

SÉRIE PRODUTOR RURAL
EDIÇÃO ESPECIAL

Série Produtor Rural



CULTIVO HIDROPÔNICO DO MELOEIRO

Renata Nitolo Corrêa dos Santos
Keigo Minami

Universidade de São Paulo/USP
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ESALQ
Divisão de Biblioteca e Documentação/DIBD



ISSN – 1414-4530



Universidade de São Paulo – **USP**

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – **ESALQ**

Divisão de Biblioteca e Documentação – **DIBD**

Renata Nitolo Corrêa dos Santos
Keigo Minami

CULTIVO HIDROPÔNICO DO MELOEIRO

Série Produtor Rural

Edição Especial

Piracicaba

2002

Série Produtor Rural

Edição Especial

Divisão de Biblioteca e Documentação – DIBD

Av. Pádua Dias, 11 – Caixa Postal, 9
13418-900 Piracicaba – SP
e-mail: biblio@esalq.usp.br
<http://dibd.esalq.usp.br>

Revisão e Edição:

Eliana Maria Garcia

Editoração Eletrônica:

Serviço de Produções Gráficas – USP/ESALQ

Tiragem:

300 exemplares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) **Divisão de Biblioteca e Documentação – ESALQ/USP**

Santos, Renata Nitolo Corrêa dos

Cultivo hidropônico do meloeiro / Renata Nitolo Corrêa dos Santos e Keigo Minami.

- - Piracicaba : ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 2002.

38 p. - - (Série Produtor Rural, Edição Especial)

Bibliografia.

1. Hidroponia 2. Melão I. Minami, K. II. Título III. Série

CDD 635.61

Renata Nitolo Corrêa dos Santos ¹
Keigo Minami ²

¹ Mestre em Fitotecnia

² Prof. Titular - Departamento de Produção Vegetal - ESALQ/USP

CULTIVO HIDROPÔNICO DO MELOEIRO

Série Produtor Rural
Edição Especial

Piracicaba
2002

SUMÁRIO

Página

1 INTRODUÇÃO	07
2 HIDROPONIA	08
2.1 Conceito e histórico	08
2.2 Vantagens e desvantagens	09
3 SISTEMAS DE CULTIVO FORA DO SOLO	10
4 TÉCNICA DO FLUXO LAMINAR DE NUTRIENTES (NFT)	11
4.1 Conceito e histórico	11
4.2 Composição do sistema	12
4.3 Vantagens e desvantagens	13
5 NUTRIÇÃO MINERAL E COMPOSIÇÃO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA	14
5.1 Distribuição dos nutrientes	14
5.2 Solução nutritiva para o meloeiro	15
6 SOLUÇÃO NUTRITIVA	16
6.1 Composição	16
6.2 Preparo	18
6.3 pH	21
6.4 Condutividade elétrica (EC), reposição e troca	22
7 PRODUÇÃO DE MUDAS EM NFT	24
7.1 O ambiente protegido e os perfis	24
7.2 Critério para a escolha do híbrido	25
7.3 Semeadura	26
7.4 Transplante intermediário e condução	27
8 MANEJO DA CULTURA	29
8.1 Transplante definitivo	29
8.2 Polinização das flores	31
8.3 Desenvolvimento dos frutos	32
8.4 Tratos culturais	34
8.5 Colheita	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 INTRODUÇÃO

O melão era considerado até alguns anos atrás um artigo de luxo, já que o consumo era suprido, em sua maior parte, com melão importado da Europa. No entanto, o processo inverteu-se e o Brasil passou de importador a exportador dessa hortaliça graças, principalmente, às condições climáticas favoráveis existentes na região Nordeste do país.

A produção brasileira de melão, em 1999, foi da ordem de 173.866 milhões de frutos, sendo que somente a região Nordeste participou com 164.411 milhões de frutos, enquanto que as regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste juntas participaram com apenas 9.021 milhões de frutos (FNP, 2002).

O melão é um fruto de boa aceitação para a exportação, porém, na produção de 1997 apenas 25% foi exportado (Marino et al., 2001). Do melão produzido no Estado do Rio Grande do Norte, mais de 60%, destina-se ao mercado interno (Souza, 1994). Na verdade, a maior parte da produção é comercializada internamente, e o grande centro consumidor desta hortaliça é a região Sudeste, principalmente o Estado de São Paulo.

Na região Sudeste, a cultura tem sido pouco explorada. A principal razão é a ocorrência de chuvas no período quente do ano, época considerada mais propícia para o cultivo, levando à incidência de doenças e depreciando a qualidade do produto.

O ambiente protegido possibilita o cultivo do melão em diferentes épocas do ano (Brandão Filho & Vasconcellos, 1998 e Pereira & Marchi, 2000). Isto é possível devido ao fato de se ter um relativo controle sobre os fatores climáticos prejudiciais à cultura, tais como, o vento, geadas, granizo e o excesso de chuvas.

O clima quente e seco favorece o meloeiro, a produtividade e também a qualidade dos frutos, contribuindo para elevar o teor de açúcares, tornando o sabor e o aroma mais ricos e melhorando a consistência e a durabilidade. Em regiões úmidas, com pouca insolação e baixa temperatura, os frutos não amadurecem adequadamente e perdem muito em qualidade. Devido a estes fatores, o melão na região Sudeste deve ser cultivado em ambiente protegido.

Uma opção para o Estado de São Paulo é o plantio em ambiente protegido de melões nobres, pois, estes não possuem concorrentes no mercado nacional. Já que em função da necessidade de resistência ao transporte a longas distâncias e ao armazenamento precário, o cultivo do melão na região Nordeste ficou restrito ao tipo amarelo Valenciano, de origem espanhola. Os melões nobres ainda apresentam ótima qualidade quanto ao sabor, aroma e textura.

A plasticultura e hidroponia são duas tecnologias de destaque na diversificação de produção de hortaliças (Junqueira, 1999). Talvez, na região Sudeste, em áreas próximas de grandes centros populacionais, exigentes em produtos diferenciados e de boa qualidade, o cultivo de melão nobre em sistema hidropônico seja uma alternativa viável. Isso porque a tendência é do mercado consumidor buscar a produção de alimentos com melhores características sensoriais, produtos diferenciados e com menores cargas de agroquímicos.

O cultivo de melão nobre em hidroponia aponta perspectivas para a exploração comercial, tais como: a exploração de pequenas áreas próximas aos grandes centros urbanos, é cultura de ciclo curto, sem concorrente no mercado, é um produto diferenciado, apresentando maior valor agregado e boa cotação de preço, além de atender aos consumidores de maior poder aquisitivo.

2 HIDROPONIA

2.1 Conceito e histórico

O termo hidroponia foi proposto, por volta de 1930, pelo norte-americano William F. Gericke, para designar o cultivo de plantas em meio líquido. O termo hidroponia deriva de duas palavras de origem grega: *hydro*, que significa água e *ponos*, que significa trabalho.

O cultivo de plantas sem solo foi desenvolvido a partir de descobertas realizadas com a finalidade de determinar-se as substâncias responsáveis pelo desenvolvimento e constituição das plantas. Ainda de acordo com o autor, o primeiro estudo científico sobre a composição das plantas data do ano de 1600, quando o belga Jan van Helmont, em sua clássica experiência, concluiu que as plantas obtêm da água substâncias para seu crescimento. Em 1699, o inglês John Woodward cultivou plantas em água com diversos tipos de solo, observou melhor desenvolvimento nos tratamentos com maior quantidade de solo e concluiu que a planta não era composta apenas por água, mas também de substâncias do solo que eram dissolvidas na água.

Em 1804, De Saussure estabeleceu que as plantas são compostas por elementos químicos obtidos da água, solo e ar. Este princípio foi comprovado em 1851, pelo químico francês Boussingault em seus ensaios com plantas desenvolvidas em areia, quartzo e carvão vegetal, concluindo que a água fornece H, o ar C e O₂ e o solo fornece os minerais indispensáveis à vida da planta. Mas, foi durante o período de 1850 a 1855 que quase todos os elementos minerais essenciais ao desenvolvimento das plantas foram descobertos, utilizando-se alguma forma de cultivo sem solo. Os alemães Julius von Sachs (1860) e W. Knop (1861) cultivaram pela primeira vez plantas em solução nutritiva, dispensando qualquer meio sólido para o crescimento das plantas. A partir de então, essa técnica passou a ser usada em pesquisas sobre nutrição mineral de plantas utilizando-se soluções aquosas contendo N, P, S, K, Ca e Mg; atualmente denominados macronutrientes. Com posteriores avanços na Química e técnicas laboratoriais, foram descobertos os micronutrientes (Fe, Cl, Mn, B, Zn, Cu e Mo). Conseqüentemente, muitas formulações foram desenvolvidas, algumas delas como a de Hoagland e Arnon, 1950, usadas até hoje.

Em 1925, o interesse pelo cultivo comercial em solução foi despertado, porém na década de 30, foi aos poucos abandonado, em razão do sensacionalismo com que as técnicas de cultivo em solução foram apresentadas e da venda de equipamentos inadequados ao cultivo. No início dos anos 30, W. F. Gericke realizou ensaios de nutrição

em escala comercial, denominando hidroponia. Mas, foi durante a 2ª Guerra Mundial que o cultivo hidropônico de Gericke recebeu grande impulso, demonstrando sua utilidade na produção de hortaliças para as tropas americanas estacionadas nas ilhas incultiváveis do Pacífico (ilhas rochosas). Os soldados americanos sentiam repulsa frente a idéia de consumir hortaliças cultivadas em terrenos fertilizados com material humano, o qual constitui uma prática milenar na agricultura do Japão e da China.

O crescimento do cultivo protegido tem sido um estímulo adicional ao desenvolvimento da hidroponia. O uso da plasticultura reduziu muito o custo. O desenvolvimento de bombas, perfis, tubos, registros e outros equipamentos possibilitaram automatizar os cultivos hidropônicos, contribuindo também para a redução dos custos operacionais.

Atualmente os sistemas hidropônicos são muito utilizados em países desenvolvidos, principalmente em razão dos problemas de inverno rigoroso (Holanda, USA e França); das limitações de área (Japão); da escassez hídrica (Israel). Tem sido utilizado também para resolver problemas específicos, como por exemplo, o clima de monções na Malásia; regiões áridas do México, USA e Oriente Médio; em áreas costeiras ou onde o solo é pouco fértil e até mesmo onde a topografia é inadequada.

