilização prática e geral. Gericke começou com unidades de crescimento instaladas ao ar livre, aproveitando as condições de insolação favoráveis da Califórnia. Os seus ensaios foram extremamente bem sucedidos. Os tomateiros que cultivou, chegaram a atingir a altura de cerca de 8 metros, e conseqüentemente a colheita teve que ser feita com o auxílio de escadas e ele batizou esta nova técnica de hidroponia e prosseguiu criando uma grande variedade de outras plantas, como flores, cereais, tubérculos e frutas. (DOUGLAS, 1990).

Com a publicação dos resultados destes ensaios realizados na Califórnia, o emprego da hidroponia espalhou-se rapidamente pelos Estados Unidos. Muitos departamentos de universidades e instituições científicas, desenvolveram unidades para testes, enquanto produtores comerciais e viveiristas passaram a considerar, com interesse, as vantagens do cultivo sem terra. (DOUGLAS, 1990).

A NASA possui unidades de pesquisa chamada de “Horta do Futuro” desenvolvida nos seus laboratórios para alimentar os possíveis colonizadores da Lua ou de outros planetas. (MANCHETE RURAL, 1991)

Em países carentes de solo fértil, que aderiram a hidroponia como o Japão, a Holanda e Israel, as donas de casa já podem escolher os ingredientes da salada em hortas hidropônicas fincadas nas prateleiras de supermercados, que mais parecem fábricas de verduras - as hortaliças brotam de estantes irrigadas por meio de tubos de PVC e banhadas pela luz de flashes intermitentes. No Brasil - territórios dos latifúndios - a hidroponia tem lugar de honra numa capital do concreto e do asfalto, como São Paulo, servindo de contraponto à ofensiva dos arranha-céus sobre o cinturão verde da cidade. Aliás, a hidroponia chegou ao Brasil há 11 anos pelas mãos de Ueda e seu então sócio Takanore Sekine. Engenheiros no Japão - um ligado à eletrônica, outro à construção civil - eles aterrissaram em São Paulo trazendo na bagagem um plano de construir uma fábrica de verduras, nos moldes existentes em profusão no outro lado do mundo. Inicialmente juntos e depois cada um para o seu lado, Sekine e Ueda tornaram-se entre nós os mestres da cultura hidropônica. (MANCHETE RURAL, 1991).

1.3 - PANORAMA DA HIDROPONIA PELO MUNDO

1.3.1. - ESTADOS UNIDOS

Podemos encontrar tanto instalações ao ar livre como em cultivo protegido. As primeiras instalações ao ar livre de importância foram montadas em 1941 e 1942; hoje em dia podemos estimar em mais de 40 as explorações de cultivos hidropônicos que existem no sul da Flórida e em quase todas cultivam principalmente tomates e outras espécies hortícolas. Em zonas climáticas menos apropriadas, os cultivos hidropônicos estão geralmente em cultivos protegidos onde são cultivadas principalmente rosas, crisântemos bem como tomates e pepinos. As estações experimentais de cultivos hidropônicos mais conhecidos são as de New Jersey Experiment Station, New Brunswick (New Jersey). Purdue University, Experiment Station, Lafayette (Indiana), entre outros. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975)

1.3.2. - BRASIL

No Brasil a produção de hortaliças e flores para corte hidropônicamente, por hobby ou exploração comercial, vem se tornando cada vez mais popular. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

Mas são os horticultores carentes de terras para o plantio que mais assediam os hidroponicultores de vanguarda e os principais centros.

produtores de hidroponia do Brasil seguem o mesmo método adotado por Ueda como acontece em Piracicaba/SP, Florianópolis/SC, Cascavel/PR.

1.3.3. - ISRAEL

Aqui estão as primeiros ensaios de cultivo hidropônico, nos Kibbutz in Chafetz Chayim, Beersheba e Eliat, com uso de bancadas de cultivo com placas de Eternit e bancadas com lâmina de polietileno, existindo também explorações comerciais. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975)

1.3.4. - EUROPA

De acordo com BENOIT & CEUSTERMANS (1990), as estimativas apresentadas no quadro abaixo foram em muito superadas, tendo-se, em 1989, 6.651 ha de cultivo sem solo naquelas regiões. Deste total, em 1.505 ha, utilizava-se do sistema NFT, enquanto que as demais áreas empregavam substratos. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

Estimativas de áreas de produção hortícola em cultivo sem solo na Europa Ocidental. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

PAÍS/ REGIÃO	ANO				
	1981	1982	1984	1986	1990
Holanda	255	400	1.025	1.650	1.980
Nordeste	198	232	300	368	504
Sudeste	47	56	70	248	566
TOTAL	500	688	1.395	2.266	3.050

1.4. VANTAGENS:

-Exige menos trabalho, e os esforços necessários são mais suaves que aqueles para cultivo em solo;

-Operações como arações, coveamento e montas são eliminadas;

-Não é necessária a rotação de cultura, e o meio de crescimento pode ser reutilizado continuamente, durante até 5 ou mais anos (depende do meio);

-Pelo fato de as plantas não competirem por nutrientes ou água, a produção em sistemas hidropônicos pode aumentar em cerca de três vezes, em relação a um cultivo em solo em igual área;

-Plantas uniformes quanto ao desenvolvimento;

-As raízes das plantas estão no melhor ambiente possível para seu desenvolvimento, com todos os nutrientes disponíveis e balanceados; então, além de maior produtividade, proporciona elevada qualidade dos produtos;

-Há um desperdício mínimo de água e de nutrientes;

-Nos sistemas mais simples, o mínimo de equipamento é utilizado;

-Em função do tipo de controle do ambiente (cultivo protegido), a necessidade de pulverizações (inseticidas e fungicidas) é mínima;

-Auto-suficiência de alimento em qualquer situação, pois permite o cultivo em locais onde seria inviável a prática da horticultura normal (desertos, pólos terrestres, cidades submarinas e espaço extra-terrestre).

No quadro a seguir são apresentadas algumas produções obtidas com hortaliças em cultivo sem solo, comparadas com as obtidas em campo.

Culturas	Estufa com Hidroponia			Condições de Campo
	t/ha	n° de cultivo	t/ha/ano	t/ha/ano
Brócolis	32,5	3	97,5	10,5
Feijão-vagem	11,5	4	46,0	6,0
Repolho	57,5	3	172,5	30,0
Couve-Chinesa	50,0	4	200,0	-
Pepino	250,0	3	750,0	30,0
Berinjela	28,0	2	56,0	20,0
Alface	31,3	10	313,0	52,0
Pimentão	32,0	3	96,0	16,0
Tomate	187,5	2	375,0	100,0

Produções de algumas hortaliças cultivadas em estufas com sistema hidropônico e em campo. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

1.5. - DESVANTAGENS:

- O custo e o trabalho iniciais necessários podem ser elevados;
- Se o sistema for automático, há maior risco de perdas por falta de energia elétrica;
- Requer um certo grau de habilidade técnica e conhecimento de fisiologia de plantas;
- O balanço inadequado da solução nutritiva e sua posterior utilização podem causar sérios problemas às plantas;
- O meio de cultivo deve prover suportes às raízes e estruturas aéreas das plantas, reter boa umidade e, ainda, apresentar boa drenagem, ser totalmente inerte e facilmente disponível;
- Requer rotinas regulares, não se negligenciando as plantas;
- É essencial boa drenagem para não haver morte das raízes;
- Se a água se contaminar, todo sistema é afetado.

2 - CULTIVO DO ALFACE HIDROPÔNICO



Alface hidropônico - Horta D'Água - Cascavel/PR - 1995

Juntamente com o tomate, o alface constitui-se em um dos produtos hortigrangeiros mais consumidos pelos brasileiros. É uma planta muito resistente às doenças e desenvolve-se muito bem durante todo o ano. Esta cultura adaptou-se muito bem ao sistema hidropônico.

2.1. - BOTÂNICA E FISIOLOGIA

O alface pertence à família das Compostas, e tem o nome botânico de ***Lactuca sativa***.

Tem uma raiz curta com profundidade até 20 cm, com pequenas ramificações. As folhas são tenras e dispostas alternadamente. Na maior parte das variedades permanecem abertas durante toda a fase de desenvolvimento, fechando-se no final do ciclo. (SGANZERLA, 1986)

O tempo que decorre, desde o plantio das mudas até a colheita, depende da variedade e sobretudo das condições climáticas, e da época; em geral, é de 62 a 88 dias, em ambiente de cultivo protegido. (SGANZERLA, 1986)

2.2 - CLIMA

Essa cultura ressenete-se muito com as temperaturas elevadas e suporta melhor o frio. A temperatura máxima tolerável está ao redor de 30 °C, enquanto que a mínima está por volta dos 6 °C. (SGANZERLA, 1986).

O alface é uma planta que não necessita de temperaturas altas, porém exige grandes amplitudes térmicas entre o dia e a noite. (SGANZERLA, 1986).

A umidade relativa do ar tem uma faixa muito mais ampla em relação às outras culturas, com uma variação de 60 a 80 %. (SGANZERLA, 1986).

Normalmente, a faixa de temperatura da solução nutritiva, mais adequada às plantas é de 20 a 30° C. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

2.3 - VARIEDADES

A escolha da variedade está em função do clima e do local. Em Piracicaba o produtor J.L. Bernardes utiliza a variedade Verônica Crespa, em Cascavel/PR, na EXPOVEL usa-se as variedades Marisa e Verônica e em nosso projeto usaremos as variedades Verônica Crespa e Regina Lisa, e dentro destas será cultivada a mais preferida pelo consumidor.



Variedade Verônica Crespa

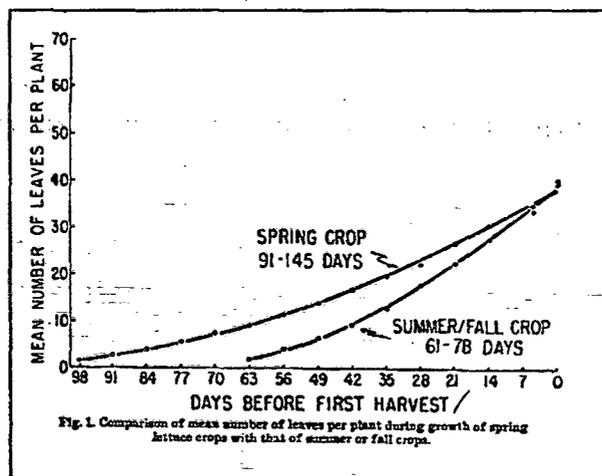
2.4 - PLANTIO

No cultivo hidropônico, como no cultivo protegido, não se recomenda o plantio da semente em local definitivo, e sim o desenvolvimento das mudas em sementeiras em posterior transplante. (SGANZERLA, 1986).

As mudas devem ser transportadas quando atingirem aproximadamente 8 centímetros de altura, que corresponde ao estágio da planta com 5 a 6 folhas ou 30 dias após a semeadura. (SGANZERLA, 1986).

2.5. - CRESCIMENTO

O alface possui um ótimo crescimento no verão, cerca de 60 dias e 90 dias no inverno, conforme podemos verificar nos gráficos abaixo.



Comparação da porcentagem do número de folhas por planta de alface durante crescimento de inverno comparado com o crescimento de verão. (spring=inverno; summer=verão)

O peso da matéria seca e o número de folhas, em função do estágio de desenvolvimento do alface, acham-se representados na Tabela abaixo.

Idade da Planta dias	Peso (g) da mat. seca	Número de folhas por planta
20	0,85	6
30	1,15	9
40	3,90	20
50	8,10	35
65	10,20	48

Peso (g) da planta em matéria seca e número de folhas durante o desenvolvimento do alface. Variedade Vitória de Santo Antão. Fonte: Fernandes et al (1971); In (MALAVOLTA, 1974).

Observa-se que o crescimento é lento até os 40 dias, acentuando-se bruscamente até os 60 dias. No período de 40 a 50 dias ocorre um aumento de 4,2 g no peso da matéria seca. O número de folhas acompanha o aumento do peso. (MALAVOLTA, 1974).

2.6. - SISTEMAS DE CULTIVO DE ALFACE HIDROPÔNICO

2.6.1- SISTEMA NFT

Esta técnica foi criada pelo Inglês Alan Cooper, na década de setenta, sendo posteriormente aprimorada pelos japoneses que a definiram como sendo (TSaF) a Técnica da Seiva Artificial Fluente, necessário ao cultivo de qualquer planta. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

No Sistema NFT a planta desenvolve seu sistema radicular, de modo que 2/3 deste deve permanecer parcialmente submerso, retirando os nutrientes necessários para o desenvolvimento da cultura da solução nutritiva, que é colocada à disposição da planta, na forma de um fluxo intermitente, o 1/3 restante deve desenvolver-se ao ar livre, absorvendo oxigênio. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

Para que estas proposições sejam atendidas, usam-se telhas de fibrocimento cobertas com filme de polietileno, onde as ondulações da telha formam os canais de escoamento da solução nutritiva.

O turno de rega é menor e a frequência é maior e precisa de um sistema alternativo de irrigação da solução nutritiva.

Esse sistema NFT é adotado pelos principais produtores hidropônicos do Brasil como Ueda da Grande São Paulo, J.L. Bernardes de Piracicaba/SP, Marcos da Horta D'Água de Florianópolis/SC.



Liberação da solução



Condução da solução



Captação da solução

2.6.2- SISTEMA TANQUE DE AREIA

O tanque de areia é feito de tambores de óleo, cortados pela metade e soldados entre si (pode ser feito de madeira, ferro ou alvenaria comum), num comprimento recomendável máximo de 15 metros e largura de 0,50 a 1,50 metros.

A superfície interna é impermeabilizada com plástico, proteção asfáltica ou tinta inerte impermeabilizante.

