

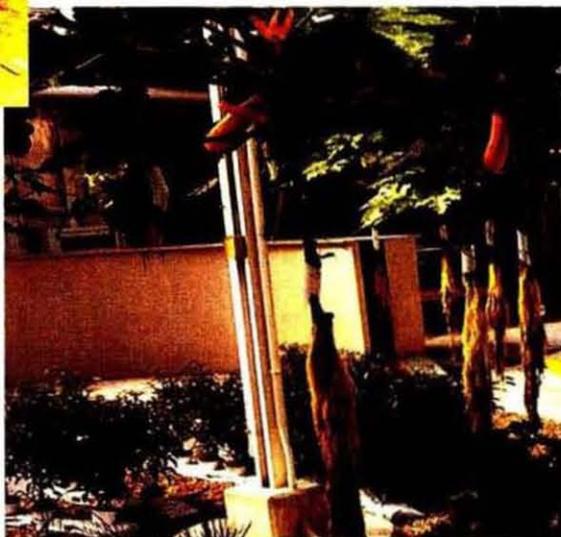
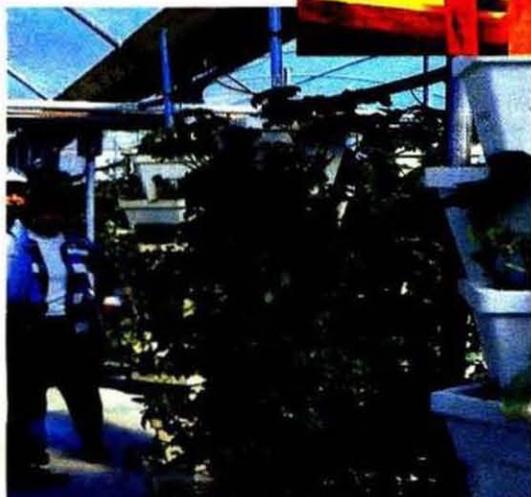
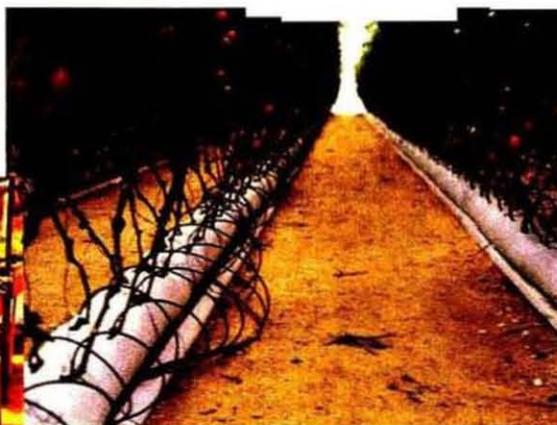
Princípios de Hidroponia

Editores

*Osmar A. Carrijo
Nozomu Makishima*

Termos para Indexação: Cultivo sem solo, substrato, cultivo protegido, hortaliças, solução nutritiva, NFT

Index Terms: Hydroponics, soilless, substrate, soil medium, protected cultivation, vegetables



INTRODUÇÃO

No cultivo de hortaliças, além da disponibilidade de materiais de propagação de boa qualidade e da execução correta dos tratamentos culturais, são necessárias condições favoráveis de clima e solos férteis para a obtenção de alta produtividade e produtos de boa qualidade. No sistema convencional, os produtores escolhem a região ou a época de plantio mais favoráveis para a cultura a ser explorada, o que promove a regionalização ou a sazonalidade das produções que, por sua vez, afetam a regularidade do abastecimento.

Para enfrentar situações climáticas adversas e possibilitar a produção em locais ou épocas em que ocorrem grandes variações de temperatura, alta luminosidade, chuvas intensas, ventos fortes e granizo, a solução é o cultivo protegido de hortaliças em casa de vegetação ou em outra estrutura de proteção. Este sistema permite o uso racional de água e de nutrientes, a programação da produção, a precocidade da primeira colheita, um maior período de produção e, com isso, maior produtividade por planta e por unidade de área.

O cultivo sem solo é uma técnica alternativa de cultivo protegido, na qual os nutrientes são fornecidos via água de irrigação. Ele permite o plantio em locais onde a correção da fertilidade, a desinfestação ou a desinfecção do solo são problemáticas.