2.2 Vantagens e desvantagens

São inúmeras as vantagens em se cultivar por hidroponia, entre as quais destacam-se:

1. Produção de melhor qualidade - o tamanho e a aparência de qualquer produto hidropônico são sempre iguais durante o ano todo; hortaliças folhosas, são viçosas e com todas as folhas aproveitáveis;
2. Emprego de mão-de-obra é menor - diversas práticas agrícolas, como aração, gradagem, capinas não são necessárias e outras, como irrigação e adubação são automatizadas na maioria das vezes;
3. Mínimo uso de fungicidas e inseticidas - como não se emprega o solo e o plantio é em meio limpo, a ocorrência de pragas e doenças é muito menor;
4. Menor probabilidade de ocorrência de doenças de raízes – as condições da solução nutritiva e substrato são menos favoráveis ao crescimento de fungos e bactérias patogênicas do que em solo. A multiplicação de nematóides em solução nutritiva, é dificultada;
5. Colheita precoce - é oferecido às plantas boas condições para o desenvolvimento, suas raízes não empregam demasiada energia para crescer;
6. Não é necessário à rotação de cultura, e o meio de crescimento pode ser reutilizado continuamente, durante até cinco ou mais anos (dependendo do meio); além disso, as plantas são uniformes quanto ao desenvolvimento;

7. Menor consumo de água e adubo - o aproveitamento dos insumos em questão é mais racional, proporcionando economia se comparado ao sistema convencional de cultivo;
8. Melhor possibilidade de colocação do produto no mercado - como o produto é de melhor qualidade e aparência, tamanho maior, sendo um produto diferenciado, deve-se obter, pelo menos teoricamente, melhor preço e a comercialização ser mais fácil;
9. Utilização racional de áreas - é uma opção para áreas incultiváveis pelo sistema tradicional e para o emprego de pequenas áreas.

Principais desvantagens do cultivo hidropônico:

1. Dependência de eletricidade nos sistemas automáticos - de acordo com o tipo da instalação, a falta de energia por cerca de duas horas fará com que ocorra morte das plantas pela falta de água. Pode-se acrescentar o custo da energia;
2. Alto custo da instalação comercial;
3. Quando todas as plantas de uma bancada são expostas à mesma solução nutritiva, uma raiz doente, que permaneça no sistema, pode contaminar todas as plantas;
4. Emprego de inseticidas e fungicidas - problemas com pragas e doenças ocorrem, embora em menor grau em comparação ao sistema convencional. Entretanto, a decisão quanto ao uso de inseticidas e fungicidas é sempre difícil, pois acarreta na perda de um dos atrativos de comercialização. Deve-se buscar alternativas menos agressivas à saúde e ao meio ambiente;
5. O balanço inadequado da solução nutritiva e a sua posterior utilização podem causar sérios problemas às plantas;
6. Necessidade de mão-de-obra especializada – é imprescindível certo conhecimento de fisiologia de planta e, muitas vezes, de química;
7. Atividades rotineiras - o que pode levar a negligência.

3 SISTEMAS DE CULTIVO FORA DO SOLO

Em função da classificação adotada em 1976 no INTERNATIONAL CONGRESS OF SOILLESS CULTURE, a hidroponia é classificada como cultura em água, onde as raízes das plantas são imersas na solução nutritiva: Deep Film Technique (DFT), Nutrient Film Technique (NFT) e Aeroponia. Então somente o cultivo em água (solução nutritiva) seria considerado hidroponia e os outros métodos de cultivo sem a utilização do solo, porém, com algum meio de cultivo (substrato), seriam denominados de cultivo sem solo.

No cultivo sem solo, podem ser utilizados substratos sólidos, diferentes do solo, inorgânicos, orgânicos, inertes ou não, ou ainda, misturas entre eles. No caso da hidroponia,

as raízes ficam em meio líquido (solução nutritiva), permanentemente ou temporariamente. Já na aeroponia, elas ficam suspensas, sendo a solução nutritiva nebulizada sobre elas.

Stoughton (1969) comenta que o uso generalizado do termo “hidropônico” para todos os métodos de cultivo sem solo é errôneo, mas o termo ficou tão generalizado que atualmente é impossível substituí-lo do uso comum. O termo hidropônico deveria ser restrito apenas ao cultivo onde as raízes são em parte, ou completamente submersas em solução nutritiva.

Na hidroponia o cultivo pode ser realizado das seguintes formas:

- Nutrient film technique (NFT) ou técnica de fluxo laminar de nutrientes: a solução nutritiva é bombeada aos canais que apresentam certa declividade e escoam por gravidade formando uma fina lâmina de solução que irriga as raízes. A solução circula por meio de um sistema de entrada e drenagem;
- Deep film technique ou floating (DFT): a solução nutritiva forma uma lâmina profunda (5 a 20 cm) na qual as raízes ficam submersas. Não existem canais, e sim uma mesa com declividade de 2% em que a solução circula por meio de um sistema de entrada e drenagem;
- Aeropônia: as raízes estão submersas dentro de uma câmara completamente escura, na qual é nebulizada a solução nutritiva de forma a manter 100% UR por toda a câmara. A solução circula por meio de um sistema de nebulização e drenagem na câmara.

4 TÉCNICA DO FLUXO LAMINAR DE NUTRIENTES (NFT)

4.1 Conceito e histórico

Allen Cooper, na década de 70, introduziu na Inglaterra a técnica do NFT, fazendo com que o cultivo hidropônico comercial se tornasse uma realidade. No cultivo em água, maior ênfase tem sido dada ao NFT, pois, é o mais utilizado.

O NFT é composto basicamente por um tanque de solução nutritiva, de um sistema de bombeamento, dos canais de cultivo e de um sistema de retorno ao tanque de solução. A solução nutritiva é bombeada aos canais e escoam por gravidade formando uma fina lâmina de solução que irriga as raízes. O sistema é fechado, pois, a solução nutritiva flui do reservatório para os canais e deste, retorna novamente ao reservatório. A circulação da solução pode ser contínua ou intermitente. Os canais apresentam declive entre 1 a 3% para escoar a solução nutritiva.

As plantas desenvolvem seu sistema radicular de modo que 2/3 deste deva permanecer parcialmente submerso, retirando os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento e o 1/3 restante deve desenvolver-se ao ar livre, absorvendo O_2 . As raízes crescem rapidamente e se estendem por toda a superfície inferior dos canais, seguindo o fluxo da solução nutritiva. Formando, assim, uma capa contínua e espessa no fundo dos canais, que servirá como suporte para as plantas conforme vão se desenvolvendo.

O filme de solução nutritiva não deverá nunca elevar-se acima da massa radicular. Assegurando que todas as raízes estejam úmidas, porém que sua parte superior esteja em contato com o ar mesmo no final do canal para não ocorrer redução na oxigenação. Em condições que ocorre saturação de água no sistema radicular e, conseqüentemente, redução do oxigênio, ocorrerá desenvolvimento de microorganismos próprios de condições anaeróbicas, podendo resultar em ataque às raízes, causando clorose generalizada da planta com posterior morte.

4.2 Composição do sistema

Os canais de cultivo (perfis) são determinantes para o sucesso do NFT. A conformação do canal, sua profundidade e largura influem na qualidade do produto final e diversos são os tipos de canais que podem ser utilizados.

O comprimento dos perfis não deve exceder a 30m, evitando, assim, o aumento de temperatura, redução na oxigenação e concentração de sais da solução ao longo do canal de cultivo, pois, a EC do ambiente radicular é maior do que a EC da solução nutritiva. Quando possível a solução pode ser introduzida em vários pontos ao longo do canal de cultivo.

A solução nutritiva deve fluir nos perfis de 0,5-1,0; 1,5-2,0 e 2,0-4,0 L/min/canal, para mudas, plantas de ciclo curto e plantas de ciclo longo, respectivamente. O tempo de irrigação varia muito dependendo da região, época do ano, cultivar, tipo de bancada e desenvolvimento da planta. Em geral, durante o verão permanece mais tempo irrigando em relação ao inverno e durante a noite permanece menos tempo irrigando que durante o dia.

O material utilizado preferencialmente para os perfis e tanque de solução deve ser inerte, desta forma, o mais indicado é o uso de polipropileno, PVC e fibra de vidro. Quando o material constituinte dos perfis ou tanque de solução não for inerte, é necessária a impermeabilização interna com filme de polipropileno ou material inerte. Por ser a solução nutritiva corrosiva, ela poderá ser contaminada por componentes químicos presentes na constituição dos materiais não inertes (ferro galvanizado e metais leves), tais como Zn e Cu, alcançando níveis tóxicos para as plantas.

Os perfis podem ser confeccionados através de telhas de fibrocimento ou filme plástico. A grande limitação é o espaçamento das linhas de cultivo que sempre obedecerão à múltiplos da largura da onda da telha. Outra opção é confeccionar perfis com plástico dupla face (preto e branco) sobre o solo, com declive de 2%, a face branca fica para fora, enquanto que, a preta fica do lado interno do canal de fundo chato e formato triangular. Os perfis de polipropileno são de uso recente, apresentam formato semicircular e são comercializados em tamanhos definidos pelo diâmetro em: pequeno (50 mm), médio (100 mm) e grande (160 mm), já contendo furos para a colocação das mudas no espaçamento escolhido. Apresentam coloração interna preta e externa branca. Por ser o polipropileno inerte, dispensam revestimento interno, são mais fáceis de emendar, pois, já vêm com encaixes.

Os canais confeccionados por tubos de PVC e fibrocimento necessitam de cobertura. Esta cobertura tem a finalidade de sustentar a planta, bloquear os raios solares, prevenir contaminação externa e a evaporação da solução. A evaporação da água da solução nutritiva altera a concentração da solução e, conseqüentemente, aumenta sua pressão osmótica. A incidência de luz na solução permite o aparecimento de algas, as quais competem com as plantas na absorção e utilização de nutrientes. Em cultivos comerciais, placas de isopor têm sido utilizadas com essas quatro finalidades, além de isolante térmico, evitando o aquecimento da solução. O filme plástico dupla face vem sendo utilizado em vista à substituição do isopor, que além de se quebrar com relativa facilidade também libera, durante sua degradação, um resíduo que contém CFC (cloro flúor carbono), nocivo à camada de ozônio.