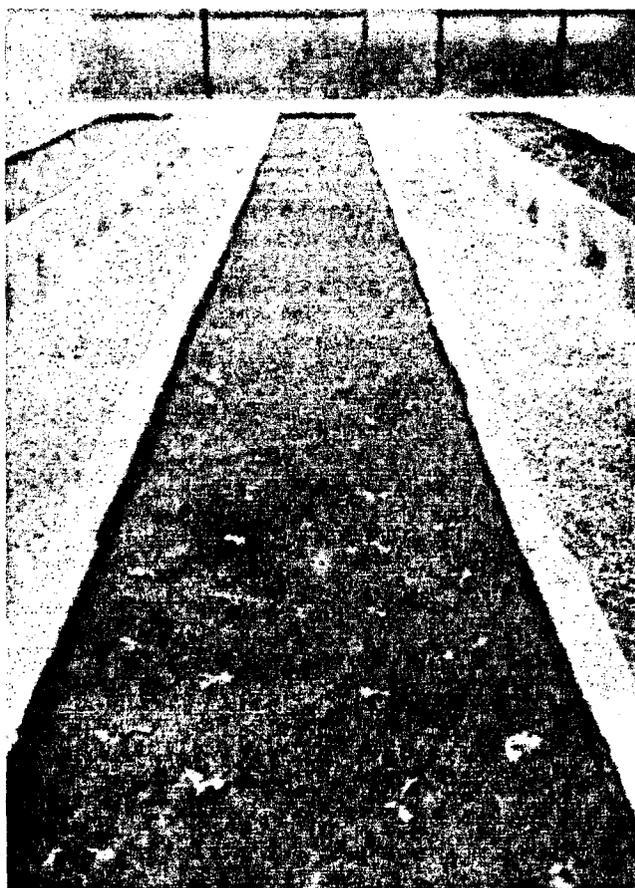
Na base interna do tambor é colocada uma fileira de telhas tipo “paulistinha”, sobre as quais é colocada uma camada de brita (pedras) e sobre a brita, uma camada de areia grossa lavada.

O tanque é inundado a um nível inferior ao nível da areia (a solução nutritiva não deve atingir o nível da areia, ficando 3 a 5 cm abaixo do mesmo). Esta inundação ocorre 2 a 3 vezes por dia, permanecendo por 30 minutos.

A saída, controlada por um registro, se faz em um tanque-reservatório onde uma bomba faz a solução retornar ao sistema quando necessário.

O turno de rega é maior e a freqüência é menor e não precisa de sistema alternativo de irrigação.

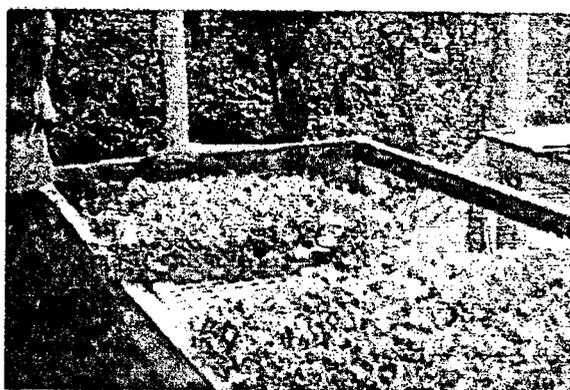
Esse sistema é adotado na EXPOVEL - Cascavel/PR



Tanque de Areia - EXPOVEL - Cascavel/PR - 1995

2.6.3-SISTEMA DE CULTIVO EM BALSA

Nesta técnica as plantas são colocadas em bandeijas flutuantes numa piscina de solução nutritiva, onde as raízes ficam parte submersa e outra parte respira conforme podemos verificar na foto abaixo. Este sistema é utilizado na primeira fase de crescimento do cultivo do alface..



Bancada de crescimento (cultivo em balsa) - Piracicaba/SP - 1995

O princípio de funcionamento é bem simples: é necessário que se mantenha uma pequena profundidade de solução nutritiva (3 a 5 cm), o excesso de solução nutritiva e a saída se faz por gravidade, e a entrada é feita pelo sistema hidráulico, conforme figura abaixo

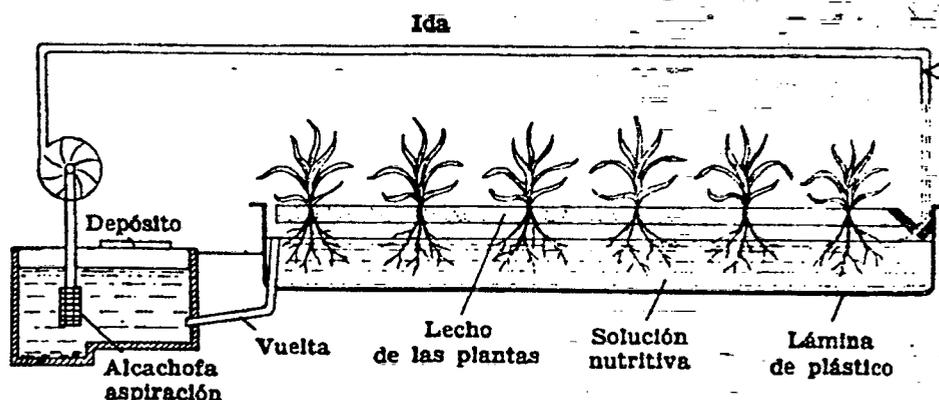


Fig. 14.—Esquema de la instalación para cultivo en balsa probada en Welhenstephan, por medio de la cual puede hacerse circular la solución diariamente, aireándola a la vez, pudiendo de esta forma tomar suficiente oxígeno antes de volver al depósito, lo cual es una auténtica ventaja para el desarrollo de las raíces.

2.6.4-SISTEMA AERO-HIDROPONIA

Nesta técnica utiliza-se canos de PVC de 3 polegadas com perfurações de 10 em 10 cm, onde se coloca a planta, e a solução nutritiva circula internamente, conforme podemos verificar na foto do produtor J. L. Bernardes de Piracicaba/SP.

Neste sistema, o turno de rega é menor e a frequência é maior e precisa de um sistema alternativo de irrigação, no caso da falta de energia elétrica.



Sistema Aero-Hidropônico, Piracicaba/SP - 1995

2.7. -ASPECTOS TÉCNICOS DO SISTEMA NFT

Aspectos técnicos do método NFT para o desenvolvimento e produção em condições de casa de vegetação para a cultura do alface, na Bélgica (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

NFT-condução	
CANAL	
largura (cm)	16-23
comprimento (m)	10-20
Declividade(%)	1.0-2.5
SOLUÇÃO NUTRITIVA	
pH	5.5-6.0
mH : inicial	2.5
intermediário	1.8-2.0
C : inicial	15
intermediário	15
CIRCULAÇÃO	intermed.15'/h
VAZÃO(l/min)	1.5-2.0

1 - mH: condutividade elétrica em milinhos

3. - PROJETO HIDROPÔNICO - HORTA D'ÁGUA - CASCAVEL/PR

O projeto apresentado foi dimensionado para uma produção inicial de 4.000 plantas com estimativa de 32.000 conforme planta de anexo 1, realizado em Cascavel/PR no período de 07 de agosto a 15 de setembro de 1995. Para à execução do projeto todos os aspectos a seguir foram levados em consideração.



Fase inicial de implantação - Horta D'Água - Cascavel/PR - 1995

3.1. - LOCALIZAÇÃO

A estação hidropônica deve se localizar perto das zonas urbanas ou mesmo nas zonas urbanas.

Desde que se disponha de um pequeno suplemento de água, as unidades hidropônicas, tanto pequenas quanto grandes, podem ser montadas em vilas e cidades para o entretenimento e proveito das populações urbanas. Da mesma maneira, povos que vivem em desertos ou em terras áridas, poderão criar plantas saudáveis e atraentes em quantidade, mesmo nas condições de baixa fertilidade, como é comum nestas regiões. (DOUGLAS, 1990).

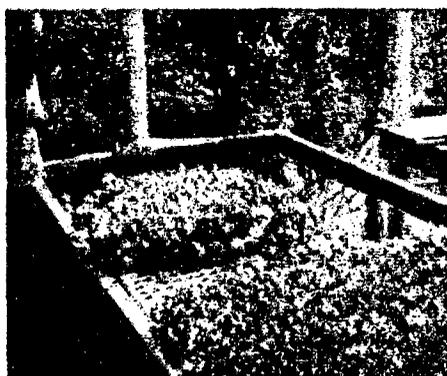
A localidade, na qual será instalada o projeto, deverá ter os insumos para produção como sementes, adubos e materiais de infra-estrutura. A localização do projeto "Horta D'Água - Cascavel/PR", situado no Bairro Lagoa Azul, perímetro rural, vizinho do centro urbano, apenas 11 Km do centro da cidade e com todos os insumos disponíveis, qualifica a localidade como ideal para instalação do projeto no aspecto geográfico.



Local designado para implantação do projeto Horta D'Água - Cascavel/PR

3.2 - ESCOLHA DO SISTEMA

A escolha de qual sistema utilizar depende da necessidade do interessado e das condições locais. Todos, entretanto, tem em comum os mesmos princípios básicos e o mesmo objetivo final: o crescimento de plantas na ausência de terras e matéria orgânica. No nosso projeto, na primeira fase de crescimento da planta optamos pelo cultivo em balsa, na segunda fase que é de produção escolhemos o sistema NFT, pelo fato de a maioria dos produtores hidropônicos que cultivam o alface, utilizarem estes dois sistemas. É uma tecnologia já empregada e testada, comercialmente viável, com maior produção por área, (cerca de 1000 plantas por 2m x 16m) e maior controle fito-sanitário, sem uso de fungicidas e inseticidas.



Sistema de cultivo em balsa



Sistema NFT

3.3 - MERCADO

Um dos aspectos do dimensionamento do projeto é o mercado que vai estar em função do tipo de consumidor, do potencial de consumo, da cultivar e do Marketing.

3.3.1 - CONSUMIDOR

O produto hidropônico é produzido com água potável, sem adição de inseticidas e fungicidas, tornando o produto de melhor qualidade e também quando adquirido pelo consumidor e colocado em água, restabelece o seu vigor. Esses aspectos devem ser levados ao consumidor para que o mesmo valorize este método, ou seja, é preciso atingir os consumidores mais esclarecidos que possuem um nível cultural maior e isto se verifica na faixa de mercado da classe média-alta. Como a região de Cascavel/PR, é uma cidade com alto potencial agrícola, e possui uma população com bom poder aquisitivo e ótimo nível cultural, a aceitação do produto terá boas possibilidades.



Produto hidropônico sendo adquirido pelo consumidor

3.3.2 - CULTIVAR

A cultivar utilizada deverá ser a mais adaptada ao clima e preferida da região, na região de Cascavel a variedade a ser utilizada é a variedade Verônica Crespa e Regina lisa.

3.3.3 - POTENCIAL DE CONSUMO

Na região de Cascavel foi feita uma pesquisa no CEASA e nos principais supermercados, mercearias e feiras e detectou-se que 80 % dos hortigrangeiros são oriundos de outros centros produtores.

3.3.4 - MARKETING

O novo paradigma de Marketing contempla basicamente 4 elementos básicos: conhecimento, cliente, conveniência e comunicação que desenvolvidos de forma integral buscam a qualidade total.

a - **Conhecimento:** é o domínio de tudo o que envolve em toda a área de ação da tecnologia e do processo envolvido.

b - **Cliente:** a pessoa a ser atingida, direta ou indiretamente, que em última análise represente a maior razão da qualidade total do processo produtivo do serviço prestado.

c - **Conveniência:** é a determinação do momento mais propício para fazer acontecer as mudanças para operacionalização das ações de produção ou de serviço, associando sempre ao fator preço.

d - **Comunicação:** busca levar ao cliente informações da qualidade do produto e conveniências de aproveitar o momento de compra, representado por formas de comunicação mercadológica que atentem do consumo do produto ofertado ou serviços ofertados. Em última análise buscam o convencimento do consumidor para o uso do produto ou do serviço.

O produto hidropônico inclui todo este paradigma, conforme verificamos no Supermercado de Classe Média-Alta como Angeloni (Florianópolis/SC), conforme figura abaixo.



Exclarecimento da qualidade do produto hidropônico

3.4 - FATORES AMBIENTAIS

No cultivo hidropônico, é possível (quando se efetuado corretamente com suprimento de água e substâncias nutritivas), as plantas se desenvolverem rapidamente, com bom estado sanitário e altas produções. Para isto, há fatores importantes a serem observados como: temperatura, luz, conteúdo de oxigênio na zona das raízes, umidade, CO₂ e efeito conjunto dos fatores ambientais. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

3.4.1 - TEMPERATURA

Temperaturas muito baixas na zona das raízes impedem absorção de água e elementos nutritivos, podendo causar murchamento e cloroses. Também altas temperaturas podem causar danos. Temperaturas superiores a 100°F (aproximadamente 38°C), prejudicam consideravelmente o desenvolvimento das plantas. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

Em zonas de clima frio, o aquecimento do substrato dos cultivos hidropônicos tem um efeito positivo. GERICKE obteve um sensível aumento da produção de tomate de cultivo hidropônico aquecendo a solução nutritiva a 80°F (aproximadamente 27°C). (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

Por outra parte, aumentar demasiadamente a temperatura da solução nutritiva, diminui a capacidade de absorção e oxigenação da planta, trazendo efeitos negativos. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

3.4.2 - LUZ

Durante os meses de inverno, a luz é insuficiente para um ótimo desenvolvimento das plantas em cultivo. Uma iluminação artificial beneficiaria o desenvolvimento completo destas plantas. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

Quando não existe a possibilidade de utilizar a luz artificial, se pode aumentar o aproveitamento da iluminação solar dos meses mais pobres em luz, modificando a composição das soluções; esta pode elevar-se um pouco com conteúdo de potássio e ferro e micronutrientes. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

Durante os meses de verão, as plantas devem ao contrário, ser protegidas dos raios solares intensos, geralmente por sombreamento médio. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

Na região das raízes, a escuridão é importante para um melhor desenvolvimento do sistema radicular. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

3.4.3 - CONTEÚDO DE OXIGÊNIO NA ZONA DAS RAÍZES

Uma importante condição para o êxito do cultivo hidropônico é a respiração suficiente das raízes. O emprego de substrato com estrutura estável bastante poroso e bem airado, complementaria a oxigenação da solução, evitando o perigo da falta de oxigênio na zona radicular. Segundo experiências holandesas, um cultivo de flores toma durante os meses de verão de uma solução bem airada, 550mg de oxigênio por dia, por planta. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

3.4.4 - UMIDADE DO AMBIENTE

Para assimilação adequada, o grau de umidade exerce um papel fundamental na abertura dos estômatos, caso não existir umidade suficiente, não é possível absorção de CO₂. A umidade deve se manter entre 75 a 90 %. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

3.4.5 - CO₂

O conteúdo natural do CO₂ em ambiente de cultivo protegido, pode ocasionalmente ser insuficiente para a planta alcançar uma elevada assimilação e crescimento. Por isto, a hortifloricultura se esforça sempre em aumentar a produção de gás carbônico por meio de aportes de esterco, composto e turfas junto ao substrato. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

3.4.6 - EFEITO CONJUNTO DOS FATORES AMBIENTAIS

Uma situação ótima de todos os fatores ambientais não é fácil de se conseguir. É necessário um grau de experiência do produtor para poder facilitar a uma planta determinado grau de luz, temperatura, aporte de CO₂, umidade do ambiente e aeração do substrato. Também devemos considerar a forma conjunta de freqüência e técnica da composição e solução nutritiva. Para obter um completo êxito, necessitamos por último, adaptar as condições climáticas e época do ano. Para poder facilitar o que anteriormente foi exposto, deve-se usar um menor número de cultivos distintos sobre uma superfície maior, ou seja, uma modulação de unidades hidropônicas. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

3.5 - ÁGUA

3.5.1 - QUALIDADE

Quase todos os tipos de água são adequados para a jardinagem sem terra. As fontes são as mais variadas, incluindo rios, reservatórios, poços, cisternas e até mesmo a água do mar destilada. O primeiro teste a ser feito é verificar se a água é boa para consumo humano ou de animais, pois certamente será satisfatória para as plantas. (DOUGLAS, 1990)

Em cultivo sem solo, a qualidade da água é fundamental, pois nela estarão dissolvidas os minerais essenciais, formando a solução nutritiva que será a única forma de alimentação das plantas. Há de se considerar contudo que sua condutividade elétrica deve ser inferior a 0,5 mS/cm, como a concentração total de sais inferior a 350 ppm. Quando for utilizado o sistema NFT consideram ser água de boa qualidade quando seus teores máximos de Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} e HCO_3^- estão abaixo de 80, 12, 48 e 244 mg/l, respectivamente (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

A água que contém altas concentrações de sais de magnésio e cálcio é denominada “água dura”. Tanto a “água dura” quanto a água chamada “mole” são perfeitamente apropriadas para o uso hidropônico. Algumas vezes as águas contêm pequenas quantidades de sais que pode ser danosos às plantas.