O tanque de solução nutritiva como as tubulações de abastecimento e drenagem devem ser enterrados para impedir o aquecimento da solução. O tanque, além de ser bem vedado para evitar a formação de algas e entrada de pequenos animais, deve também ser instalado abaixo do nível da tubulação de abastecimento e drenagem, facilitando o retorno da solução nutritiva por gravidade. A entrada da solução nutritiva no reservatório por queda livre tem a finalidade de aumentar sua aeração. No uso de tanques de alvenaria ou fibrocimento é imprescindível a impermeabilização com tinta betuminosa ou filme plástico preto, por ser a solução nutritiva corrosiva, ela poderá ser contaminada por componentes químicos presentes na constituição destes materiais.

4.3 Vantagens e desvantagens

As principais vantagens do NFT são:

1. Ausência de substrato, pois as plantas ficam diretamente depositadas nos canais de cultivo;
2. Facilidade pela qual a composição da solução nutritiva pode ser facilmente modificada durante o ciclo da cultura, de forma a ajustá-la às necessidades das plantas;
3. Não necessita de aeração suplementar, pois, a circulação da solução promove aeração suficiente para a maioria das culturas;
4. Possibilidade de instalação dos canais nas mais variadas formas, permitindo uma melhor utilização do espaço e facilidade na instalação;
5. Minimização do desperdício de fertilizantes e poluição ambiental, pois, o NFT utiliza sistema fechado de circulação da solução nutritiva;
6. Possibilidade de elevar a temperatura das raízes (em regiões frias) sempre que necessário, simplesmente, através da solução nutritiva.

As principais desvantagens são as seguintes:

1. Ocorrência de interrupção temporária no fornecimento da solução nutritiva, caso ocorra qualquer avaria no sistema elétrico ou no conjunto moto-bomba;
2. A inércia do sistema é quase nula, conseqüentemente o trabalhador deve estar

- preparado para tomar decisões rápidas, a fim de resolver problemas eventuais ao nível da composição da solução, como da sua distribuição às plantas;
3. Necessidade de conhecimento técnico, pois, o manejo das culturas, em NFT, exige conhecimento básico de fisiologia vegetal e também sobre o preparo e manejo das soluções nutritivas;
 4. Quando os cultivos são realizados em ambiente sem o controle da temperatura do ar, fortes variações térmicas ocorrem na solução nutritiva podendo atingir níveis prejudiciais ao crescimento das plantas. O problema é mais sério nos períodos quentes do ano, pois, as canalizações podem funcionar como coletores solares da solução nutritiva atingindo temperaturas consideradas limitantes à atividade das raízes.

5 NUTRIÇÃO MINERAL E COMPOSIÇÃO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

5.1 Distribuição dos nutrientes

Se houver falta ou excesso de um dado nutriente, isto será traduzido em anormalidades visíveis as quais são típicas. O motivo pelo qual o sintoma é típico do nutriente deve-se ao fato de que um dado nutriente exerce sempre as mesmas funções em qualquer espécie de planta. Deve-se ter em mente que antes de aparecer o sintoma de deficiência o crescimento e a produção já poderão estar comprometidos: é o que chamamos de fome escondida. Havendo deficiência ou excesso, o sintoma geralmente aparece em grandes áreas e não em uma ou outra planta ou em reboleira, além disso, deve existir uma simetria, ou seja, as duas folhas de um par de folhas sucessivas devem apresentar o sintoma típico.

Os elementos têm diferentes graus de mobilidade, uns se redistribuem mais, outros menos e outros praticamente nada. Isto faz com que o sintoma apareça em áreas diferentes. O sintoma de um nutriente de fácil redistribuição aparece em primeiro lugar nas folhas mais velhas (parte baixa da planta) se houver deficiência, já os nutrientes de redistribuição menor causam sintomas de carência nas folhas novas (topo da planta) em primeiro lugar; em qualquer caso há sempre um gradiente na intensidade do sintoma de deficiência. Em relação ao gradiente, nos nutrientes móveis, os sintomas são mais intensos quanto mais velha for a folha, enquanto nos nutrientes pouco ou nada móveis os sintomas são mais acentuados quanto mais nova for a folha.

A redistribuição é o movimento de nutrientes de um local de residência (órgão) para outro, por exemplo, de uma folha velha para outra nova, de um órgão de reserva para o fruto. A redistribuição dá-se predominantemente pelo floema e os nutrientes podem apresentar mobilidade muito diferente, ou seja: nutrientes móveis (N, P, K, Mg, Cl e Mo), nutrientes pouco móveis (S, Cu, Fé, Mn e Zn) e nutrientes imóveis (Ca e B). Ocorrendo alteração no suprimento normal do nutriente, resumidamente, os sintomas aparecem da seguinte forma:

- elementos móveis: folhas mais velhas, ou seja, na área da base da planta.
- elementos pouco móveis ou imóveis: folhas e órgãos mais novos, área terminal da planta.

É interessante lembrar que a cultura exige os suprimentos contínuos dos nutrientes pouco móveis e imóveis, pois, havendo diminuição ou interrupção no suprimento, não haverá mobilidade suficiente do nutriente para socorrer os órgãos mais novos.

5.2 Solução nutritiva para o meloeiro

São expostas abaixo algumas soluções nutritivas para o cultivo do meloeiro, porém, para cada híbrido possivelmente exista uma solução nutritiva mais adequada as suas necessidades. Isto foi verificado por Santos (2002) que, avaliando a relação K:N e dois híbridos, obteve maior conteúdo de sólidos solúveis, peso, comprimento, diâmetro e espessura da polpa para o híbrido Orange Flesh na solução com maior relação K:N, enquanto para o híbrido Galileo não houve efeito, ou seja, apresentou comportamento semelhante entre as duas relações estudadas. Então, o melhor a ser feito é testar a solução desejada para o híbrido a ser utilizado e somente após o teste iniciar a produção intensiva.

Tabela 1. Concentrações de nutrientes recomendadas por diversos autores para o cultivo hidropônico do meloeiro

N-NO ₃	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg	S-SO ₄	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Referência
g/1000L													
198	25,2	32	217,5	157,5	36	48	0,2	0,01	2,0	0,2	0,005	0,02	1
170	-	39	225	153	24	32	0,3	0,05	2,0	0,6	0,05	0,3	2
200	-	50	680	180	30	-	0,5	0,2	6,0	0,5	0,2	0,2	3
130	-	40	400	70	30	-	0,5	0,2	6,0	0,5	0,2	0,2	3
170	-	39	450	153	24	102	0,3	0,05	2,0	0,6	0,05	0,3	4
140	-	40	165	150	133	100	0,3	0,05	2,2	0,6	0,05	0,3	5

Fonte: adaptado Furlani et al. 1999

1 - Sasaki (1992); 2 - Castellane & Araújo (1994); 3 - Pardossi et al. (1994); 4 - Santos (2002); 5 - Purquerio et al. (2002).

Na Tabela 2 são observados os adubos usados como fontes de macronutrientes e na Tabela 3 os micronutrientes para a formulação das soluções nutritivas utilizadas por Santos (2002).

Santos (2002), em sua pesquisa, utilizou a solução de Castellane & Araujo (1994) até o início da frutificação e então passou a fornecer sua solução até o fim do ciclo. Mas, nada impede da solução ser fornecida desde o início do cultivo.

Tabela 2. Adubo utilizado e solução nutritiva final utilizada.

Solução de Castellane & Atraujo (1994)		Solução de Santos (2002)	
Adubo utilizado	Solução final (g/1000L)	Adubo utilizado	Solução final (g/1000L)
Nitrato de Ca	805,0	Nitrato de Ca	805,0
Nitrato de K	334,8	Nitrato de K	334,8
Fosfato de K	175,4	Fosfato de K	175,4
Sulfato de K	118,6	Sulfato de K	389,7
Sulfato de Mg	252,6	Sulfato de Mg	252,6
		Cloreto de K	224,1

Fonte: Santos (2002)

Tabela 3. Concentração de micronutrientes recomendada, adubo utilizado e solução final utilizada.

Nutriente	Concentração (ppm)	Adubo utilizado	Solução final (g/1000L)
Fe	2,2	Fe-EDTA	36,70
Mn	0,6	Sulfato de Mn	2,00
Zn	0,3	Sulfato de Zn	1,40
Cu	0,03	Sulfato de Cu	0,20
B	0,2	Ácido Bórico	1,80
Mo	0,05	Molibdato de Na	0,12

Fonte: Santos (2002)

6 SOLUÇÃO NUTRITIVA

6.1 Composição

As plantas, dentro de limites, retiram do meio seletivamente os nutrientes de que necessitam para um desenvolvimento adequado, a concentração de nutrientes na matéria seca de plantas bem nutridas e com boa performance pode servir como ponto de partida para formular uma solução nutritiva para o seu cultivo. Devendo-se manter a proporção dos nutrientes da solução nutritiva igual a encontrada na matéria seca da planta.

Ao formular uma solução nutritiva, a proporção de nutrientes presentes no tecido vegetal é a mais utilizada em detrimento da proporção de nutrientes presentes no solo, pois, aquela representa o que a planta conseguiu absorver, e não o que ela tinha à sua disposição no meio nutritivo.

No cultivo hidropônico tenta-se reproduzir as condições existentes no solo e essenciais ao desenvolvimento das plantas. No entanto, se comparar as concentrações de nutrientes presentes na solução do solo e nas soluções nutritivas, observa-se grandes diferenças. As maiores diferenças dizem respeito à concentração de P, sendo 125 a 675 vezes superiores na solução do solo, seguida da de K (49 a 126 vezes superior) e, por fim, de N (16 a 56 vezes superior). Para os demais nutrientes, as diferenças são de menor magnitude. Essas diferenças devem-se ao fato do solo apresentar a capacidade de repor nutrientes continuamente para a solução do solo, à medida que são absorvidos pelas raízes.