O excesso de cloro, por exemplo, pode resultar em um crescimento alterado. Para evitar esses efeitos, recomenda-se deixar a água ao relento por algumas horas. (DOUGLAS, 1990).

Em nosso projeto iremos utilizar água de poço arteziano. Feito o teste de potabilidade d'água, ficou constatado que é potável, e pode ser utilizado para o cultivo hidropônico.

3.5.2 - QUANTIDADE

A quantidade de água para produção de 1000 pés de alface é de cerca de 1000 litros. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

Em nosso projeto, inicialmente, iremos precisar de 4000 litros e um tanque sobressalente para o sistema alternativo de irrigação, porém com o desenvolvimento do projeto verificamos que, para 1000 pés de alface ocorre uma evaporação de 50 litros/dia, fazendo-se necessário um reservatório com maior capacidade.

3.5.3-RESERVATÓRIO

Local onde será armazenada a solução nutritiva, poderá ser de diversas formas, e de vários tipos, como fibro-cimento, latão, fibra, entre outros, porém, é fundamental não liberar substâncias tóxicas as plantas. Em nosso projeto vamos utilizar o de fibro-cimento.

3.6. - SUBSTRATO DE FIXAÇÃO DE RAÍZES

3.6.1 - CARACTERÍSTICAS

O substrato utilizado, geralmente, é inerte, como areia, a vermiculita, pedra pomes, lã de rocha, entre outros, aos quais se adiciona uma solução de nutrientes que contém todos os elementos essenciais para um normal crescimento e desenvolvimento das plantas. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

São aptos como substratos, os materiais que tem uma granulometria e estabilidade estrutural que oferecem uma aeração elevada. Deve-se procurar nas raízes uma proporção de 30% de materiais de 70% de espaço vazio, a qual será ocupada por partes iguais de ar e de água, podendo reduzir-se a parte sólida do substrato a 10%. Do ponto de vista químico o substrato deverá satisfazer certas condições: ser quimicamente inativo, não absorver nenhum elemento nutritivo e ser livre de pragas e doenças. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

3.6.2 - PRINCIPAIS TIPOS

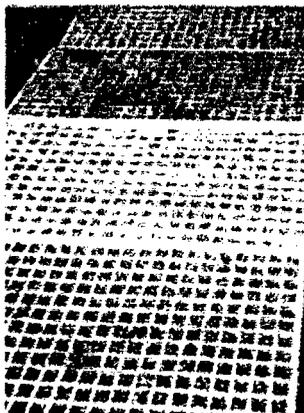
a) **Areia**: das diversas areias existentes, a de quartzo é a mais adequada para cultivos hidropônicos, o tamanho dos grãos deve estar em 0,5mm à 2 mm. Este substrato é utilizado no cultivo de alface hidropônico no sistema de “Tanque de Areia” na EXPOVEL de Cascavel/PR.

b) **Vermiculita**: se trata de um silicato de alumínio, com estrutura de mica que contém magnésio e ferro que aumenta o seu espaço em sua estrutura em 15 vezes o volume de seus poros. A vermiculita é muito sensível a ação mecânica de uso e então desagrega-se com facilidade. É utilizado na germinação de sementes e crescimento de alface em Piracicaba/SP e utilizado por nós em nosso projeto.

c) **Pedrita nº 1**: apresenta boas qualidades físicas, pode também do ponto de vista biológico ter uma garantia total de sanidade, porém, deve-se ter cuidado com às altas temperatura, é um bom transmissor de calor, podendo aumentar a temperatura da solução nutritiva. Vai ser utilizada na bancada de produção no projeto Horta D’Água em Cascavel/PR.



a) Areia

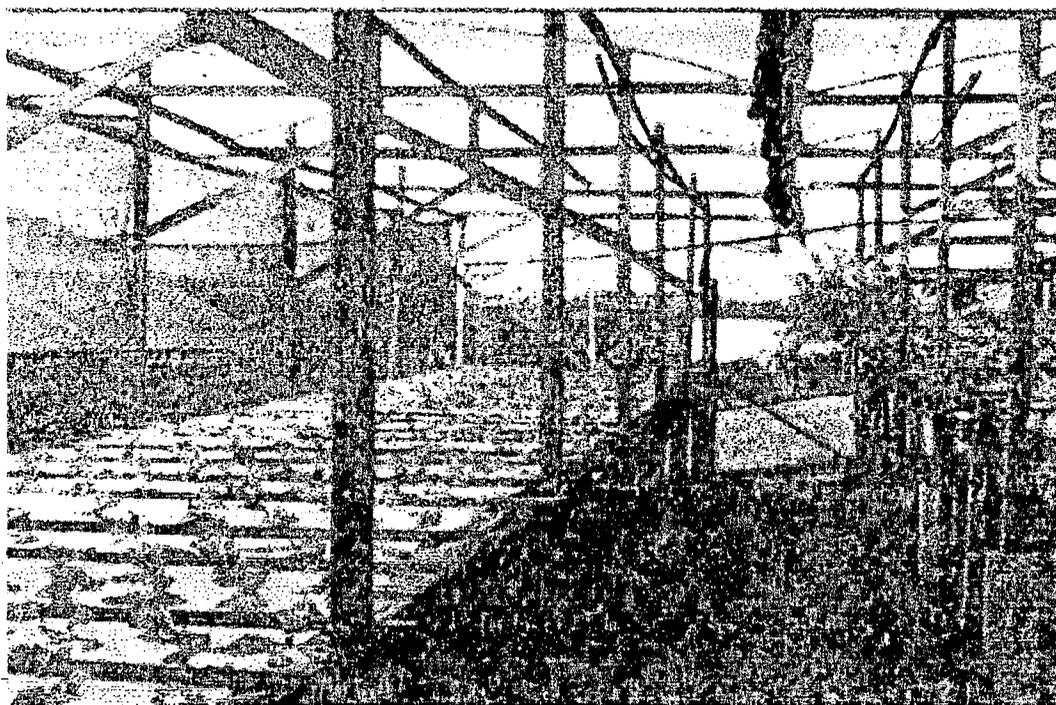


b) Vermiculita



c) Pedrita

d) **Isopor**: utilizada como substrato indireto de fixação das raízes, dá condições de escuridão para as raízes, bem como o não aquecimento da temperatura da solução. Utilizada na bancada de produção de alface hidropônico em Piracicaba/SP, conforme podemos verificar na foto abaixo.



d) Substrato indireto de fixação de raízes - Piracicaba/SP - 1995

3.7 - GERMINAÇÃO DE SEMENTES

Para que a germinação ocorra, determinadas condições devem ser satisfeitas. A semente deve ser viável, as condições internas da semente devem ser favoráveis a germinação (livre de dormência), as condições ambientais devem ser favoráveis (água, temperatura, oxigênio e luz) e condições satisfatórias de sanidade. Feita a escolha da cultivar adaptada ao clima da região, e às condições expostas no capítulo 2 deste relatório, os aspectos principais de germinação são: **água e arejamento**.

3.7.1 - ÁGUA

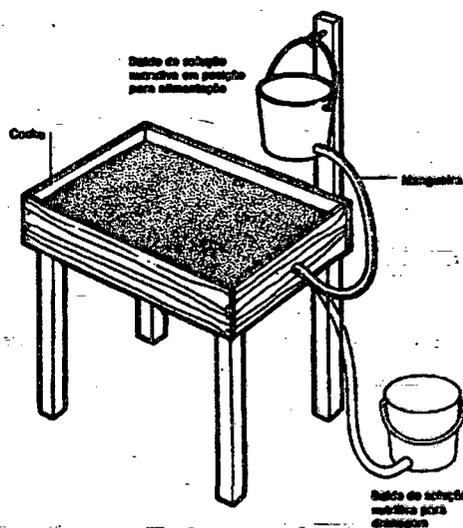
O aumento das atividades respiratórias ao nível capaz de submeter o crescimento do embrião, com fornecimento suficiente de energia e substâncias orgânicas, depende do aumento do grau de hidratação dos seus tecidos. A germinação não ocorre a potenciais de água inferiores a determinado ponto crítico, e este varia com a espécie. No caso da germinação do alface, o teor de umidade deve estar em torno de 70%. Para isto deve-se fazer duas a quatro regas por dia, pela manhã e outra no começo da tarde.

3.7.2 - OXIGÊNIO

A maioria das espécies necessita de aeração ou seja, a presença de oxigênio para germinar. O teor é de 20% de oxigênio na atmosfera é suficiente para haver germinação.

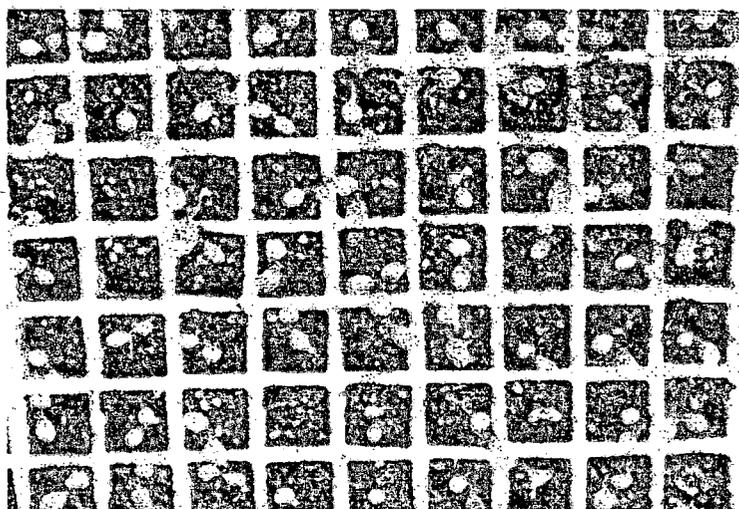
3.7.3 - MÉTODOS DE GERMINAÇÃO

a) EA - Entre Areia - as sementes são colocadas sobre uma camada uniforme de areia umedecida, coberta por outra camada de areia solta de 1 cm de espessura, conforme figura abaixo. São feitas três regas diárias, durante 10 dias e depois vai para a bancada de produção, no caso, tanque de areia. Este método é utilizado na EXPOVEL - Cascavel/PR.

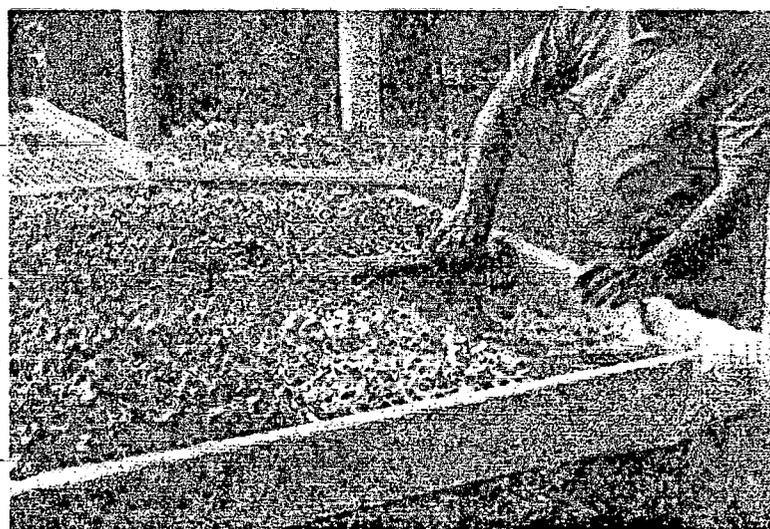


Um cocho portátil para utilização doméstica, equipado com um sistema semi-automático, para fornecimento de solo fértil e drenagem do excesso. Este conjunto pode ser colocado onde se deseja e mudado facilmente de lugar se necessário.

b) **Bandeja com vermiculita:** Neste sistema preenche-se as células da bandeja com vermiculita e coloca-se uma semente de alface por célula com 1cm de profundidade e se faz três regas diárias durante três dias e após as bandejas vão para bancada de crescimento (cultivo em balsa) ficando ali por 20-25 dias em presença de solução nutritiva conforme figuras abaixo. Este sistema é utilizado por Ueda, J.L. Bernades e será utilizado por nós, no projeto em Cascavel.



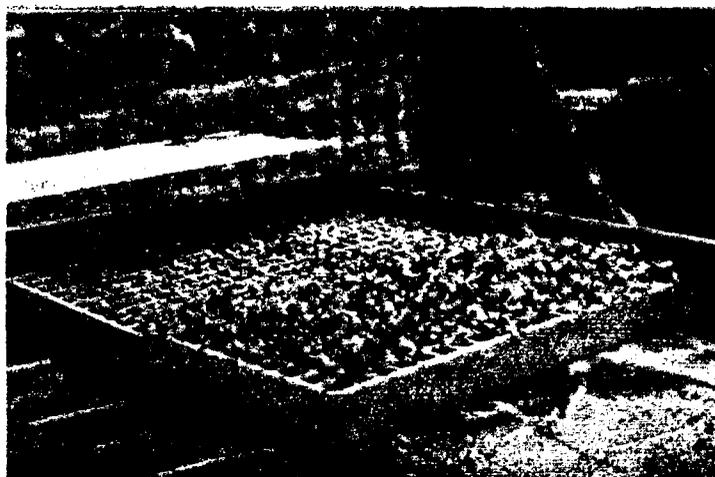
Germinação com vermiculita



Bancada de crescimento (cultivo em balsa)

c) **Rolo de pano:** Coloca-se as sementes de alface em pano umedecido e deixa-se em geladeira por 2-3 dias fazendo assim uma pré-germinação. Depois coloca-se as sementes em bandeja com areia, sendo uma por célula e coloca-se na bancada de crescimento (cultivo em balsa) em presença de solução nutritiva por 20-25 dias, e depois vai para bancada de produção. Este sistema é alternativo para substituição da vermiculita.

d) **Substrato:** Preenche-se as bandejas com substrato de germinação e se faz três regas diárias durante 20-25 dias e depois as plantas vão para bancada de produção. Este sistema substitui a bancada de crescimento, porém causa um stress na planta e pode ter problemas fitossanitários. Este método foi utilizado inicialmente em nosso projeto.



Germinação com substrato

3.8 - DIMENSIONAMENTO DO PROJETO E PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

3.8.1 - DISPONIBILIDADE DE CAPITAL

Como o proprietário possui pouco capital de investimento, ficou estipulado que a primeira etapa do projeto seria com produção inicial de 4.000 plantas/mês, moduladas em sistemas independentes de produção de 2.000 plantas por motivos já descritos anteriormente. A meta é de 32000 plantas/mês, para isto são necessários 16 módulos conforme croqui em anexo(anexo 2). O centro de germinação e crescimento será dimensionado para 4000 plantas e posteriormente será ampliado.O centro de produção segue a modulação de 2000 plantas cada e serão instalados 2 módulos inicialmente. Apresentaremos aqui o modelo de confecção do módulo em todos os seus aspectos e como cada módulo vai funcionar independentemente à medida que o projeto estiver em andamento e com capital vão ser instaladas os 14 módulos restantes, conforme croqui do projeto no anexo 1.



Módulo de produção - Horta D'Água - Cascavel/PR - 1995

3.8.2-PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

Apresentamos na tabela abaixo o programa de produção das plantas com as variedades Regina (lisa) e Verônica (crespa).

SEMANA	PLANTIO	TRANSPLANTE	COLHEITA
1	1000	-	-
2	1000	-	-
3	1000	-	-
4	1000	-	-
5	1000	1000	-
6	1000	1000	-
7	1000	1000	-
8	1000	1000	-
9	1000	1000	1000
10	1000	1000	1000
11	1000	1000	1000
12	1000	1000	1000
13	1000	1000	1000
14	1000	1000	1000
15	1000	1000	1000
16	1000	1000	1000
17	1000	1000	1000

Planejamento da produção inicial.HORTA D'ÁGUA-Cascavel/PR,1995

3.9 - CARACTERÍSTICAS, DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES E MANEJO NO SISTEMA NFT

3.9.1. - CULTIVO PROTEGIDO (ESTUFA)

De maneira geral, em qualquer exploração hidropônica, é necessária a presença de uma estrutura que proteja a cultura contra a ocorrência, principalmente, de geadas e de precipitações naturais(chuvas).Esta estrutura recebe o nome de cultivo protegido.

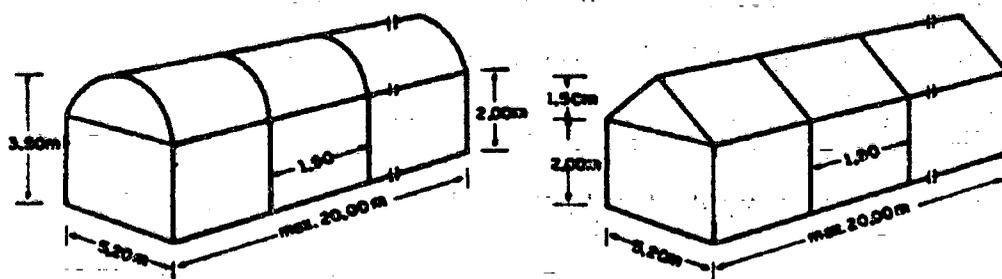
O cultivo protegido é uma construção coberta com materiais transparentes, que visa proteger as plantas dos agentes meteorológicos externos, como excesso de precipitação, temperaturas baixas, etc.

Geralmente, as estufas são construídas com os materiais presente na região, ou seja, a estrutura que delimita a sua área poderá ser de madeira, metal ou cimento, sobre a qual haverá uma cobertura de material transparente que poderá ser polietileno, vidro ou telhas de fibra de vidro. Economicamente, os filmes de polietileno estão sendo os mais utilizados atualmente, sendo encontrados no mercado brasileiro nas larguras de 4,0, 6,0, 7,60, 8,0 e 12m, com comprimentos que variam de 105,0 e 200,0m e espessuras de 0,075, 0,10, 0,15, 0,20mm. Os mais utilizados são comercializados em bobinas de 105,0m x8,0x0,15mm para regiões com presença de ventos.

Importante ressaltar que este filme de polietileno que será utilizado na cobertura da estufa, deverá ter, na sua formulação, materiais específicos visando à sua preservação contra a ação dos raios ultravioletas.

Ainda, com relação à estrutura que abrigará o sistema hidropônico, um cuidado muito importante é a respeito da localização da estufa quanto à sua orientação que deve estar no sentido N-S, onde a estrutura recebe maior luminosidade. Ainda com relação à localização a estrutura deverá estar em local protegidos dos ventos predominantes; estar o mais próximo possível das fontes de água e energia elétrica; o mais perto possível da residência, objetivando diminuir possíveis danos a estrutura e a própria planta; como também sempre em situação exposta ao sol, nunca à sombra. Para proteção dos ventos predominantes recomenda-se a construção de quebra-ventos que podem ser artificiais com sombrite, ou naturais com vegetação distanciadas de 3-5m do cultivo protegido.

Com relação aos tipos de estrutura, deve-se observar que, basicamente, são de dois tipos principais: um na forma de semi-arco e outro na forma de duas águas, conforme figura abaixo. No caso específico da exploração hidropônica, recomenda-se um comprimento de estufa compatível com a necessidade de escoamento da solução nutritiva. E para regiões de ventos fortes recomenda-se a estrutura na forma de semi-arco.



ESTRUTURA DO TIPO SEMI-ARCO

ESTRUTURA DO TIPO DUAS ÁGUAS

Em Cascavel, utilizamos o modelo de duas águas e a estrutura da estufa com madeira e arame conforme figura abaixo e filme de polietileno transparente de 2.22x100x0.10.



Cultivo protegido modelo 2 aguas - Horta D'Água - Cascavel/PR- 1995

3.9.2 - CENTRO DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO

a) **Características:** Local bem protegido dos insetos, de altas e baixas temperaturas e com bom controle sanitário. O dimensionamento das instalações vai estar em função da produção inicial. A germinação será em bandejas com vermiculita de 200 células cada. Neste centro será locados a bancada de germinação e crescimento em cultivo protegido com sombrite nas laterais conforme planta no anexo 2.

b) **Dimensionamento das instalações:** Produção inicial de 4000 plantas ÷ 200 células=20 bandejas de germinação e crescimento. Cada bandeja possui 67cm x 34,7 dispostas em duas fileiras de 10, temos então um total de área de 3.5m x 1.40 para a bancada de germinação. Para a bancada de crescimento é a mesma área de 3.5 x 1.40 em cultivo de balsa conforme planta no anexo 2.

Cultivo protegido: Área de germinação: 4.5m

Área de crescimento: 4.5m

Área de corredor: 0.5m

Dimensões necessárias: 4.0 x 4.5 conforme planta em anexo 2

Material:

Casa de vegetação(cultivo protegido)

Material	Quantidade	Custo (R\$)
eucalypto	16m linear	7.20
ripas(2cm)	35m linear	5.25
plástico <i>0,4mm</i>	25 m ²	<i>RES 0,44/m²</i> 11.0
sombrite	38.5m ²	<i>RES 2,19/m²</i> 84.3
m.o+outros	1hom./dia/serviço	35.0

Bancada de germinação

Material	Quantidade	Custo (R\$)
bandejas	5	25.00
vermiculita	10kg	8.00
eucalypto	10m linear	4.50
caibro	10.5m linear	4.0

Bancada de crescimento (piscina)

Material	Quantidade	Custo (R\$)
eucalyto	5m linear	2.25
suporte lateral (madeira) 30cm	10m linear	4.00
ripas	49m linear	4.00
plástico preto	8.2m2	3.12
papelão	4.9m2	1.0
registro de 1/4	1	2.5
canos de 1/4	10m linear	3.0
flange	1	0.40
curvas	3	1.0
M.O.+outros	1/2hom./serv./dia	20.00

Custo total do Centro de Germinação e Crescimento

Discriminação	Valor (R\$)
Cultivo protegido	142.45
Bancada de germinação	108.5
bancada de crescimento	41.27
Total geral	292.22

c) **Manejo:** Neste centro primeiramente se faz o controle sanitário, após preenche-se as bandejas de germinação com vermiculita e coloca-se uma semente por célula a 1cm de profundidade, e coloca-se na bancada de germinação e rega-se duas vezes ao dia durante três dias. Feita a germinação, estas bandejas vão para bancada de crescimento (cultivo em balsa) na presença de solução nutritiva suprida pelo sistema hidráulico, ficando ali por 20-25 dias e depois transplantadas para a bancada de produção.



Centro de germinação e crescimento - Horta D'Água - Cascavel/PR



Centro de germinação e crescimento - Horta D'Água - Cascavel/PR

3.9.3 - CENTRO DE PRODUÇÃO

a) **Características:** Neste centro será dividido em módulos de produção, e cada módulo terá produção de 2000 plantas, divididos em bancadas de produção de 1000 plantas cada. Cada módulo apresenta estas características: cultivo protegido, bancadas de produção com declividade de 2%, suporte da bancada com telha de fibro-cimento com plástico transparente ou preto sobre as telhas e com substrato de fixação de raízes, com utilização de brita nº 1, conforme planta no anexo 1.

b) **Dimensionamento das instalações:**

- Módulo de produção de 2000 plantas
- Cultivo protegido:

O módulo de produção é formado por duas bancadas de produção, cada bancada tem dimensões de 16m x 2m e vai produzir 1000 plantas no espaçamento 18 x 18. Como temos 2 bancadas, precisamos de um cultivo protegido de 5 x 16 conforme planta em anexo 3 e foto abaixo.



Módulo de produção - Cultivo protegido - Horta D'Água - Cascavel/PR

Material utilizado no cultivo protegido

Material	Quantidade	Valor (R\$)
eucalypto	40m linear	18.00
caibro(10cm)	16m linear	4.08
ripa(5cm)	64m linear	5.12
ripa (10cm)	10m linear	8.00
fio grosso galvaniz.	48m linear	4.00
fio fino galvaniz.	152m linear	15.09
plástico	109m ²	0,44 /m ² 47.96
sombrite	141m ²	189.35
M.O + outros	5 hom/serv/dia	125.00

Material utilizado na bancada de produção

Material	Quantidade	Valor (R\$)
plástico transp. ou preto	32m ²	46,71
brita nº1	0.5m ³	10,00
telha de fibrocimento 2.44x1.10x5mm	sobreposta na linha em 15cm e 10cm na later. = 14 telhas	112,00 R\$ 8,00
eucalypto de 1.5m	14	9,45
ripas (10cm)de 2.44	21	2,10

Custo total do módulo

Discriminação	Valor total (R\$)
Cultivo protegido	417.32
bancada de produção	180.26
bancada de produção	180.26
TOTAL GERAL	607.84

Custo total do Centro de Produção

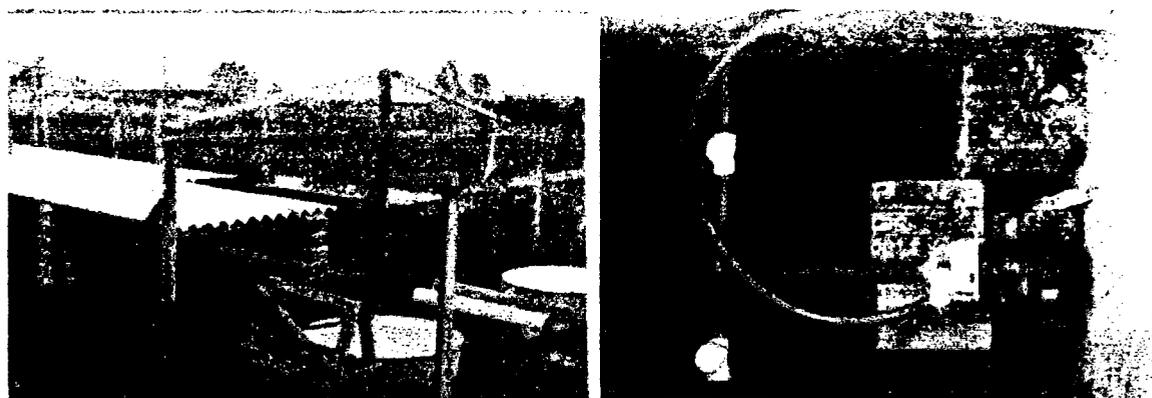
Discriminação	Valor total (R\$)
Módulo 1	607,84
Módulo 2	607,84
TOTAL GERAL	1.215,68

c) **Manejo:** Neste centro se faz o controle sanitário das bancadas, em seguida coloca-se as plantas com 25-30 dias, uma a uma, espaçadas 18 x 18. A alimentação das plantas será feita pelo sistema de irrigação e drenagem. No verão é colocado sombrite sobre o plástico para controle de temperatura e o sombrite lateral é levantado para maior arejamento do ambiente.

3.10- SISTEMA HIDRÁULICO

3.10.1- CASA DE MÁQUINAS E RESERVATÓRIO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

a) **Características:** Este local deve ser protegido dos raios solares e da chuva, e o reservatório deve ser preferencialmente enterrado no chão com brita em volta para proteger a solução nutritiva das altas e baixas temperaturas conforme fotos abaixo. Em nosso projeto vamos utilizar o reservatório de fibro-cimento e para proteção do sistema iremos utilizar o modelo de casa de vegetação.



b) **Dimensionamento:** 1000 litros/bancada. Temos dois módulos, cada módulo possui duas bancadas, precisamos de um total de 4000 litros de solução nutritiva que serão distribuídas em dois reservatórios de 2000 litros cada, numa estrutura de proteção de 5m x 2m conforme planta no anexo 4.

c) **Material utilizado:**

Material	Quantidade	Custo (R\$)
eucalypto	16m linear	7.20
ripas(2cm)	35m linear	5.25
plástico	25 m2	11.0
sombrite	38.5 m2	84.3
reservatórios	2	200.00
tijolos	50	2.50
massa	0.2 m ³	2.50
M.O. +outros	1hom./serviço/dia	35.0
fertilizantes	—	14,60
	TOTAL GERAL	362,35

d) **Manejo:** Na casa de máquinas estarão: o conjunto de moto-bomba, o timer, sistema elétrico e os reservatórios da solução nutritiva. O manejo será feito durante o dia. De a noite o sistema descansa.