Plantas cultivadas em NFT podem utilizar concentrações de nutrientes muito abaixo daquela tradicionalmente difundida para o cultivo em substratos sólidos. Isso se deve à eficiência da absorção por fluxo de massa, não havendo limitações por difusão, e assim, o monitoramento de nutrientes não é impedido, como ocorre em substratos convencionais.

A absorção de nutrientes é geralmente proporcional à quantidade de nutrientes disponível para as raízes. No solo, isso pode ser limitado pelo teor de umidade e pH, com efeito, na solubilidade de muitos nutrientes. Em substrato sólido inerte, a concentração de nutrientes aplicada na solução cai progressivamente entre as irrigações. Em hidroponia com recirculação da solução nutritiva, não há esgotamento local ao redor da superfície das raízes como em solo ou em substratos. Portanto, não há restrição na absorção de nutrientes, e o crescimento ótimo pode ser alcançado mais facilmente. Deve-se enfatizar também as relações entre os nutrientes, pois, essa é uma indicação da relação de extração do meio de crescimento. As quantidades totais absorvidas apresentam importância secundária, uma vez que na hidroponia procura-se manter relativamente constante a concentração dos nutrientes na solução nutritiva.

Não é possível fornecer de uma só vez todos os nutrientes, nas quantidades requeridas pela planta, em todo o seu ciclo; uma vez que isso resultaria em concentrações salinas que certamente danificariam as raízes das plantas.

Concentrações bastante elevadas de nutrientes são geralmente usadas no NFT para promover uma considerável reserva de nutrientes dentro do sistema, porém, são de menor interesse prático, a não ser, que a solução nutritiva necessite de menor frequência de manutenção, podendo ser útil em sistemas pequenos com controle manual dos níveis de nutrientes.

As plantas absorvem os nutrientes em estado iônico, pois, cada sal inorgânico, na solução separa-se em duas ou mais partes eletricamente carregadas (cátion e ânion), e são assim absorvidos. Mas, do ponto de vista da planta, o resultado da mistura de nitrato de K e sulfato de amônia é exatamente equivalente à mistura de nitrato de amônia e sulfato de K. Portanto, a escolha de sais fertilizantes é importante, pois, algumas misturas podem promover acúmulo de nutrientes em concentrações elevadas e perigosas, devido a desigual taxa de absorção dos diferentes íons na solução nutritiva.

Com frequência, busca-se uma formulação ideal, porém, as formulações dependem de diversas variáveis que não são controláveis. Desta forma, a solução nutritiva em uso deve ser freqüentemente reajustada. Uma formulação ótima depende das seguintes

variáveis: espécie e variedade; estado de desenvolvimento da planta; parte da planta a ser colhida (raiz, folha, fruto e talo); estação do ano - duração do dia; clima - temperatura, intensidade de luz, hora e luminosidade do sol.

Para o preparo da solução nutritiva podem ser utilizados sais puros ou adubos, observando o custo, pureza e solubilidade das várias fontes disponíveis no mercado. Importância que deve ser dada às impurezas (material inerte) presentes nos fertilizantes, no momento dos cálculos das necessidades do nutriente para a formulação da solução nutritiva. Os diferentes sais fertilizantes que podem ser utilizados na solução nutritiva apresentam diferente solubilidade. A solubilidade é a medida de concentração do sal que permanece na solução quando dissolvido em água. Assim, um sal apresenta baixa solubilidade, somente se uma pequena quantidade deste estiver dissolvido em água. Nos cultivos hidropônicos, os sais fertilizantes devem apresentar alta solubilidade, pois, devem permanecer na solução para serem absorvidos pelas plantas.

Muitas vezes, para fornecer um mesmo nutriente, será necessário utilizar mais de uma fonte de fertilizante. Isto ocorre pelo fato de muitas destas fontes fornecerem mais de um nutriente e uma vez fornecida a quantidade total de um deles, determinada fonte não poderá mais ser utilizada.

Quando se utiliza uma única composição da solução nutritiva para o crescimento de variadas espécies vegetais que possuem relação de extração diferente, há grande possibilidade de desequilíbrio nutricional, seja por acúmulo, seja pela falta de nutrientes ao longo do período de desenvolvimento das plantas. Deve-se lembrar, contudo, que teoricamente, cada planta, em cada região, poderá apresentar necessidades diferentes.

6.2 Preparo

Uma vez determinada a composição a ser utilizada, parte-se à etapa de preparo da solução nutritiva.

A água a ser utilizada para cultivo hidropônico pode ser originária de nascentes, poços ou mesmo da rede urbana de abastecimento. Qualquer que seja sua origem, a sua qualidade, ou seja, suas características químicas (quantidades de nutrientes e concentração salina) e microbiológicas (coliformes fecais e patógenos) devem ser conhecidas. Muitas vezes, a água é o veículo para a introdução de patógenos e coliformes fecais, portanto, deve-se atentar para sua qualidade microbiológica. Do ponto de vista da qualidade química, quanto mais pura for a água, melhor sua qualidade. Quanto maior a quantidade de nutrientes nela dissolvidos, maiores as possibilidades de haver desbalanços nutricionais. Desta forma, antes da implantação do cultivo hidropônico, a água a ser utilizada deverá sofrer rigorosa análise e, mesmo após a implantação do sistema, ela deverá ser constantemente monitorada através de análises.

Após análise, se a água contiver teores de macro e micronutrientes, respectivamente, superiores a 25% e 50% dos valores da fórmula, as quantidades dos nutrientes da solução devem ser recalculados. Deve-se atentar ainda para o fato de que a

composição da água de nascentes, poços ou rede urbana pode variar ao longo do ano. Normalmente a condutividade elétrica da água da rede urbana é 0,2 a 0,3 mS/cm.

Alguns íons fornecidos na água podem acumular-se alcançando, em uma semana, várias vezes a concentração original na água fornecida, isso porque eles não são removidos pela planta nas mesmas proporções que são introduzidos. Inevitavelmente íons como sulfato, sódio e cloreto, com o tempo, podem atingir níveis tóxicos.

A dureza da água representa o conteúdo de íons bicarbonato (HCO_3^-) que, quando presentes em altas concentrações, afetam diretamente o pH e a disponibilidade de nutrientes. Normalmente as águas de minas, situadas em camadas de rochas calcárias ou dolomíticas, podem conter níveis altos de C e de Mg, disponíveis para as plantas, daí o cuidado na formulação da solução nutritiva.

Como a qualidade da água é um fator decisivo para o sucesso ou o fracasso de cultivos hidropônicos, a seguir, através da Tabela 4, é fornecido o padrão de recomendação da água para a utilização em hidroponia.

Tabela 4. Padrões de qualidade da água para hidroponia

Nutrientes	Concentração máxima (ppm)
Na	11,5
Cl	33,5
Ca	80,2
Mg	12,2
SO	48,1
HCO	244,0
B	0,00270
Cu	0,00063
Fe	0,00028
Mn	0,00549
Zn	0,00327
F	0,00475

Fonte: Adaptado de Benoit, F. (1992).

A pressão osmótica é outro fator a ser observado no preparo da solução nutritiva. Ela trata da tendência que a solução nutritiva tem em penetrar nas raízes das plantas, dependendo da quantidade de partículas presentes na própria solução. Sabe-se que a água movimenta de uma solução menos concentrada para outra mais concentrada; assim, quando adiciona-se sais à água, a pressão osmótica aumenta, isto é, a solução fica mais concentrada e diminui a tendência que a solução tinha de penetrar nas raízes das plantas, de tal forma, que a partir de certa concentração de sais, a tendência passa ser da planta perder água para a solução nutritiva, promovendo sua morte. Por isso, a solução nutritiva deve conter os nutrientes nas proporções adequadas, mas deve também ser suficientemente diluída, para que ela não cause danos às raízes. A pressão osmótica adequada está entre 0,5 e 1 atm ou sua condutividade elétrica (EC) deve estar entre 2 e 3 mS/cm.

A aeração da solução nutritiva é de extrema importância, pois, as plantas necessitam do fornecimento de oxigênio para a absorção dos nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento e para que não ocorra podridões em seu sistema radicular. O fornecimento de oxigênio é feito através de borbulhamento de ar comprimido na solução nutritiva, quando o sistema hidropônico é aberto (a solução nutritiva não retorna ao reservatório). Em NFT e aeropônia não há necessidade de aeração extra na solução, pois, a própria circulação do sistema e conseqüente entrada (retorno) por queda livre no tanque de solução promove a aeração.

A solubilidade do O_2 diminui com a elevação da temperatura, porém, havendo aumento simultâneo na taxa de respiração das raízes e microflora. Conseqüentemente, a disponibilidade no suprimento de O_2 diminui quando a demanda por ele aumenta. A aeração afeta diretamente a absorção de nutrientes, sendo, portanto, de crucial importância para o crescimento saudável em solução nutritiva recirculante. Por outro lado, baixa temperatura do ambiente radicular também inibe a absorção de nutrientes e água.

A faixa da temperatura da solução nutritiva, mais adequada às plantas, é de 20 a 30°C. Valores extremos, inferiores e superiores, poderão ser atingidos no inverno e verão, respectivamente. Embora a absorção de cátions não tenha sido intimamente relacionada com a temperatura da solução nutritiva, ela geralmente aumenta com a temperatura radicular, estendendo-se entre 14-26°C.

É importante salientar que a dissolução dos sais deve ser feita separadamente, evitando assim, reações entre eles. A mistura de solução concentrada de $Ca(NO_3)_2$ com sulfatos e fosfatos também deve ser evitada, pois pode promover a formação de compostos insolúveis (precipitados) como sulfato de cálcio e fosfato de cálcio.

Sensíveis diferenças na concentração de micronutrientes podem corresponder a um grande erro, pois, a quantidade utilizada é muito pequena. Por outro lado, para os macronutrientes diferenças de 15 a 20% na quantidade fornecida na solução nutritiva, raramente são significativas.