3.10.2 - DIMENSIONAMENTO DA MOTO-BOMBA

a) **Características:** Um dos principais problemas na utilização do conjunto moto-bomba é o alto grau de corrosão da solução nutritiva, fazendo-se necessário a lubrificação de todos os parafusos que acoplam a bomba d'água ao motor elétrico. O conjunto moto-bomba estará ligado ao reservatório, localizado no nível geométrico inferior àquele que liberará a solução nutritiva pelos canais, ou seja terá função de recalque da solução nutritiva conforme planta do anexo 5.

b) **Dimensionamento:** A altura manométrica total e a vazão total requerida, basicamente definirão a escolha do conjunto moto-bomba (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994)

A potência necessária será calculada por:

$$P = \frac{Q \times H_{man}}{75}, \text{ onde}$$

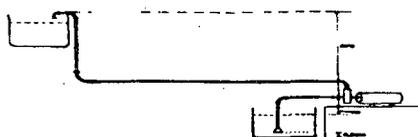
75

P = potência necessária em HP

Q = vazão total em litros/seg

H_{man} = altura manométrica total em metros

De maneira geral, os motores elétricos apresentam um rendimento médio de 90% e as bombas de 70%. Na unidade hidropônica, deve-se conhecer: a altura geométrica de recalque (Hg), a altura de sucção (Hs) conforme planta em anexo 5, as quais, juntamente com os valores de perda de carga nas tubulações de recalque; sucção e nos acessórios (registros, cotovelos, curvas, etc.), definirão o cálculo da altura manométrica total. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).



No nosso projeto, dimensionaremos a moto-bomba para dois módulos, devido ao custo da mesma.

Dados para entrada na fórmula de potência da moto-bomba:

$Q = \text{Vazão}$

Os dois módulos possuem no total 48 canais com vazão de 1,50 - 2 l/m² que dá um total de 96 l/m² que transformados em segundos dá um total de 1,6 l/s e 5760 l/h. Então o valor de vazão para o cálculo é de 1,6 l/s.

H_{man} = altura manométrica total em metros

- altura geométrica de sucção 1,2 m
- altura geométrica de recalque 1,0 m
- perda de carga nas tubulações 1,0 m

SUBTOTAL 3,2 m

- perda de carga nos acessórios (5%) 0,16 m

TOTAL 3,36 m

c) Cálculo da Potência

$$Q \times H \text{ man total}$$

$$P = \frac{\quad}{75}$$

75

$$1,6 \text{ l/seg} \times 3,36 \text{ m} \quad 5,37$$

$$P = \frac{\quad}{75} = \frac{5,37}{75} = 0,071$$

75

75

$$P = 0,071 \text{ HP}$$

c.1.) Cálculo da potência do motor elétrico

Como foi mencionado anteriormente, o rendimento médio dos motores elétricos está em torno de 90%, assim sendo, para o nosso exemplo, teremos:

0,071

$$\text{HP}_{\text{motor}} = \frac{\quad}{0,90} = 0,078$$

0,90

c.2.) Cálculo da potência da bomba

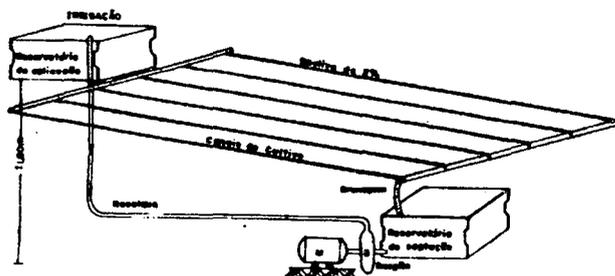
Também, de acordo com o que foi citado anteriormente, o rendimento médio das bombas centrífugas está em torno de 70%; assim:

$$\text{HP}_{\text{bomba}} = \frac{0,071}{0,70} = 0,1 \text{ HP}$$

Conforme se pode observar, a potência do conjunto moto-bomba para uma exploração agrícola com a técnica hidropônica, realmente, é pequena, o que possibilita que um mesmo conjunto atenda a várias unidades simultaneamente.

No nosso projeto iremos utilizar a bomba SCHNEIDER - BC91 de ¼ hp que para a altura manométrica de recalque de 3 metros possui uma vazão de 7.000 l/h. Conforme tabela do anexo 6.

3.10.3 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM



Cada estufa de crescimento deve ser abastecida com solução nutritiva como, também esta mesma solução nutritiva retornada ao tanque-reservatório. (sistema fechado)

Com o auxílio de canos, conexões, registros de PVC, todos de bitola de 20mm montamos um sistema de aplicação e um sistema de captação integrados, para a circulação da Solução Nutritiva conforme podemos verificar em planta no Anexo 4.

A BOMBA E O TIMER

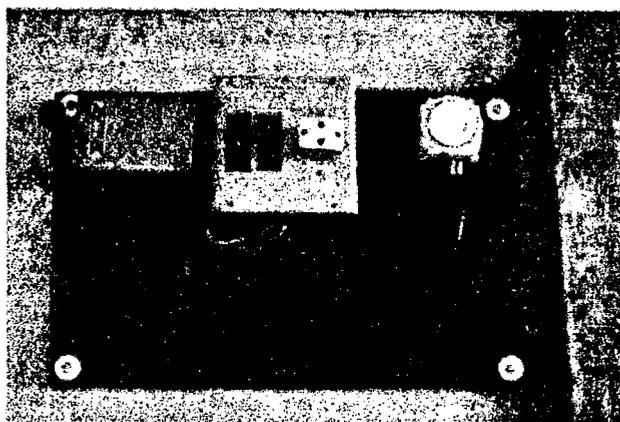
Para que ocorra a circulação da solução nutritiva por todas as estufas de crescimento é necessário que uma BOMBA D'ÁGUA, instalada no Tanque-Reservatório, desloque a solução nutritiva do Tanque pelo sistema de abastecimento. A captação da solução nutritiva é realizada por gravidade pelo sistema de retorno.

A circulação da solução nutritiva não é contínua, ocorre de 15 em 15 minutos das 6:00 horas da manhã até às 6:00 horas da tarde. A noite, somente às 00:00 horas, ocorre uma circulação de 15 minutos. Para que esta condição de tempo seja realizada, precisamos adaptar ao sistema da bomba d'água um timer (temporizador), que nada mais é que um relógio que permite ligar a bomba (por exemplo) por 15 minutos e desligá-la por mais 15 minutos, além de desligar o sistema à noite permitindo, ainda, uma rápida ligação por 15 minutos às 00:00 horas.

O TIMER

O timer (ou temporizador) exerce a função de desligar e ligar a bomba. Ligado a um painel elétrico podemos compará-los ao cérebro humano, comandando a irrigação do sistema.

No nosso exemplo, o timer liga a bomba para a primeira irrigação (circulação) do dia às 6:00 horas da manhã. Ligando e desligando o sistema de 15 em 15 minutos. Sendo que a última irrigação do dia ocorre às 6:00 horas da tarde.



Timer - Projeto Horta D'Água - Cascavel/PR - 1995

De acordo com a planta no Anexo 7 podemos verificar o material utilizado.

Material	Quantidade	Custo R\$
Cano de 20mm	80 m lineares	17,60
Registros de 20mm	16 registros	112,00
Moto Bomba	1 unidade	81,00
Timer	1 unidade	100,00
Outros	----	30,00
TOTAL		340,60

3.10.4 - SISTEMA ELÉTRICO

Para efeito de orientação, a tabela a seguir mostra as relações entre a distância do conjunto moto-bomba e o quadro de entrada de energia elétrica, visando à escolha adequada do diâmetro (bitola) do fio elétrico que deverá ser utilizado (quadro abaixo).

Bitola do fio a ser utilizado, em função da potência do motor e da distância em metros do conjunto moto-bomba ao quadro de entrada de energia.

	Tensão	Distância em metros do motor ao quadro de entrada									
		10	20	30	40	50	60	80	100	125	
MOTORES MONOFÁSICOS	110 v	10	20	30	40	50	60	80	100	125	
	220 v	20	40	60	80	100	120	160	200	250	
potência em CV	Bitola do fio a ser utilizado (mm ²)										
1/8 - 1/4		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0	
1/3 - 1/2		2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0	10,0	10,0	16,0	
3/4 - 1		4,0	4,0	4,0	6,0	10,0	10,0	16,0	16,0	25,0	
2		4,0	4,0	6,0	10,0	10,0	16,0	16,0	25,0	25,0	
3		4,0	6,0	10,0	16,0	16,0	25,0	25,0	35,0	35,0	

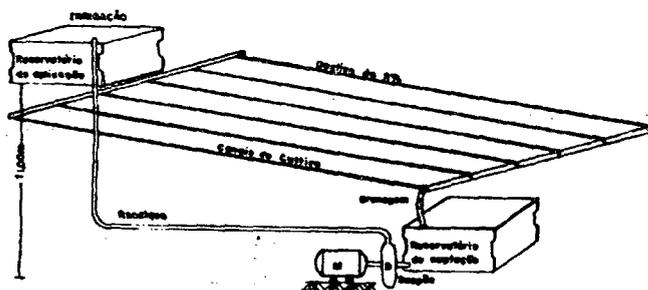
FONTE: Dancor Bombas e Filtros - Manual do Proprietário.
(CASTELLANE & ARAÚJO, 1994)

Outro cuidado muito especial que o agricultor devera ter com a parte elétrica do sistema hidropônico, diz respeito à necessidade de um isolamento eficiente nos locais onde se realizarem emendas na fiação, pois o alto teor de umidade, normalmente presente neste local, poderá resultar em grandes acidentes, caso haja um vazamento de energia elétrica nestes pontos.
(CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

3.10.5- SISTEMA ALTERNATIVO

No caso da falta de energia elétrica por muitas horas, podemos ter algumas alternativas para amenizar a irrigação das plantas:

- por gravidade: se faz um reservatório acima do nível dos canais de escoamento.



- mecânico: junto ao sistema de bomba usa-se um gerador de energia que pode ser a gasolina ou a diesel.

3.10.6 - CUSTO FINAL

Custo total da fase inicial de implantação do projeto

Discriminação	Valor R\$
Centro de Germinação e Crescimento	225,52
Centro de Produção	1.215,68
Casa de Máquinas	362,35
Sistema de Irrigação	340,60
Outros	200,00
TOTAL GERAL	2.344,15

3.11 - ADUBAÇÃO

3.11.1. - ASPECTOS GERAIS

Um ponto decisivo para o êxito do cultivo hidropônico é a composição das soluções nutritivas. As soluções deverão conter todos os elementos necessários para as plantas, nas devidas condições e nas doses convenientes, devendo cumprir a mesma missão que microorganismos do solo e colóides fazem junto a planta. Assim devemos dar grande importância a fabricação e controle das soluções nutritivas. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

Para que este objetivo seja atingido, é necessário conhecer os elementos essenciais, a forma de absorção dos nutrientes, as formulações, o manejo, bem como alguns mecanismos de controle de formação de nitrato.

3.11.2. - ELEMENTOS ESSENCIAIS

Um elemento é essencial quando satisfaz os critérios direto ou indireto de essencialidade ou ambos, segundo o primeiro, a essencialidade fica demonstrada quando o elemento faz parte de um composto vital ou quando participa de reações enzimáticas ou não, cruciais para o metabolismo. (FERRI, 1985)

(FERRI, 1985) - Não se considerando o Carbono (C), o Hidrogênio (H), e o Oxigênio (O), a planta necessita de 13 (treze) elementos minerais para viver, os quais se dividem em duas categorias:

- Macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S);

- Micronutrientes: boro (B), cloro (Cl), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e Zinco (Zn).

A separação entre macro e micronutrientes obedece a razões apenas quantitativas: os primeiros são exigidos em quantidades maiores que os últimos; aparecem na matéria seca do tecido vegetal em teores maiores. É errado, porém pensar-se que os macronutrientes sejam mais importantes que os micros. As duas classes de elementos são igualmente importantes a falta de qualquer um deles pode limitar o crescimento e a produção. Apresentamos a seguir as tabelas de funções e compostos dos principais, macronutrientes e micronutrientes.

As principais funções dos macronutrientes se encontram no quadro abaixo:

Nutriente	Funções	Compostos
N	Importante no metabolismo como compostos.	Aminoácidos e proteínas, amins, amidas, aminoaçúcares, purinas e pirimidinas, alcalóides. Coenzimas, vitaminas, pigmentos.
P	Armazenamento e transferência de energia; estrutural.	Ésteres de carboidratos, nucleotídeos e ácidos nucléicos, coenzimas, fosfolipídios.
K	Abertura e fechamento de estômatos, síntese e estabilidade de proteínas, relações osmóticas, síntese de carboidratos.	Predomina em forma iônica, compostos desconhecidos.
Ca	Ativação enzimática, parede celular, permeabilidade.	Pectato de cálcio, fitato, carbonato, oxalato
Mg	Ativação enzimática, estabilidade de ribossomos, fotossíntese.	Clorofila
S	Grupo ativo de enzmas e coenzimas.	Cisteína, cistina, metionina e taurina, Glutathione, flicosídios e sulfolipídios, coenzimas.

As principais funções dos micronutrientes se encontram no quadro abaixo:

Nutriente	Funções	Compostos
B	Transporte de carboidratos Coordenação de co-fenóis	Borato Compostos desconhecidos
Cl	Fotossíntese	Cloreto Compostos desconhecidos
Co	Fixação de N ₂	Vitamina B12
Cu	Enzimas Fotossíntese	Polifenoloxidase, plastocianina, azurina, estelacianina, umecianina
Fe	Grupo ativo em enzimas e em transportadores de létrons	Citrocromos, ferredoxina, catalase, peroxidase, reductase e nitrato, nitrogenase, reductase de sulfito
Mn	Fotossíntese, metabolismo de ácidos orgânicos	Manganina
Mo	Fixação do N ₂ , redução de NO ₃ ⁻	Reductase de nitrato, nitrogenase
Zn	Enzimas	Anidrase carbônica, aldolase

3.11.3. - ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

3.11.3 a) - ABSORÇÃO E TRANSPORTE DE ÍONS

Quando se faz análise de uma planta fresca, verifica-se que 90% ou mais do seu peso é constituído por água. A secagem da planta numa estufa a 100° C elimina praticamente toda água do tecido; o que resta é a matéria seca, fazendo-se análise elementar da matéria seca, encontra-se diversos elementos. (FERRI, 1985)

Idade da planta	N	P	K	Ca	Mg	S
dias	miligramas					
20	29,7	2,9	31,0	9,2	3,2	2,3
30	35,8	5,3	75,0	11,7	4,3	3,0
40	111,9	17,6	241,8	49,1	13,7	10,9
50	201,7	35,6	477,9	113,4	26,7	24,3
65	224,4	46,9	536,5	140,8	34,7	32,6

Acumulo dos nutrientes em mg pela planta em função de sua idade. (MALAVOLTA 1974).

É oportuno apresentarmos também uma tabela de percentual de peso seco, entre outros dados como quantidades de NPK no solo e acúmulo de nitrato nas folhas, no experimento realizado nos Estados Unidos conforme abaixo.

TRIAL 58-2 - DOUD RANCH, GONZALES

Planting date: February 6, 1958

Growth period: 109 days

First harvest: May 26

Last harvest: June 3

Soil Type: Salinas fine sandy loam

pH: 7.5

Fertilizer program

Date of application	Fertilizer materials	Pounds of nutrients per acre (1pound=489gramas)		
		N	P2O5	K2O
Preplant	Poultry manure	96	75	54
March 17	20-0-0	60	0	0
May 6	20-0-0	60	0	0
		-----	-----	-----
		216	75	54

Date of sample	Mean fresh wt./plant (grams)	Dry matter per cent of fresh weight	Per cent of dry weight			
			NO3-N	N	P	K
March - 10	0.2	9.4	.....	.....	.....	.....
.....	0.7	6.7	0.58	5.52	0.74	6.76

March	17	0.8	7.6	0.51	5.53	0.68	6.63
.....		2.8	7.8	0.27	4.87	0.62	6.24
March	24	3.3	11.2	0.23	4.76	0.63	5.71
.....		8.6	8.3	0.25	4.57	0.53	6.30
March	31	22.0	8.4	0.30	4.63	0.48	6.18
.....		72.2	8.7	0.23	4.13	0.41	6.18
April 7	.....	183.8	7.1	0.32	4.34	0.46	6.49
April	14	323.5	9.3	0.30	3.71	0.39	6.63
.....		434.1	8.9	0.77	3.38	0.34	6.56
April	21	1.089.8	6.1	0.48	3.73	0.49	7.35
.....							
April	28						
.....							
May	5						
.....							
May	12						
.....							
May	19						
.....							
May	26						
.....							

Somando-se os pesos desses nutrientes que acabamos de relatar, o Carbono, o Hidrogênio e o Oxigênio respondem por 90% da matéria seca total. (FERRI, 1985).

O Carbono, vem do ar (como CO₂), o Hidrogênio vem da água, e o Oxigênio em parte do ar e em parte da água. (FERRI, 1985).

Os nutrientes da planta com possível exceção do boro (B), encontram-se na solução do solo, de onde a raiz os absorve, em forma iônica. (FERRI, 1985).

Há três mecanismos pelos quais o contato tem lugar; dependendo das características do elemento e do seu comportamento no solo um mecanismo determinado pode predominar sobre outro. a medida que as raízes crescem entram em contato com as partículas coloidais do solo e, portanto, com os nutrientes nela absorvidos; são por isso capazes de absorver os nutrientes que estabeleçam combinações químicas suficientemente estáveis ou sejam "trocados" por íons, por ela produzidos: essa intercepção radicular se dá com todos os nutrientes disponíveis; sua contribuição relativa para o contato global é, porém, muito pequena.

A solução do solo carrega íons M para a raiz pelo processo de fluxo de massa. Conhecendo-se a quantidade de água utilizada pela cultura durante o seu ciclo e a concentração iônica da solução do solo pode-se calcular a quantidade do elemento que chega à raiz por esse processo, o qual é o mais significativo no caso do N, Ca, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn.

A difusão consiste em movimento lento e de pouco alcance do íon numa fase aquosa estacionária, permitindo-lhe, porém, atingir a raiz: é o mecanismo de contato dominante no caso do P e do K, particularmente no do primeiro. Estabelecido o contato, torna-se possível a absorção. (FERRI, 1985).

No transporte dos íons, temos dois processos importantes de absorção, que são:

- processo passivo: a entrada passiva de íon na célula pode se dar por *fluxo de massa*, onde os íons podem ser conduzidos pela água, por isso um aumento da transpiração pode causar estímulo na absorção salina. E por *difusão*, o íon entra na célula em obediência a Lei de Fick, a velocidade de absorção é proporcional ao gradiente de concentração. Nesses dois processos, não há gasto de energia. (FERRI, 1985).

- processo ativo: os processos passivos de absorção não colocam o íon no vacúolo, depositando-se geralmente nos espaços intercelulares, na parede celular, necessitando energia e mecanismos para que sejam transportados para o interior da célula. (FERRI, 1985).

3.11.3 b) - FATORES QUE AFETAM A ABSORÇÃO

Aeração - o oxigênio do ar é necessário para respiração das raízes, fonte de energia para o processo; entende-se assim a necessidade de se manterem no solo condições que facilitem a penetração, o movimento e o armazenamento do ar. (FERRI, 1985).

Temperatura - na faixa térmica que vai de 0 a 30°C aumenta geralmente a quantidade de íons absorvida em consequência, acredita-se, de maior atividade metabólica. (FERRI, 1985).

Umidade - embora a água seja o veículo natural dos sais, a absorção destes não se dá com a mesma velocidade; por outro lado, os elementos não penetram na célula com a mesma velocidade; como regra geral é obedecida a seguinte ordem decrescente:

ânions $\text{NO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{H}_2\text{PO}_4^-$

cátions $\text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$;

Presença de outros íons - podem ocorrer três situações, a saber, antagonismo (a presença de um íon diminui a absorção de um segundo, evitando a toxidez deste), inibição (diminuição reversível ou não da absorção de um íon pela presença de outro), sinergismo (aumento na absorção de um íon pela presença de outro) (FERRI, 1985).

Presença de cálcio - o Ca^{2+} mantém a integridade funcional das membranas, estimulando a absorção de outros cátions, desde que não esteja em concentração muito elevada, o que poderia causar inibição. (FERRI, 1985).

Estado iônico interno - se todos os sítios da raiz disponíveis para a “troca” inicial estiverem tomados, fica diminuída a possibilidade de absorção, o mesmo ocorrendo se o suco vacuolar estiver saturado;

Potencialidade genética - a capacidade de absorção salina pode variar com a espécie e, dentro da espécie, com a variedade considerada espécies diferentes podem, nas mesmas condições, acumular concentrações muito diferentes de um mesmo elemento (seletividade);

pH - quando se considera a absorção radicular apenas, como regra, os valores mais baixos de pH (inferiores a 7,0) favorecem a absorção de ânions, enquanto os valores mais próximos da neutralidade ajudam a de cátions.

3.11.3 c) MARCHA DE ABSORÇÃO

Absorção percentual dos nutrientes em função do crescimento da planta.

Nutriente	Estádio em dias				
	0-20	0-30	0-40	0-50	0-65
Nitrogênio	13	15	50	80	100
Fósforo	6	10	35	4	100
Potássio	9	13	45	89	100
Cálcio	6	8	35	80	100
Magnésio	8	11	38	76	100
Enxofre	6	8	31	75	100

3.11.4 - FÓRMULAS

3.10.4a)- ELEMENTOS NUTRITIVOS

A intensidade de absorção das plantas para os seis principais macronutrientes é: $N > K > P > Ca, Mg$ e S . A absorção dos três últimos elementos é muito similar. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994)

Freqüentemente se recomenda combinar em uma mesma solução elementos que tomados pelas plantas com igual intensidade, que pode-se conseguir uma assentável estabilidade das relações entre cátions e ânions. Em cultivos hidropônicos usa-se por este motivo, nitrogênio e potássio como nitrato de potássio, ácido fosfórico e cálcio como fosfato monocálcico, e enxofre e magnésio como sulfato de magnésio. (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

3.11.4b) - TÉCNICAS DE DISSOLUÇÃO

Para fabricação das soluções com elementos simples é recomendável dissolver cada produto separadamente. Dissolvem-se primeiro no tanque sais mais solúveis e ácidos e continuamente os demais.

A demonstrações de eficácia da seguinte ordem: sulfato de magnésio, fosfato de monocálcico, nitrato de potássio, sulfato de cálcico, respectivamente. E os microelementos devem ser dissolvidos por último e separadamente por produtos (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

Nos Estados Unidos se limita atualmente, em geral, o uso nas soluções de microelementos: Boro, Cobre, Magnésio e Zinco (Ellis y Swanwy, 1953). O Boro se usa normalmente como Borax ou Ácido bórico, o Cobre como Sulfato de cobre, o Manganês e o Zinco como Sulfato de manganês e zinco (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

Segundo nossas experiências, quando se utilizam bons conteúdos já indicados como microelementos para a composição das soluções, é necessário adicionar também Ferro e Cobre e, eventualmente, Molibdenio (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975).

3.11.4c) - FÓRMULAS COMUNS

Várias fórmulas de soluções nutritivas tem sido publicadas, sendo, no geral, bem semelhantes mesmo quando o sistema hidropônico utilizado é diferente. Deve-se lembrar, contudo, que, teoricamente, cada planta, em cada região poderá ter necessidades diferentes, fazendo com que cada produtor tenha o seu ponto exato de calibração. Apresentamos um quadro das necessidades de nutrientes para alguns sistemas de produção. Conforme podemos verificar no quadro abaixo.

Nutriente	NFT	Meio Misto	Cascalho
	ppm		
N	200	150	180
P	40	50	65
K	165	185	160
Ca	150	110	110
Mg	133	80	60
S	100	110	50
B	0,008	0,008	0,014
Fe	0,8	1,2	1,2
Mn	0,25	0,5	0,5
Zn	0,05	0,1	0,06
Cu	0,01	0,03	0,06
Mo	0,002	0,001	0,002

Composição aproximada de soluções nutritivas, utilizadas para a produção de hortaliças em alguns sistemas hidropônicos (CASTELLANE & ARAUJO, 1994).

Encontram-se no quadro abaixo, as quantidades em grama por mil litros para se preparar uma solução com 1 ppm de um determinado nutriente, com determinada fonte. Assim, conhecendo-se a concentração adequada do nutriente para a cultura, basta multiplicar esta concentração (ppm) e tem-se a quantidade de uma das fontes a ser adicionada em 1000 litros de solução.

Fator de peso (g/100l) para calcular a quantidade de composto químico necessária para preparar uma solução com 1 ppm e determinado nutriente(CASTLLANE & ARAUJO,1994)

Composto químico	Nutriente Principal a fornecer	g/1000 l
Sulfato de Amônio	N	4,76
Nitrato de Cálcio	N	6,45
	Ca	4,70
Nitrato de Potássio	N	7,30
	K	2,70
Nitrato de Sódio	N	6,45
Uréia	N	2,17
Fosfato biácido de potássio	K	3,53
	P	4,45
Sulfato de Potássio	K	2,50
Cloreto de Potássio	K	2,05
Fosfato mono-cálcico	P	4,78
	Ca	7,65
Mono-amônio fosfato	P	4,78
	N	9,04
Sulfato de Cálcio	Ca	4,80

Sulfato de Magnésio	Mg	10,75
Ácido Bórico	B	5,64
Sulfato de Cobre	Cu	3,91
Ferro Quelatizado (9%)	Fe	11,10
Sulfato de Manganês	Mn	4,05
Molibdato de Sódio	Mo	2,56
Sulfato de Zinco	Zn	4,42

1-6,45 g/1000 l equivalem a 1 ppm de N e a 1,37 ppm de Ca.

Por exemplo: uma solução com 200 ppm de N e 100 ppm de Ca. Utilizando-se os valores do Quadro acima e tendo-se como fonte o nitrato de cálcio: 200 ppm de N = 1.290 g/1000l e 100 ppm de Ca = 470g/100l. Deve ser tomado o menor valor que fornecerá todo o Ca e apenas 72,9 ppm de N. O restante do nitrogênio poderá ser fornecido com nitrato de potássio e nitrato de sódio, tendo-se o mesmo cuidado. Faltam 127,1 ppm de N. Se a solução nutritiva deve ter 180 ppm de K, deve ser tomado 486 g/1000l de nitrato de potássio que fornecerá 66,6 ppm de N. Faltam, então, 60,5 ppm de N que terão fornecidos por nitrato de sódio: 390,22 g/1000l. Contudo, é interessante evitar-se fontes que forneçam outros elementos além dos nutrientes. Assim, neste caso, o ideal é utilizar o nitrato de amônio. Cabe, ainda, certo cuidado quanto à presença de amônio. As pesquisas, em geral, indicam que, no máximo, sua quantidade não deve ultrapassar a 25% do total de N. Deve-se sempre considerar nos cálculos a pureza do sal utilizado. (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994)

O produtor hidropônico J.L. Bernardes de Piracicaba/SP apresentou a sua formulação para o cultivo do alface conforme quadro abaixo:

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Zn	Cu	Mn	Mo
210	31	234	200	48	64	5,0	0,5	0,05	0,02	0,5	0,01

Formulação para o alface (ppm) Piracicaba/SP

Apresentamos algumas fórmulas utilizadas para produção de alface hidropônico.

(CASTELLANE & ARAÚJO, 1994) Sugestões de soluções nutritivas para algumas hortaliças cultivadas no sistema NFT; valores em g/1000 l.