6.3 pH

O mecanismo que controla a acidez ou alcalinidade da solução nutritiva baseia-se na presença de íons H^+ e $(OH)^-$ na solução, os quais são formados pela dissociação de ácidos quando ocorre mistura de ácidos e água (H^+) ou mistura de bases com água (OH). O grau de acidez ou alcalinidade da solução nutritiva é medida através do pH. O pH 7 representa neutralidade e valores abaixo deste, indicam aumento da acidez, enquanto que, valores acima de 7, representam aumento da alcalinidade. Valores de pH entre 6,0 e 6,5, para a maioria das espécies são satisfatórios, assegurando boa disponibilidade de macro e micronutrientes e crescimento contínuo das plantas. Valores baixos de pH provocam competição iônica entre o íon H^+ e os diversos cátions (NH_4^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cu^{++} , Fe^{++} , Mn^{++} , Zn^{++}) e valores elevados de pH diminuem a absorção dos ânions (NO_3^- , $H_2PO_4^-$, SO_4^{--} , Cl^- , MoO_4^{--}).

O pH inferior a 4 pode resultar em graves perdas de cultivo, devido a danificações nas raízes, pelos íons H^+ da solução nutritiva. A integridade das membranas é afetada, podendo haver perda de nutrientes já absorvido. Por outro lado, em pH superior a 7, podem ocorrer reações entre Ca e fosfato, ou Ca e sulfatos. Os micronutrientes, por sua vez, podem formar hidróxidos e ter sua disponibilidade reduzida.

Grande parte das soluções nutritivas não tem capacidade tampão, e o pH não se mantém dentro da faixa ideal, varia continuamente com a absorção dos íons por parte da planta, portanto, o pH deve ser monitorado diariamente. O ajuste do pH pode ser feito por meio de adição de ácidos (sulfúrico, fosfórico, clorídrico ou nítrico) quando se quer abaixar o pH ou bases (hidróxido de potássio, de sódio ou de amônio) quando a finalidade é elevar o pH.

A absorção desigual dos íons pela planta e adição de água para reposição do volume perdido, geralmente aumentam o pH da solução e a utilização de ácidos que contenham elementos essenciais (NH_4^+ , H_2SO_4 e H_3PO_4), podem promover um acúmulo de nitrato, sulfato ou fosfato, íons estes que contribuirão para aumentar a salinidade da solução, e se esta for monitorada por uma EC constante, as medidas ficarão mascaradas havendo necessidade de aumentar a EC com o tempo, ou efetuar a troca da solução por uma nova ou ainda aumentar o volume de solução por planta.

Tanto os ácidos quanto os álcalis que contenham um ou mais nutrientes essenciais são menos recomendados do que aqueles que não os contenham. Desse modo, o hidróxido de sódio e o ácido clorídrico são, respectivamente, o álcali e o ácido preferidos para o ajuste do pH.

Quando uma significativa quantidade de N é fornecida através da NH_4 e a capacidade tampão da água é baixa, o pH pode cair abaixo de valores aceitáveis. Presumidamente, esta redução no pH, é um reflexo do balanço de trocas da planta, por causa, da presença de N na forma de NH_4 . Plantas nutridas com NH_4 são caracterizadas por uma alta relação cátion:ânion absorvidos, resultando num efluxo de H^+ das raízes, conseqüentemente abaixando o pH da solução nutritiva. O inverso ocorre quando a principal fonte de N é o NO_3 , podendo a solução nutritiva elevar durante o cultivo.

6.4 Condutividade elétrica (EC), reposição e troca

A EC de uma solução indica a quantidade de sais solúveis que ela contém. Assim, uma queda na EC é acompanhada por uma queda proporcional na quantidade total de íons disponíveis para a absorção por parte das raízes. A EC é utilizada geralmente como parâmetro para a tomada de decisão do momento da troca da solução nutritiva ou reposição dos sais, porém, não se trata de um parâmetro preciso, uma vez que indica a quantidade total de sais e não a quantidade de cada sal presente na solução. Para o conhecimento exato dos nutrientes presentes na solução e sua quantidade, o ideal é fazer o uso de análise química, ela permitirá visualizar os íons que estão em excesso por serem absorvidos em menores quantidades ou íons que estão em falta.

A faixa de concentração usada normalmente, para EC varia entre 2 e 3 mS/cm. A EC é quase inalterada por quantidades de micronutrientes normalmente presentes na solução nutritiva. O aumento da salinidade em NFT reduz a absorção de água e restringe o crescimento da planta. Elevada salinidade é geralmente evitada para culturas mais sensíveis, tais como o pepino, ou seja, a EC da solução nutritiva tem significativa influência na absorção de nutrientes.

Quanto maior for o volume de solução nutritiva por planta, menor será a alteração na concentração dos nutrientes e, portanto na EC, além disso, proporcionará maior contato entre sistema radicular e nutriente.

Na fase inicial de desenvolvimento das plantas, é possível utilizar soluções diluídas a 50% do total de sais utilizados na fase de pleno desenvolvimento. Deve-se ter em mente que o crescimento da planta e a demanda por nutrientes aumenta exponencialmente com o tempo, portanto, os intervalos entre trocas ou readições devem reduzir-se com o aumento da taxa de crescimento da planta. Em qualquer sistema hidropônico, é muito importante que a água que sai do sistema (evaporação, absorção e transpiração pela planta) tenha seu volume repostado diariamente, pois, é sabido que as plantas absorvem mais água que nutrientes. Caso não ocorra a reposição da água, os nutrientes concentrar-se-ão e em situações extremas, podem causar problemas de salinidade e prejudicar o crescimento das plantas.

A troca da solução nutritiva impede o acúmulo de certos nutrientes, não absorvidos na mesma proporção que os demais, que poderiam interagir negativamente na absorção ou causar toxidez por isso. O problema é mais sério para os micronutrientes, já que para este, o limite entre carência e toxidez é estreito.

Diferentes formas de reposição de nutrientes são mencionadas na literatura. No início, procurava-se renovar periodicamente a solução nutritiva, entretanto, essa prática, além de desperdícios, causa o efeito poluente. Sugere-se diariamente completar o volume consumido de solução nutritiva do tanque com água até o valor inicial e medir a EC. Quando esta atingir o valor limite estabelecido (1,8 - 2,0 mS/cm) efetua-se a readição. Outra maneira é repor diariamente a solução nutritiva na quantidade equivalente a que foi reduzida do tanque.

A reposição diária é feita da seguinte forma: 1) Desligue as bombas e espere a drenagem total da solução. 2) complete o volume consumido de solução nutritiva do tanque com água até o valor inicial e meça a EC. 3) Através de regra de três sabemos, por exemplo, que a EC da solução completa (100% da concentração recomendada) é 2,4 mS/cm para 3L de solução estoque de cada macronutriente, então a EC medida equivale a xL. 4) Adicione o volume de solução estoque separadamente para cada macronutriente. 5) Adicione a quantidade de solução estoque para os micronutrientes e para o Fe. 6) Homogeneize a solução no tanque e meça novamente a EC, verificando se o valor esperado foi atingido, por exemplo, 2,4mS/cm. 7) Obtido o valor esperado, meça o pH da solução nutritiva, este deve estar entre 6 e 6,5. Caso o pH esteja acima, adicionar ácido; por outro lado se estiver abaixo, adicionar hidróxido.

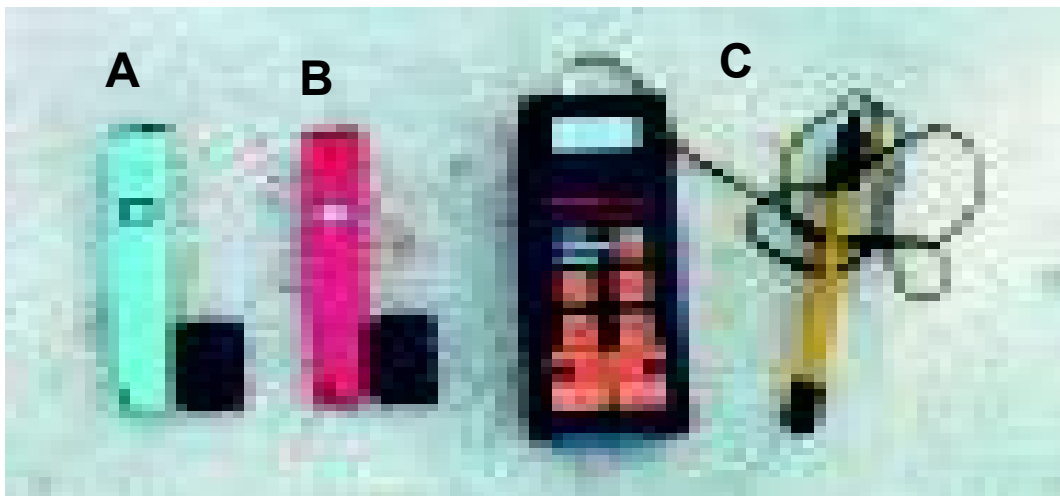


Figura 1 - Aparelhos para medições de condutividade elétrica (A), pH (B) e aparelho conjugado (C) permitindo as duas medições além da temperatura da solução nutritiva.

Na prática, é conveniente preparar soluções estoques para cada macronutriente e uma para todos os micronutrientes exceto o Fe. A solução estoque é feita da seguinte maneira: pesa-se, por exemplo, 6 vezes a quantidade do macronutriente necessária para 1.000L e dissolve-o em 18L, desta forma em 3L da solução estoque contém a quantidade necessária do macronutriente para 1000L de solução nutritiva, ou seja, 100% da concentração recomendada. O mesmo procedimento é feito para os micronutrientes, porém, fazendo uma única solução estoque com todos, exceto o Fe.

O mais adequado é fazer a reposição dos nutrientes no horário em que a temperatura esteja mais amena, ou seja, no momento do pôr-do-sol, já que a cultura ficará sem circulação de solução nutritiva por um tempo substancial.

A vida útil da solução nutritiva é de 3 a 4 semanas, dependendo da estação do ano e do estágio de desenvolvimento das plantas, da população de plantas e do volume do reservatório. Geralmente a remoção da solução nutritiva é mensal para o início do cultivo e

duas vezes ao mês, quando o cultivo já esta estabelecido. Após o ganho de experiência em NFT, a solução nutritiva pode necessitar de menor frequência de remoção. Sempre que possível, é importante fazer análise da solução; isto levará ao conhecimento dos íons que estão se acumulando e que podem atingir níveis tóxicos, como o acúmulo de cloreto, Cu e Zn.