SAL	Tomate	Pimentão	Berinjela	Pepino	Melão	Alface	Morango
Nitrato de Cálcio	900	650	750	980	900	950	700
Nitrato de Potássio	270	506	632	485	455	900	303
Sulfato de Potássio	122	-	-	-	22	-	-
Fosfato de Potássio ¹	272	170	204	245	170	272	204
Cloreto de Potássio	141	-	-	-	-	-	-
Sulfato de Magnésio	216	246	370	418	246	246	246
Nitrato de Magnésio ²	228	50	20	-	-	-	-
Fe - DTPA	43	37	32	43	22	50	25
Sulfato de Manganês	4,23	1,70	2,54	4,23	2,54	1,70	1,70
Bórax	1,90	2,40	2,40	1,90	1,90	2,85	1,90
Sulfato de Zinco	1,15	1,15	1,45	1,15	1,15	1,15	1,15
Sulfato de Cobre	0,12	0,12	0,19	0,12	0,12	0,19	0,12
Molibdato de Sódio	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

1 - 35% de K₂O e 53% de P₂O₅

2 - 7% de N e 10% de MgO: líquido (Kg = 770ml)

FONTE: informação recebida do Dr. F. Benoit & Ceustermans

(PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975) Em Israel recomenda Meier-Schwarz (1961) a seguinte fórmula:

750 g. Nitrato de Chile
350 g. Superfosfato triple
700 g. Sulfato potásico
200 g. Sulfato cálcico.
450 g. Sulfato magnésio
5 g. Sulfato de ferro
20 g. Bórax
0,1 g. Sulfato de cobre
0,2 g. Sulfato de zinco
1 g. Sulfato de manganês.

2.476,3 g. Solução para 1000 litros de água

No verão, para a mesma quantidade de sais se dobra a de água. No inverno, pelo contrário, para igual quantidade de água se dobra a de sais. A concentração de solução é de 25% na primavera e outono, de 0,125% no verão e de 0,50% no inverno. A relação N: P₂O₅:K₂O é 1: 1,1 :2,9 (PENNINGSFELD & KURZMANN, 1975)

Em Piracicaba/SP, o produtor J. L. Bernardes utiliza esta fórmula para 1000 litros d'água.

Nitrato de Cálcio	1.200 gramas
Nitrato de Potássio	260 gramas
MAP	150 gramas
Cloreto de Potássio	250 gramas
Sulfato de Magnésio	500 gramas
Micronutrientes	0,50 litros
Fe-EDTA	1,00 litro

3.11.4 d) - MANEJO

Os principais produtores de alface hidropônico fazem a seguinte rotina:

1° - Os compostos são pesados e dissolvidos separadamente em uma calda numa proporção para 1000 litros d'água e depois dissolvidos no reservatório para a preparação da solução nutritiva, e deixa-se recirculando por 2 a 3 horas e faz-se o controle de pH. Se a solução estiver ácida, adiciona-se sal (sulfato de sódio), se tiver básica, adiciona-se ácido, que pode ser ácido acético;

2° - No final da tarde, verifica-se o nível de solução no reservatório da solução nutritiva, fazendo-se os ajustes necessários da solução e seguindo o procedimento anterior.

3° - A adubação é feita durante o dia. A noite não se recomenda fazer adubação, por motivos anteriormente expostos.

4° - O monitoramento da condutividade elétrica também é importante, por fornecer informações auxiliares para se decidir sobre a troca da solução nutritiva ou a reposição de sais.

(os dados de pH e condutividade estão no capítulo II)

3.11.5 - FORMAÇÃO DE NITRATO

(BENOIT & CEUSTERMANS 1989). Um dos problemas do cultivo do alface hidropônico é o acúmulo de nitrato da folha em níveis maiores que quando cultivado no solo.

Geralmente pode-se dizer que no cultivo hidropônico temos 2.5 ppm, contra 1.6 ppm no cultivo de alface no solo. Apresentamos os limites oficiais de acúmulo de nitrato nos principais países da Europa:

País	em ppm
Bélgica	3,5
Alemanha	3,0
Suiça	3,5
Austria	3,5 e 4,5 no inverno
França	4,0

Alguns métodos para redução do nitrato:

- no período de germinação e crescimento, a adubação com nitrato não deve ser em níveis muito altos, perdem-se os altos limites de qualidade;
- substituição de adubação de nitrato por amônia em até 25%;
- utilizar o Mo nas formulações.

3.12 - CONTROLE FITOSSANITÁRIO

3.12.1. - DIAGNOSE DA PLANTA

Deficiências minerais:

Os primeiros trabalhos sobre estudos de carências minerais em alface realizados por McHargue e Calfee (1932, 1933), descrevem sintomas de carência em boro.

Descrições detalhadas e completas das carências minerais são dados por Purvis e Carolus (1964), Wallace (1961), Fernandes e Haag (1971).

N - Retardamento do crescimento, ausência ou má formação da cabeça, folhas de cor verde-palha e as mais velhas totalmente cloróticas, desprendendo-se.

P - Falta de crescimento, má formação da cabeça, folhas moderadamente normais ou de coloração verde-opaca, podendo mostrar tonalidade vermelho-bronzeada ou púrpura; as folhas mais velhas apresentam-se cloróticas.

K - Folhas de coloração verde-escura, bordos crestados, inicialmente nas margens, progredindo o aspecto de queimado por toda a lâmina foliar.

Ca - Crescimento aparentemente regular com tendência de paralisação de crescimento do broto terminal. Folhas novas não se expandem normalmente, permanecendo pequenas, necrose nas margens, ficando susceptíveis a Botytis.

Mg - Folhas ligeiramente descoradas, folhas mais velhas apresentando nítida clorose internerval.

B - Encrespamento e crestamento das margens das folhas, principalmente nas folhas mais novas; morte do broto terminal.

Cu - Má formação da cabeça, folhas de coloração esbranquiçada (Figura 9-1).

Mn - Folhas de coloração verde-pálida, tornando-se cloróticas e posteriormente necróticas.

Mo - Folhas não se desenvolvem permanecendo ovaladas, de coloração verde-amarelada; seguindo de enrolamento e tostamento das margens e necrose.

3.12.2. - CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS

O cultivo protegido, a desinfecção das instalações e o controle de acesso de pessoas estranhas na unidade hidropônica diminui sensivelmente o aparecimento de pragas e doenças.

O sistema de cultivo protegido e no seu interior as bancadas são instaladas acima do chão diminui o aparecimento de pragas, principalmente. Porém, na casa de germinação e crescimento, os cuidados devem ser intensificados com laterais com sombrite e o chão deve ser desinfectado com caltrine, que elimina os insetos no solo e conseqüentemente diminui o aparecimento de pragas.

A desinfecção das bancadas antes de cada cultivo, a limpeza dos reservatórios da solução nutritiva e encanamentos em geral com água sanitária ou clorada, diminui o aparecimento de doenças.

caltrine

O acesso de pessoas estranhas na unidade hidropônica deve ser controlada, pois as pessoas podem ser fonte de inóculo de doenças e vírus, como por exemplo o vírus vira-cabeça transmitido principalmente pelos fumantes.

3.12.3 - MANEJO

Os principais produtores hidropônicos seguem o que foi exposto anteriormente, se houver algum problema com as plantas, e não se observa ataque de pragas ou doenças, a primeira coisa a fazer é trocar a solução nutritiva. Se houver ataque de insetos ou doenças, devemos retirar as plantas contaminadas do local.

Se casualmente houver aparecimento de doenças do solo como botrytis, Sclerotinia e Rhizoctinia, são controladas no sistema NFT com a combinação de tratamentos de TMTD + vinclozilin (Ronilan, BASF). (BENOIT & CEUSTERMANS). Esse sistema é utilizado na Inglaterra, aqui no Brasil ainda não houve casos.

4 - DISCUSSÃO

A tecnologia envolvida, recentemente chegou ao Brasil, e as unidades de pesquisa agora começam com alguns trabalhos, caso da EPAGRI - Itajaí/SC e EXPOVEL - Cascavel/PR, sendo poucos os trabalhos científicos realizados nesta área até o momento, havendo pouca literatura sobre o assunto. A saída para o entendimento do assunto é a pesquisa a campo em unidades hidropônicas já implantadas como em Florianópolis/SC, Piracicaba/SP, Cascavel/PR e pesquisa bibliográfica sobre os diversos segmentos que envolvem a hidroponia como o cultivo protegido, adubação, fisiologia vegetal, sistema hidráulico, entre outros.

Em Florianópolis, o produtor hidropônico Marcos Silva bloqueou totalmente as informações a respeito do cultivo do alface, provavelmente por interesse de mercado, não abrindo oportunidade para pesquisa do processo hidropônico.

Em Piracicaba/SP, o produtor hidropônico J.L. Bernardes pelo contrário, mostrou como é o processo hidropônico no cultivo do alface, desde a germinação da semente, a condução na bancada de crescimento e produção. O que mais impressionou foi a bancada de crescimento, uma espécie de piscina de solução nutritiva chamada de cultivo em balsa, onde todas as condições são satisfeitas, como oxigenação das raízes e elementos nutritivos. Apresentou também o sistema hidráulico com um funcionamento muito simples com abre- e-fechar de registros fazendo o controle do sistema de irrigação e captação da solução nutritiva, e também os reservatórios, os produtos, fórmulas e manejo.

Na EXPOVEL em Cascavel/PR, que é uma unidade de pesquisa financiada pelo Governo do Paraná, verificamos um sistema diferente de germinação do adotado em Piracicaba/SP que é germinação entre areia e posteriormente conduzindo a planta para bancada de produção no sistema de tanque de areia com um novo sistema de irrigação, também controladas por um abrir e fechar de registros.

Com os conhecimentos obtidos nestas visitas e nas disciplinas do curso, partimos para a implantação do projeto "HORTA D'ÁGUA - Cascavel/PR", juntamente com o produtor hidropônico Ricardo Lang, engenheiro agrônomo formado em nossa escola, cuja execução foi muito gratificante participar.

Inicialmente verificamos a localização do cultivo protegido e depois fizemos a sua implantação, utilizando vários conhecimentos, principalmente de engenharia rural. Em seguida fizemos as bancadas de germinação, crescimento e produção e o sistema hidráulico.

Na parte de adubação foram utilizados conhecimentos de fisiologia vegetal interagindo com fatores ambientais. Por último, todo levantamento de material e custos das instalações.

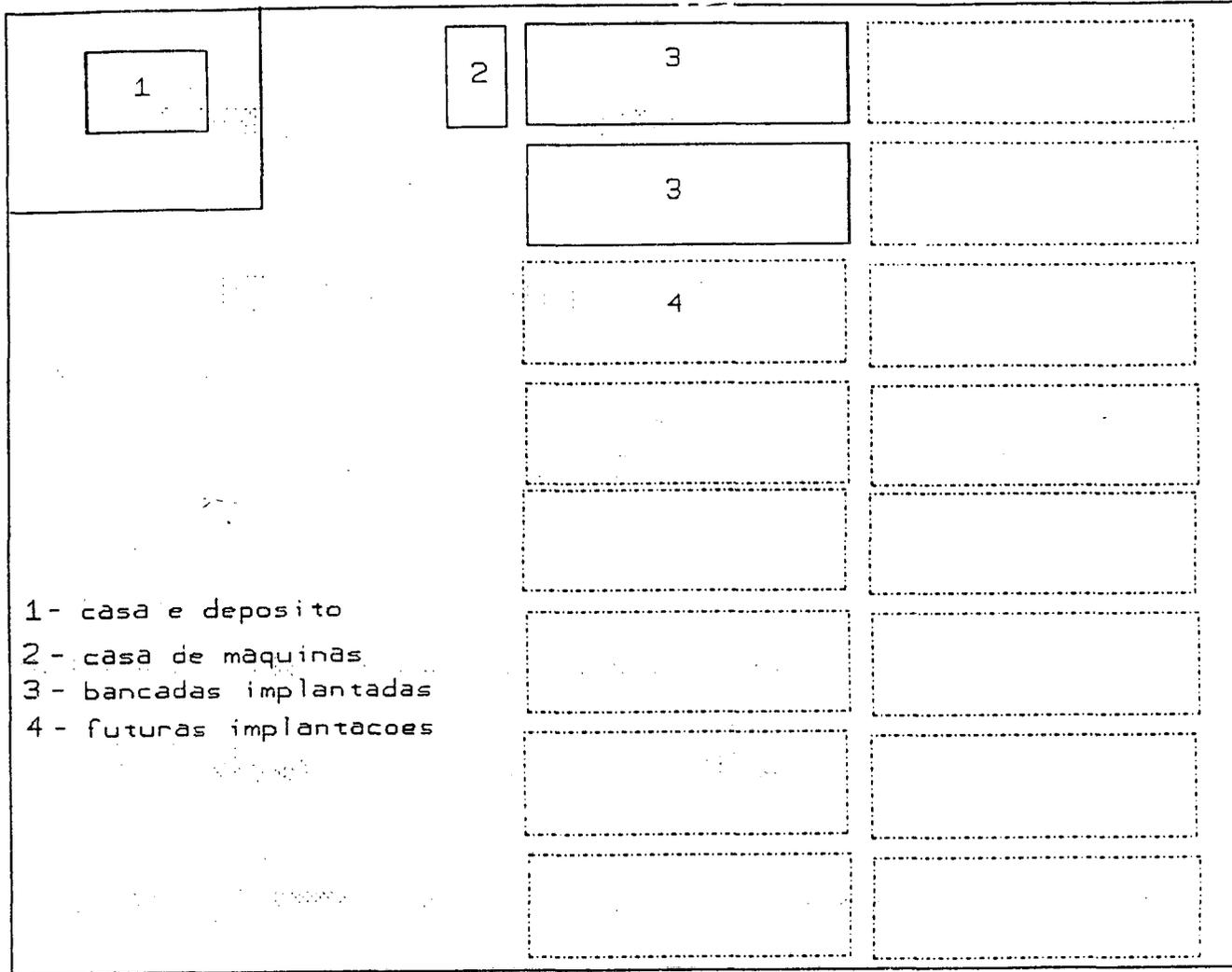
A hidroponia é fascinante, envolvendo todas as disciplinas do curso, e uma área que possui um campo imenso de pesquisa com produtos como alface, tomate, agrião, pepino, flores, bem como formulações e instalações.

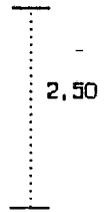
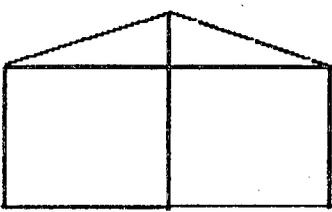
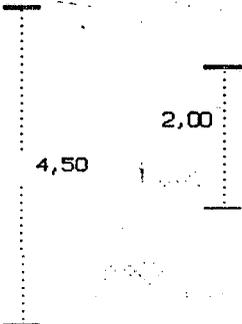
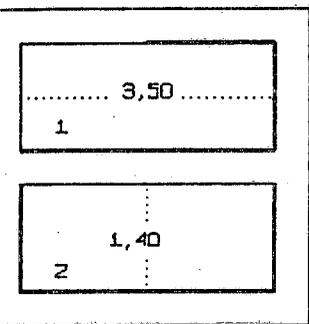
CONCLUSÃO

Através de tudo o que foi apresentado, devemos ter claro que o trabalho cumpriu com os objetivos de compreensão do processo hidropônico no cultivo do alface, na elaboração de projetos hidropônicos como sistema de produção hortícola e capacitação profissional na futura vida de engenheiro agrônomo. Contudo, não queremos limitar apenas aos objetivos, a técnica do sistema NFT utilizada na produção de alface é um processo que causa um menor número de incidências de pragas e doenças, produzindo um produto de melhor qualidade, sua produção de 1000 plantas numa área de 2m x 16m torna o sistema comercialmente viável, se não vejamos nossa produção inicial de 4000 plantas nos dá um rendimento de R\$ 1.600,00 (R\$ 0,40 por unidade), cobrindo 50% dos gastos iniciais do projeto, mas também que a formulação da solução nutritiva utilizada no projeto ainda está em fase de calibração, com bons resultados obtidos até agora.