7 PRODUÇÃO DE MUDAS EM NFT

7.1 O ambiente protegido e os perfis

Em uma estufa deve-se montar bancadas de madeira nas quais repousem os canais recipientes (perfis) de polipropileno, apresentando 43mm de profundidade e 100mm de largura, para a passagem do fluxo de solução nutritiva. O espaçamento entre orifícios do perfil para a deposição das mudas é 10cm (Figura 2). Os perfis devem ser colocados a uma distância mínima de 0,85m do solo, de modo que fiquem com 2% de declividade para possibilitar o retorno da solução nutritiva ao tanque de abastecimento e possibilitem o trabalho em condições satisfatórias. É necessário a utilização de temporizador (*timer*) para o controle da circulação da solução nutritiva, permitindo a circulação por 15 minutos a cada 15 minutos durante o dia e uma vez a cada duas horas durante o período noturno. A vazão média da solução nutritiva deve ser de aproximadamente de 2 L/minuto/perfil. Será de grande utilidade que o solo da estufa seja recoberto com pedrisco ou serragem para que o local sempre esteja livre de plantas daninhas.



Figura 2 - Perfis de polipropileno para produção de mudas.

Para a condução das mudas já formadas outra estufa pode ser utilizada. Os perfis são instalados diretamente sobre o solo, colocados a uma distância mínima de 0,20m do solo, de modo que fiquem com 2% de declividade, para possibilitar o retorno da solução nutritiva ao tanque de origem. O tamanho indicado para os perfis polipropileno é de 160mm de largura e 75mm de profundidade, para a passagem do fluxo de solução nutritiva. O espaçamento entre orifícios do perfil é 50cm (Figura 3). O temporizador (*timer*) para o controle da circulação da solução nutritiva, deve permitir a circulação por 10 minutos a cada 10 minutos, durante o dia, e uma vez a cada duas horas, durante o período noturno. A vazão utilizada para a entrada da solução nutritiva nos perfis é de cerca de 6-8 L/min/perfil. Para a alimentação dos tanques de solução nutritiva no interior da estufa, é interessante instalar externamente uma caixa de água com capacidade de pelo menos 5.000 L confeccionada por fibra de vidro, garantindo sempre o suprimento de água.



Figura 3 - Perfis de polipropileno para condução definitiva das plantas.

7.2 Critério para a escolha do híbrido

A hidroponia aliada ao ambiente protegido são duas tecnologias de destaque na diversificação da produção de hortaliças. Então é importante a escolha do híbrido e para isso é necessário principalmente levar em conta o mercado consumidor para o qual o produto será destinado e o local de escoamento da produção. O interessante é utilizar híbridos de melões nobres, ou seja, aqueles que apresentam certas peculiaridades como por exemplo: exocarpo rendilhado, com suturas (gomos) ou ainda de coloração diferente do amarelo comum, coloração da polpa salmão, extremamente aromáticos entre outras características. Desta forma, o produto será diferenciado com melhores características sensoriais, alto valor agregado e atingirá boa cotação de preço, além de atender aos consumidores de maior poder aquisitivo.

7.3 Semeadura

Para a germinação das sementes através do NFT, é utilizado placas de espuma de resina fenólica, sendo um substrato estéril, de fácil manuseio e que oferece ótima sustentação para a plântula. Seguem-se os procedimentos recomendados por Furlani et al. (1999):

- Dividir a placa de espuma de resina fenólica ao meio;
- Lavar (enxaguar) em água limpa diversas vezes para eliminar possíveis compostos ácidos remanescentes de sua fabricação;
- Para evitar que a placa de espuma se quebre, usar um suporte com perfurações, estas perfurações auxiliam a drenagem do excesso de água da espuma de resina fenólica.

Com as placas de espuma de resina fenólica levemente umedecidas, inicia-se a semeadura. O procedimento é o seguinte: perfurar a espuma fenólica com o auxílio de uma pinça de dentista com ponta curva para efetuar o orifício e acomodar a semente. Deve-se ter o cuidado em manter a mesma profundidade nos orifícios. Depositar uma semente por orifício, posteriormente cobrindo-a com uma fina camada de espuma fenólica remanescente do orifício. Através da Figura 4 é possível visualizar o procedimento.

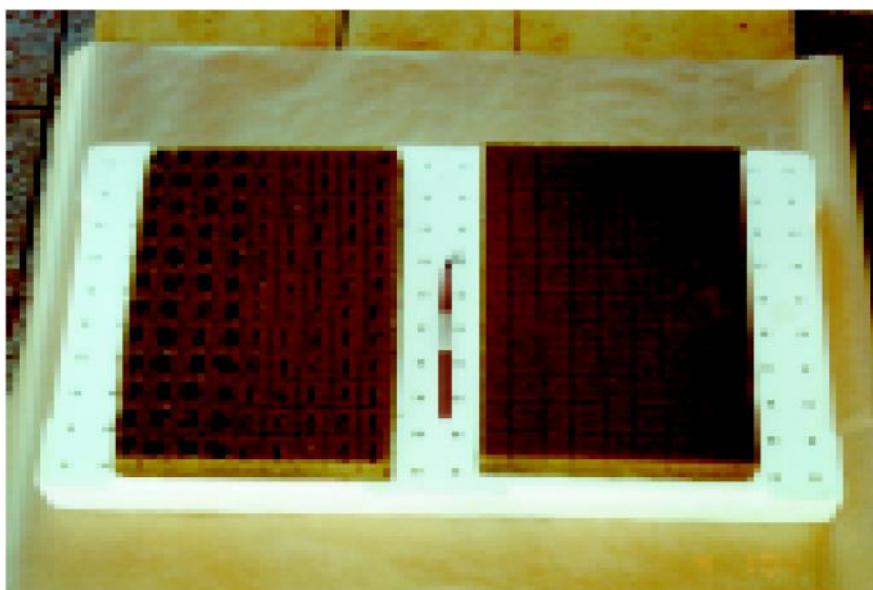


Figura 4 - Semeadura em placa de espuma fenólica.

Por fim, depositar as placas na parte dorsal (base) de bandejas de isopor e irrigar apenas com água. As placas de espuma de resina fenólica devem ser mantidas em local fresco (20 a 25°C) e com luminosidade. Quando preciso, subirrigar com solução nutritiva diluída a 50%, evitando-se o encharcamento. Para subirrigar utilize bandeja de plástico, coloque a placa de espuma fenólica sobre a bandeja e introduza a solução nutritiva aos poucos sobre a bandeja.

7.4 Transplante intermediário e condução

As mudas serão transplantadas para os perfis quando a primeira folha verdadeira estiver expandida (Figura 5). Para o transplante, as células da espuma serão destacadas uma a uma com a ajuda de uma faca e depositadas no orifício do perfil através de uma pinça elaborada por uma tira dobrada de cano de PVC, com aproximadamente 1cm de largura. Durante o período que as mudas permanecem no berçário, a solução nutritiva pode continuar sendo diluída a 50%, ou não. Vale lembrar que a espuma fenólica é um material inerte e desta forma não disponibiliza nutrientes para as mudas, ao contrário de vários substratos comerciais. Assim, existe a necessidade de estar atento a disponibilização de adubo para as plantas.



Figura 5 - Mudas transplantadas com a primeira folha definitiva.

No cultivo de melão em ambiente protegido habitualmente as plantas são tutoradas na vertical e podadas, para através do crescimento em altura, melhorar a ocupação da área da estufa. Assim, é interessante conduzi-la em haste única. Então haverá necessidade do desbrotamento diária dos futuros ramos laterais (secundários). Quando as mudas atingirem altura suficiente (11cm), é adequado introduzir na haste principal um bloco de espuma de colchão (5x5cm), com a finalidade de proteger a haste de possíveis danos devido ao contato constante com o orifício do perfil, além de auxiliar a muda para que permaneça na posição vertical e não deitada sobre o perfil e sobre outras mudas. O bloco de espuma é fixado dentro do orifício do perfil (Figura 6) e no momento do transplante para o perfil definitivo ele é transplantado conjuntamente com a muda. Cuidado para que o bloco de espuma não entre em contato com a solução nutritiva, pois, este absorve a solução nutritiva e, conseqüentemente, leva a redução drástica da solução nutritiva circulante.

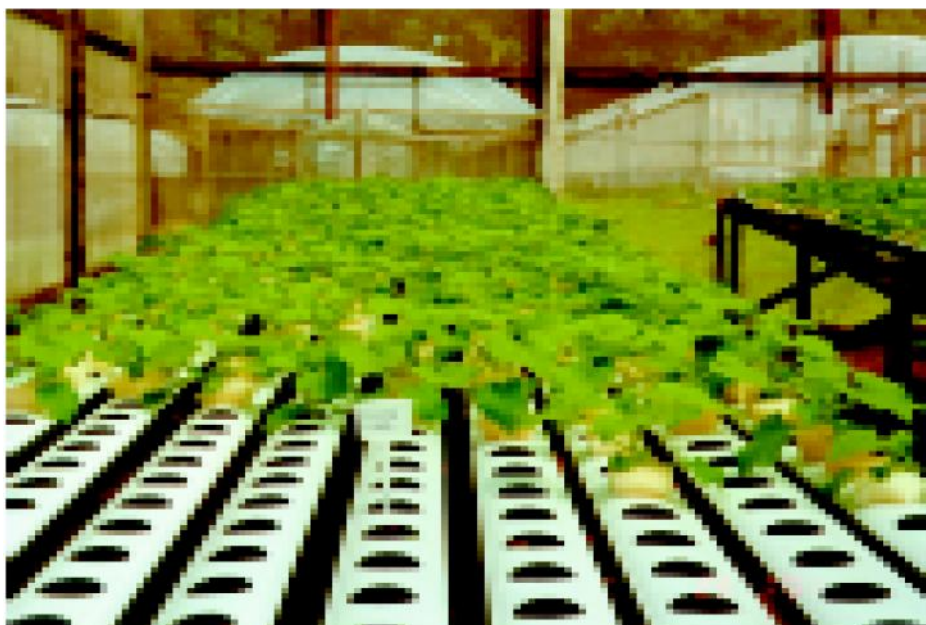


Figura 6 - *Mudas com blocos de espuma de colchão.*

8 MANEJO DA CULTURA

8.1 Transplante definitivo

Quando a altura das plantas for suficiente para alcançar e fixar-se no fitilho do sistema de condução implantado é o momento adequado para proceder o transplante definitivo. As plantas já devem apresentar o sistema radicular desenvolvido, facilitando na adaptação e absorção da solução nutritiva, porém, o sistema radicular não pode estar muito extenso, pois, vai dificultar a sua introdução no perfil definitivo.