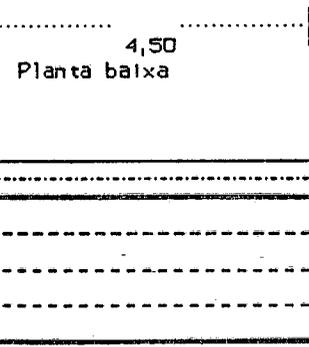
O processo hidropônico envolve muitos conhecimentos, é uma área de grande atuação para os engenheiros agrônomos devido às suas peculiaridades, porém em nenhum momento o profissional necessita de pagamento de franquia para obtenção desta tecnologia, a busca da informação e dos conhecimentos adquiridos durante o curso, capacitam naturalmente o engenheiro agrônomo à elaboração de projetos hidropônicos.

Por último, a área hidroponica tem um campo amplo de produção e pesquisa como por exemplo tomate, alface, agrião, pepino, e flores, abrindo assim novas opções de mercado para os futuros engenheiros agrônomos.

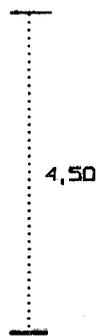
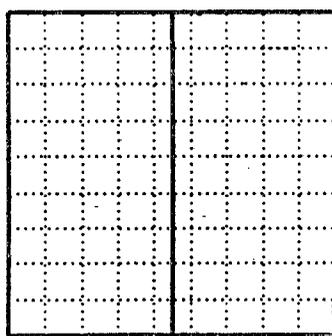




Vista frontal



Vista lateral



Vista superior

LEGENDAS

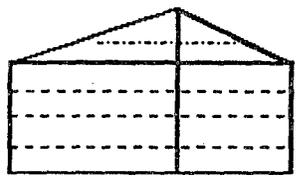
-  Plástico
-  Sombrite
-  Arame
-  Madeira

- 1 Bancada de germinação
- 2 Bancada de crescimento



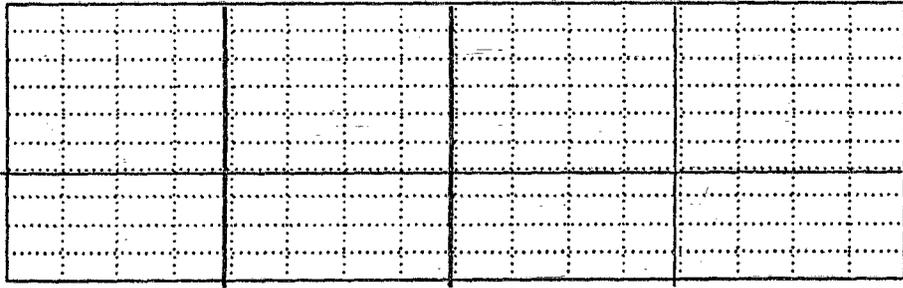
18,00

Vista lateral



5,00

Vista frontal

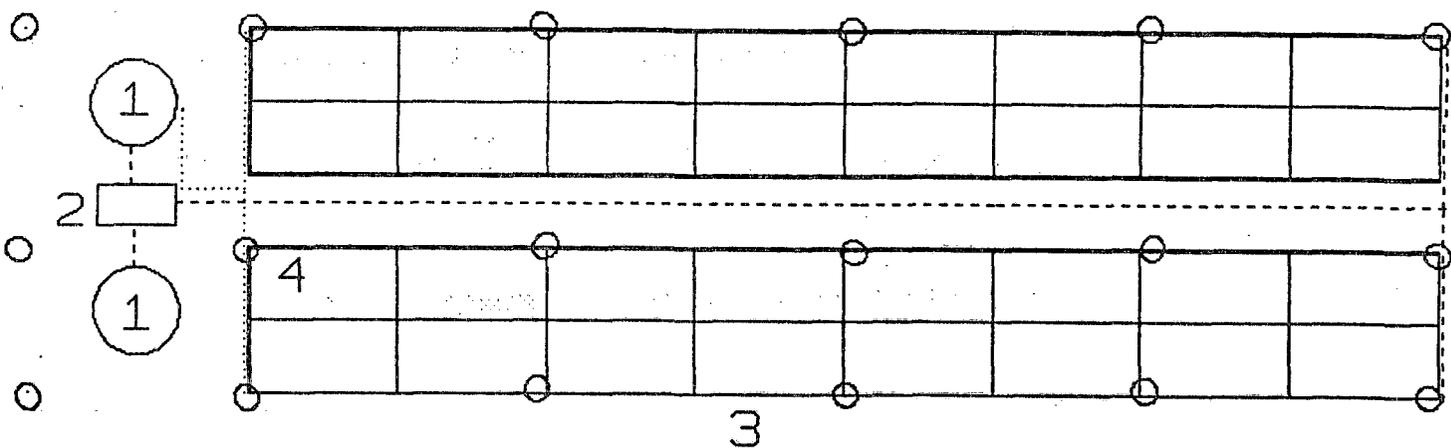


18,00

Vista superior

Legenda

-  Plástico
-  Sombraite
-  Arame
-  Madeira



1 Reservatorio

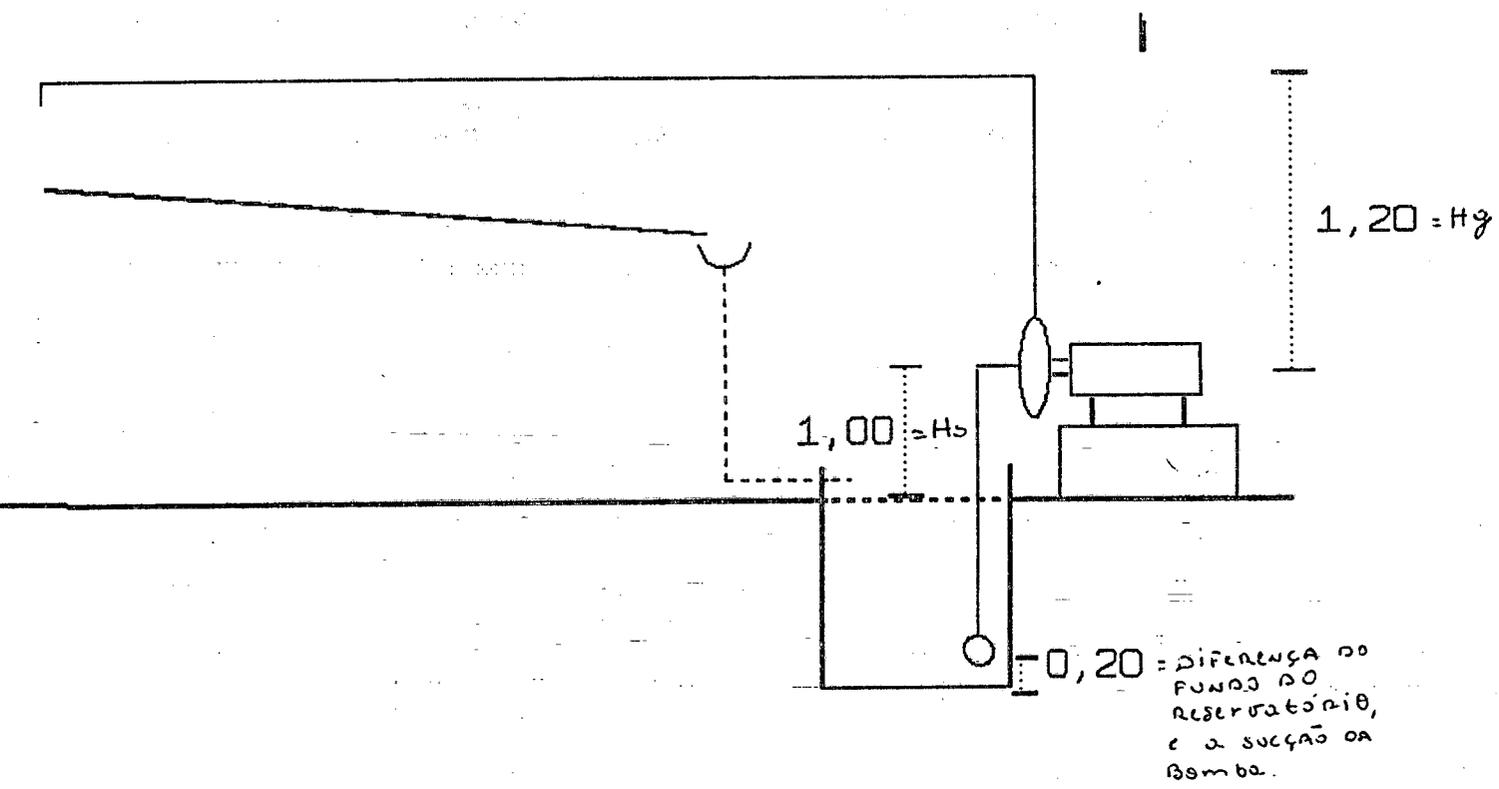
2 Moto-bomba

3 Bancadas

4 Telhas de fibrocimento

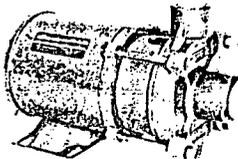
--- Tubulacao de aplicacao

□ Tubulacao de captacao



TABELAS DE RENDIMENTOS E APLICAÇÕES

Série BC - 91

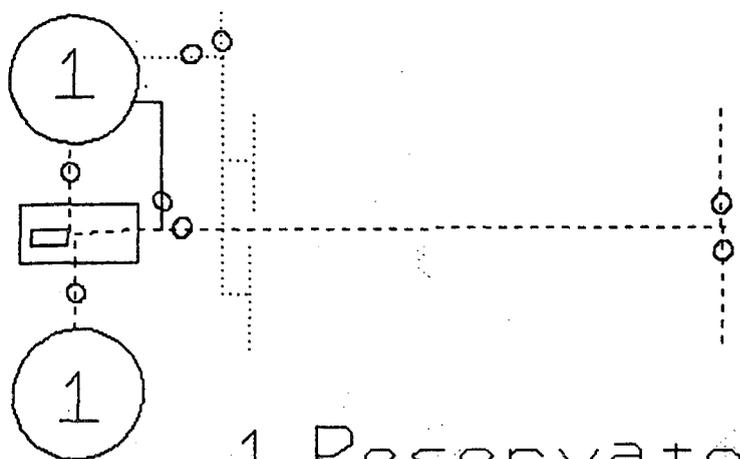


CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E HIDRÁULICAS DAS BOMBAS																
MODELO	Pot. CV	Conexões		Tipo de Bomba	Tensão	Tipo Mecânico	APLICAÇÕES: residências, indústrias, chácaras, prédios.								Pressão Máxima em Sucção (m)	Altura Máxima em Sucção (m)
		Sucção	Recalque				ALTURAS MANOMÉTRICAS DE RECALQUE (m)									
BC - 91 CENTRÍFUGA												13	9			
VAZÕES VÁLIDAS PARA SUÇÃO MANOMÉTRICA DE 0m (l/s)																
		3	6	9	12	15	18	21	24	27						
BC - 91	1/8	3/4	3/4	x	x	x	0.800	5.600	4.900	1.400			13	9		
BC - 91	1/4	3/4	3/4	x	x	x	7.400	6.400	4.950	3.100			15	9		
BC - 91	1/2	3/4	3/4	x	x	x	8.400	7.700	5.450	4.900	2.600			16	9	
BC - 91	1/2	1	3/4	x	x	x	8.700	8.100	7.000	6.100	4.800	3.800	27	9		
BC - 91	3/4	1	1	x	x	x	9.650	9.100	8.300	7.200	6.100	4.800	3.100	25	9	
BC - 91	1	1	1	x	x	x	10.000	9.550	8.850	8.000	7.000	5.900	4.500	2.900	25	9

Motor II Polos 60 Hz - 3450 RPM

Série BC-92 G/H

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E HIDRÁULICAS DAS BOMBAS																
MODELO	Pot. CV	Conexões		Tipo de Bomba	Tensão	Tipo Mecânico	APLICAÇÕES: indústrias, chácaras, prédios, sistemas de refrigeração, combate a incêndios.								Pressão Máxima em Sucção (m)	Altura Máxima em Sucção (m)
		Sucção	Recalque				ALTURAS MANOMÉTRICAS DE RECALQUE (m)									



1 Reservatório

2 Moto-bomba

□ Tubulação de aplicação

▣ Tubulação de circulação

▤ Tubulação de captação

○ Registros

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENOIT, F. & CEUSTERMANS, N. Soilless culture , Vol.5, Nº1.
Bélgica, 1989.
- CASTELLANE, Paulo Donato & ARAÚJO, Jairo A. Campos. Cultivo
sem solo. Jaboticabal-SP: FUNEP, 1994.
- DOUGLAS, James Sholto. Hidroponia: cultura sem terra. São Paulo-SP:
Nobel, 1989.
- FERRI, Mário Guimarães. Fisiologia vegetal. São Paulo-SP: EPU, 1985.
- MALAVOLTA, Eurípedes. Nutrição mineral e adubação de plantas
cultivadas. São Paulo-SP: Pioneira, 1974.
- MANCHETE RURAL, ANO 4, Nº55: Hidropônia. Rio de Janeiro-RJ,
outubro de 1991
- PENNINGSFELD, F. & KURZMANN, P. Cultivos hidropônicos y
en turba. Madrid-Espanha: Ediciones Mundi-prensa, 1975.
- SGANZERLA, Edílio. Nova agricultura: A fascinante arte de cultivar
com plásticos. Porto Alegre-RS: Retroquímica Triunfo, 1986
- ZINK, F. W. & YAMAGUCHI, M.. Studies on the growth rate and nutrient
absorption of head lettuce. IN: A Journal of Agricultural Science
Published by the California Agricultural Experiment Station. Vol 32,
junho, 1962.