Para a condução das plantas no interior do ambiente protegido, utiliza-se o sistema de tutoramento, na qual as plantas são conduzidas verticalmente, envolvidas em fita de *nylon*. À medida que as plantas se desenvolve, sua haste vai sendo envolta na fita (Figura 7). Esta prática é feita diariamente.



Figura 7 - Plantas tutoradas na vertical em haste única.

O sistema de tutoramento vertical adotado pode ser o de haste única, fazendo-se o desbaste de todos os brotos laterais até o 10º -12º nó. A partir do 11º, 12º, 13º e 14º nó são deixados os brotos que darão origem aos ramos secundários. Nestes ramos secundários surgirão as flores, que serão polinizadas para permitir o surgimento dos futuros frutos. É mais prático marcar através de um fio de barbante estendido na altura média do 10º-12º nó. Desta forma, a partir do momento que as plantas ultrapassem o fio são deixados os ramos secundários se desenvolverem (Figura 8).



Figura 8 - *Início do desenvolvimento dos ramos secundários.*

O procedimento realizado nestes 4 ramos secundários será a retirada de todos os brotos que surgirem (ramos terciários) e fazer o desponte do ramo secundário uma folha após o pegamento do fruto. Quanto mais elevada for a área foliar ao dispor de cada fruto, maiores serão o peso médio e o conteúdo de sólido solúvel. Nos próximos entrenós, novamente serão retirados todos os brotos, isto até a planta atingir o arame de sustentação da fita de *nylon*. Neste momento é feita a capação da haste principal (Figura 9). O ideal é deixar o mesmo número de folhas (entrenós), tanto acima como abaixo dos entrenós onde estão localizados os frutos.



Figura 9 - *Plantas após a poda apical e desponte dos ramos.*

O raleio dos frutos é realizado após a constatação do pegamento e desenvolvimento inicial (3cm de diâmetro) dos mesmos (Figura 10), deixando-se posteriormente apenas dois frutos por planta. Hughes et al. (1983) demonstram que os frutos situados muito próximos uns dos outros competem entre si pelas mesmas folhas. Assim, segundo Monteiro & Mexia (1988), é freqüente o abortamento da maioria dos frutos recém fixados de modo que pequena parte completa o seu desenvolvimento.



Figura 10 - *Desenvolvimento inicial dos frutos, 3 cm de diâmetro.*



8.2 Polinização das flores

O meloeiro é uma espécie tipicamente de polinização entomológica, necessitando dos insetos (principalmente abelhas) por conter pólen grosso e pesado, que não movimenta com o vento. Na estufa é necessário considerar a dificuldade da polinização por insetos. Desta forma, a introdução de um núcleo de abelhas para polinização é a maneira mais eficaz para a fertilização das flores.

A colméia deve ficar no exterior, junto a estufa, permitindo o acesso das abelhas mediante uma abertura lateral, frente a porta da colméia, protegendo-a com um sombreado (tela), pois, as altas temperaturas podem provocar a morte das abelhas. Sua colocação deve ser feita antes do surgimento das flores pistiladas (feminina ou hermafrodita), a fim dos insetos acostumarem com a estufa (recinto). Cuidado especial deve ser tido com produtos químicos utilizados nos tratamentos, já que bom número deles resultam tóxicos para as abelhas e devem ser utilizados preferencialmente ao anoitecer, quando já não há abelhas na estufa. Para conseguir o desenvolvimento adequado dos frutos de melão, em condições naturais, é necessário que sobre o estigma das flores germine um alto número de grãos de pólen; do contrário podem surgir frutos pequenos e deformados.

Na ausência de abelhas, a polinização pode ser feita de forma manual. No florescimento, a abertura da flor inicia-se nas primeiras horas da manhã. As flores pistiladas permanecem receptivas principalmente de manhã, aproximadamente por 1 dia; uma vez fecundado, o ovário começa a engrossar muito rapidamente. Os botões florais masculinos

estão aderidos na haste principal, nas axilas das folhas, formando inflorescências de 3 a 5 flores. Em geral, a planta possui maior número de flores masculinas do que hermafroditas. Preferência deve ser dada a flor masculina posicionada acima da flor hermafrodita, pois, apresenta normalmente maior quantidade de pólen. A emissão dos botões florais hermafroditas são localizados nos ramos secundários, apresentam-se sempre solitários e no extremo de pedúnculos curtos e vigorosos. Então, para a polinização retira-se a corola (conjunto de pétalas) e colocam-se em contato os grãos de polens com o estigma da flor hermafrodita ou feminina. Uma vez a flor hermafrodita fertilizada, dará origem ao desenvolvimento dos futuros frutos. As flores polinizadas devem ser identificadas através de etiquetas com a data da polinização (Figura 11) para facilitar na hora da colheita.



Figura 11 - *Flor hermafrodita polinizada e identificada.*

8.3 Desenvolvimento dos frutos

Em geral, verifica-se que os frutos após período de crescimento intenso em volume, caracterizado pelo aumento em diâmetro e comprimento ao fim dos 15 dias após polinização (DAP), passam para o período de crescimento mais moderado entre 15 e 25 DAP, seguido por crescimento lento após 25 DAP, terminando na colheita com inexpressivo crescimento (Figura 12). Aos 15 DAP os híbridos já apresentam metade do seu volume final.

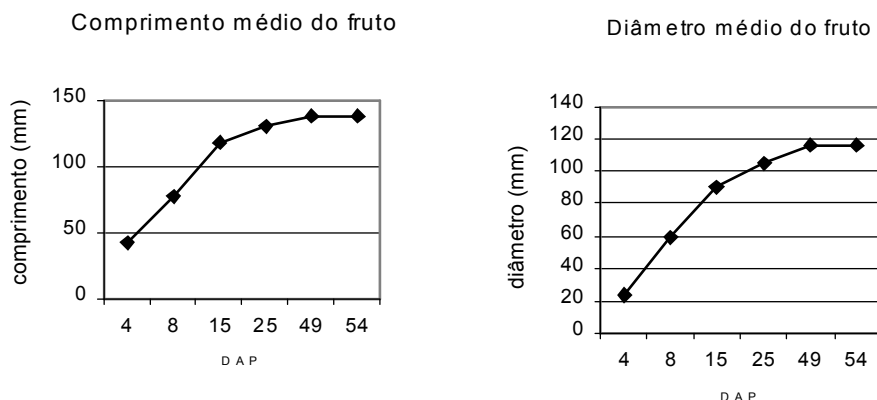


Figura 12 - Desenvolvimento em comprimento e diâmetro do fruto.

A formação da rede em melão tipo Galia inicia-se aos 15 DAP de forma moderada, aos 25 DAP o fruto apresenta-se notadamente rendilhado e finalmente aos 41 DAP o fruto encontrava-se fortemente rendilhado. Através da Figura 13 é possível visualizar a conformação da rede no exocarpo do fruto.

Próximo a maturidade alguns híbridos apresentam mudança na coloração do exocarpo e evidencia-se o processo de pigmentação da polpa, por exemplo, passando de verde para salmão em alguns híbridos.

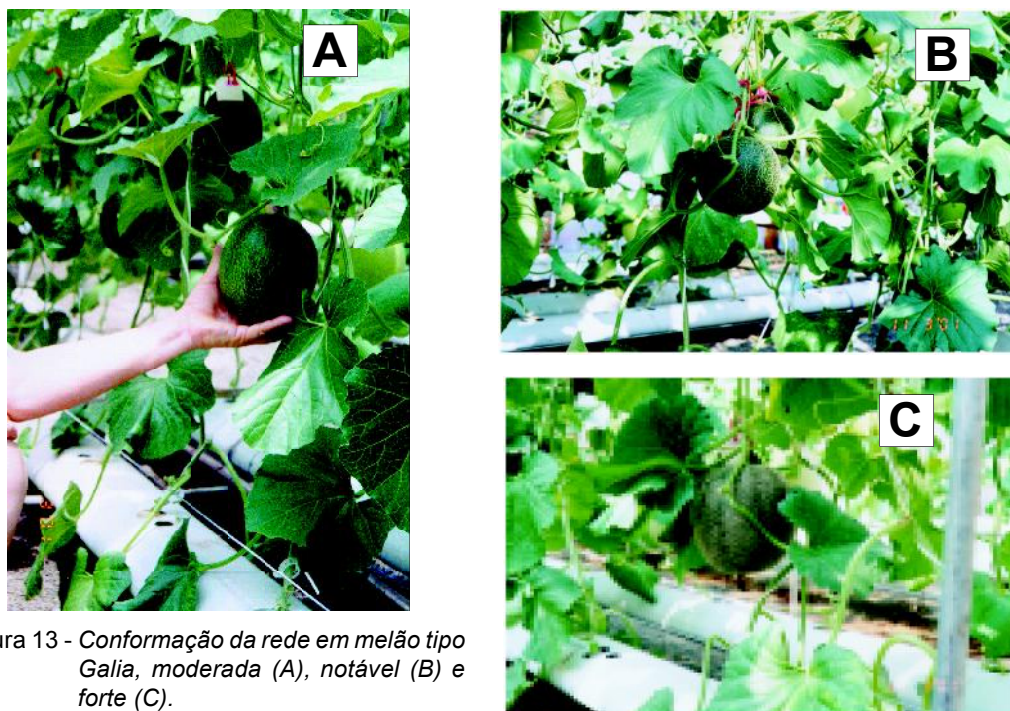


Figura 13 - Conformação da rede em melão tipo Galia, moderada (A), notável (B) e forte (C).



Figura 14 - Frutos praticamente desenvolvidos, próximos da colheita.

8.4 Tratos culturais

É aconselhável fazer a desfolha das 3 ou 4 primeiras folhas, quando essas entrarem em fase de decadência de suas atividades fotossintéticas (senescência). Esta operação favorece a ventilação, auxiliando no controle da temperatura e evitando problemas de doenças. A desfolha deve ser realizada rapidamente, evitando que o ferimento na haste se torne grande e de difícil cicatrização. Em alguns casos é recomendável a utilização de fungicida no local do ferimento. A assepsia da ferramenta com água sanitária a 3% deve ser feita toda vez que a ferramenta for utilizada na planta.

Alguns híbridos de melão quando maduros desprendem-se do pedúnculo devido ao anel de abscisão formado. Neste caso, existe a necessidade de fixação do fruto através de rede ou malha, prendendo-o ao arame superior para evitar sua queda e possíveis injúrias no fruto. Frutos muito grandes e, conseqüentemente pesados, podem forçar a planta para baixo, comprometendo e até rompendo a haste principal. O indicado é também vestir os frutos com rede ou malha.

É oportuno lembrar que quando o fruto se fixa num entrenó muito baixo, a planta apresentará fruto pequeno e achatado. Por outro lado, o inverso ocorre quando o fruto se fixa em entrenó muito acima.

O controle fitossanitário deve ser executado de forma preventiva, utilizando-se produtos comerciais e dose indicada para o cultivo de melão em campo aberto. Tomar muito cuidado nas condições fechadas porque não há a contribuição do vento para dissipar o produto.

8.5 Colheita

O ponto de colheita é de fundamental importância, pois, o conteúdo de sólidos solúveis do melão não aumenta após a retirada do fruto da planta. Desta forma, é necessário que o fruto permaneça na planta até a sua maturidade, caso contrário o fruto terá sua

qualidade bastante prejudicada, apresentando boa aparência, porém, sem sabor. Quando a colheita é feita além do tempo ideal corre-se o risco de os frutos apresentarem alguns distúrbios fisiológicos.

Alguns híbridos apresentam indícios de maturidade podendo auxiliar no momento adequado para a colheita, como a mudança na coloração do exocarpo (casca), o grau de ressecamento do pedúnculo, a marcante deficiência nutricional da folha próxima ao fruto e o odor característico de melão. Os híbridos de melão do tipo Galia apresentam mudança na coloração do exocarpo, passando de verde escuro para amarelo (Figura 15), com isso, facilita muito na indicação do momento certo da colheita. Em geral, para este tipo de melão é aconselhável a colheita quando o exocarpo apresentar 60% da sua superfície na coloração amarela. A classificação comercial por tipo facilita a comunicação entre os diferentes agentes da cadeia do agronegócio do melão. Por tipo deve ser entendido um grupo de cultivares ou de híbridos que apresentam uma ou mais características semelhantes, identificáveis facilmente e diferenciadas dos demais, tal como, o aspecto da casca (cor quando maduro, presença ou ausência de suturas, cicatrizes, reticulação ou rendilhamento), cor da polpa, formato do fruto entre outros (Alves, 2000).

A colheita dos frutos deve ser realizada cortando-se o pedúnculo com um canivete e deixando o fruto com pedúnculo de aproximadamente 1cm de comprimento.



Figura 15 - *Mudança na coloração do exocarpo.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, P. Crop nutrition in hydroponics. **Acta Horticulturae**, n.323, p.289-305, 1992. /Apresentado ao Symposium on Soil and Soilless Media Under Protected Cultivation in Mild Winter Climates, Cairo, 1992 /.
- ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hidroponic systems. **Acta Horticulturae**, n. 361, p.245-257, 1994. / Apresentado ao International Symposium on New Cultivation Sustems in Greenhouse, Cagliari, 1993/.
- ALVES, R.E. (Org.). **Melão: pós colheita**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 43p. (Frutas do Brasil,10).
- ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p. (Série Divulgação Científica).
- ASHER, C.J. Limiting external concentrations of trace elements for plant growth: use of flowing solution culture techniques. **Journal of Plant Nutrition**, v.3, n.1/4, p.163-180, 1981.
- BENOIT, F. **Pratical guide for simple soilles culture techniques**. Sint-katelijne-Waver: European Vegetable R & D. Centre, 1992. 72p.
- BLÍSKA JÚNIOR, A.; HONÓRIO, S.L. **Manual tecnológico: hidroponia**. Campinas: Unicamp, FEAGRI, 1997. 28p.
- BRANDÃO FILHO, J.U.T.; VASCONCELLOS, M.A.S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Editora da UNESP, 1998. cap.6, p.161-193.
- CARMELLO, Q.A.C.; FURLANI, P.R. **Hidroponia: cultivo de plantas sem solo**. Piracicaba: ESALQ; SEBRAE, 1994. 41p.
- CARNEIRO FILHO, J. Produção e qualidade de frutos de melão cantaloupe influenciados pela poda e pelo tutoramento, em condições de estufa e de campo. Viçosa, 2001. 102p. Dissertação (M.S.) - Universidade Federal de Viçosa.
- CASTELLANE, P.D.; ARAUJO, J.A.C. de. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43p.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2000. cap.10, p.333-338: Curcubitáceas/melão.
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **AGRIANUAL 2002: anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo, 2001. p.412-416: Melão.
- FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHOZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC, 1999. 52p. (IAC. Boletim Técnico, 180).

- GARCÍA, V.N. Sistemas de solución perdida e recirculante: descripción, análisis y valoración. In : MARTÍNEZ, F.C., ALVAREZ, J.S.D. (Ed.). **Cultivo sin suelo**: curso superior de especialización. Almería: Servicio de Edición del Instituto de Estudios Almerinenses, 1993. cap.3, p.85-130.
- GÓMEZ-GUILLAMÓN, M.L.; FLORES, R.C.; GONZÁLEZ-FERNANDEZ, J.J. El melón in invernadero. In: VALLESPÍR, A.N. **Compendios de horticultura**: melones. Barcelona: Ed. de Horticultura. 1997. cap.8, p.67-77.
- GRAVES, C.J. The nutrient film technique. **Horticultural Reviews**, v.5, p.1-44, 1983.
- HUGHES, D.L.; BOSLAND, J.; YAMAGUCHI, M. Movements of photosynthates in muskmelon plants. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.108, n.2, p.189-192, 1983.
- HUTERWAL, G.O. **Hidroponía**: cultivo de plantas sin tierra. Buenos Aires: Ed. Hobby, 1960. 33 p.
- JONES JUNIOR, J.B. Hydroponics: its history and use plant nutrition studies. **Journal of Plant Nutrition**, v.5, n.8, p.1003-1030, 1982.
- JUNQUEIRA, A.H. Hortaliças: novos caminhos no ambiente protegido. In: FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **AGRIANUAL 1999**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, 1999. p. 35-38.
- MARINO, L.K.; MENDES, M.; PRADO, E. Fraca presença das frutas brasileiras no exterior. In: FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **AGRIANUAL 2001**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, 2001. p.22-25.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. cap.15, p.537-595: The soil-root interface (rhizosphere) in relation to mineral nutrition.
- MARTINEZ, H.E.P. **Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. 31p.
- MARTINEZ, H.E.P.; BARBOSA, J.G. **O uso de substratos em cultivos hidropônicos**. Viçosa: UFV, 1999. 41p.
- MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J.B. da **Introdução ao cultivo hidropônico da plantas**. Viçosa: s. ed., 1997. 52p.
- MELO, A.M.T. de; NAGAI, H.; TRANI, P.E. Melão *Cucumis melo* L. In: FAHL, J.I.; CAMARGO, M.B.P. de; PIZZINATO, M.A.; BETTI, J.A.; MELO, A.M.T.; DEMARIA, I.C.; FURLANI, A.M.C. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6.ed. Campinas: IAC, 1998. p.219 -221. (IAC. Boletim, 200).
- MENEZES, J.B. Qualidade pós-colheita de melão tipo Galia durante a maturação e o armazenamento. Lavras, 1996. 157p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras.

- PAPADOPOULOS, A.P. **Growing greenhouse seedless cucumbers in soil in soilless media**. Ottawa: Agriculture and Agri-food Canada, 1994. 126p. (Publication, 1902/E)
- PARDOSSI, A.; LANDI, S.; MALORGIO, F.; CECCATELLI, M.; TOGNONI, F. Studies on melon grown with NFT. **Acta Horticulturae**, n.361, p.186-193, 1994.
- PEREIRA, C.; MARCHI, G. **Cultivo comercial em estufa**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p.91-116: Net melon (*Cucumis melo* var *reticulatus*).
- PURQUERIO, L.F.V.; COSTA, C.C.; COELHO, R.; CECÍLIO FILHO, A.B. Concentração de nitrogênio na solução nutritiva e número de frutos por planta sobre a produção do meloeiro (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., Uberlândia, 2002. **Resumo expandido**. Uberlândia: SOB, 2002.
- RESH, H. M. **Cultivo hidroponico**: nuevas tecnicas de produccion, una guia completa de los metodos actuales de cultivo sin solo, para tecnicos y agricultores profisionales, asi como para los aficionados especializados. 3. ed. Madri: Mundi-Prensa, 1992. 369p.
- SANTOS, R.N.C. dos. Avaliações da relação K:N e híbridos de melão em cultivo hidropônico. Piracicaba, 2002. 98p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SOBRINO ILLESCAS, E.; SOBRINO VESPERINAS, E. **Tratado de horticultura**: 1 hortalizas de flor y de fruto. Barcelona: AEDOS, 1989. p.155-182: Melón.
- SOUZA, M.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Tecnologia pós-colheita e produção de melão no estado do Rio Grande do Norte. **Horticultura Brasileira**, v.12, n.2, p.188-190, 1994.
- STAFF, H. **Hidroponia**. 2.ed. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1998. 101p. (Coleção Agroindústria, 11).
- STOUGHTON, R.H. **Soilless cultivation and its application to commercial horticultural crop production**. Rome: FAO, 1969. 61p.
- TEIXEIRA, N.T. **Hidroponia**: uma alternativa para pequenas áreas. Guaíba: Editora Agropecuária, 1996. 86p.
- WIDEN, C.M.M. van. Soilless culture technique and its relation to the greenhouse climate. **Acta Horticulturae**, n.229, p.125-132, 1988.
- WILCOX, G.E. The future of hydroponics as a research and plant production method. **Journal of Plant Nutrition**, v.5, n.8, p.1031-1038, 1982.
- ZAPATA, N.M.; CABRERA, P.; BANÑÓN, S.; ROTH, P. **El melon**. Madrid: Mundi Prensa, 1989. 174p.