A hidroponia é uma forma de cultivo sem solo, com ou sem substrato, em que os nutrientes são fornecidos às plantas em um fluxo contínuo ou intermitente, como em filme estático, continuamente aerado, de solução nutritiva.

O termo hidroponia vem das palavras gregas *hydro* = água e *ponos* = trabalho, significando, assim, "trabalho da água". Esta técnica tem sido, provavelmente, o mais importante instrumento de pesquisa para estudar a composição das plantas, sua forma de crescimento, os nutrientes de que necessitam e as respostas que apresentam às variações ambientais. Ela vem sendo utilizada desde tempos remotos, como nos jardins suspensos da Babilônia e nos jardins flutuantes dos astecas, no México. Popularizou-se a partir da década de 30, mas foi a partir da década de 80 que a hidroponia se tornou uma prática comercial para a produção de hortaliças.

O cultivo hidropônico requer o conhecimento das exigências das culturas quanto a nutrição, fatores climáticos e fitossanitários, além de disponibilidade de recursos financeiros para a construção da infra-estrutura e para a aquisição de equipamentos e insumos. Não é necessária, porém, a realização de práticas culturais, como rotação de cultura, correção do solo, controle de plantas-daninhas, desinfecção e preparo do solo. Conhecidas as necessidades nutricionais e as limitações dos fatores climáticos, é possível cultivar, por hidroponia, qualquer espécie de planta.

Diferentes sistemas de hidroponia são descritos na literatura. Os mais usados são:

- a) O sistema de fluxo laminar de nutrientes (NFT), segundo o qual a solução nutritiva é forçada a circular através de calhas, canais ou tubos onde estão as raízes das plantas.
- b) O cultivo em água profunda (DFT), piscina ou *floating*, em que a solução nutritiva é contida em um reservatório em forma de piscina, formando uma lâmina de 15 cm a 20 cm.
- c) A aeroponia, um promissor sistema de hidroponia, no qual a água e os nutrientes são aspergidos sobre o sistema radicular das plantas que está suspenso no ar.
- d) O cultivo em substrato, que constitui também uma forma de hidroponia, pois todos os nutrientes são fornecidos por intermédio da solução nutritiva.

Uma cultura em hidroponia, qualquer que seja a espécie a ser cultivada, é sempre feita pelo sistema de cultivo protegido e é constituída por: casa de vegetação, sistema hidráulico e um conjunto de equipamentos ou instrumentos para monitorar a solução nutritiva e o ambiente interno da casa de vegetação.

CASAS DE VEGETAÇÃO

Neville V. B. dos Reis
Nozomu Makishima
Osmar Alves Carrijo

A hidroponia é sempre feita em casa de vegetação. Dependendo dos fatores climáticos a serem manejados para atender às espécies cultivadas, será necessária a escolha do tipo e do modelo, e a definição de equipamentos e acessórios a serem instalados. Para a construção da casa de vegetação, climatizada ou não, deve-se levar em consideração:

Tipos e modelos de casas de vegetação

As casas de vegetação para uso em hidroponia são classificadas, quanto ao tipo, em climatizadas, semiclimatizadas e não-climatizadas. A casa de vegetação climatizada permite um total manejo do microclima interno; a semiclimatizada permite um controle parcial; e a não-climatizada não possibilita nenhum controle do ambiente interno. Quanto ao modelo, elas são classificadas, de acordo com o formato das suas estruturas, em: capela, teto convectivo, teto em arco, bela união, túnel alto, londrina e dente-de-serra.

- **Capela:** este modelo é assim chamado pela sua semelhança com uma capela, com telhado de duas águas iguais (Figura 1). Embora seja um modelo de uso generalizado nas cinco regiões geográficas do País, sua melhor utilização é em condições de clima quente e úmido (Centro-Oeste e Sudeste), quente e seco (Nordeste) e equatorial, como o da Amazônia.

Figura 1. Casa de vegetação modelo “capela”.



Foto: Nozomu Makishima

- **Teto convectivo:** neste modelo, as duas águas da cobertura têm diferentes tamanho e inclinação. A maior ou superior tem 26° a 30° de inclinação, e a menor ou inferior, 22° a 26°. A principal vantagem do modelo é facilitar a liberação da massa de ar quente e úmida do interior da casa de vegetação, pelo espaço entre o teto superior e o inferior, pelo processo físico de advecção. É um modelo recomendável para climas quentes por ser adaptável às condições de clima quente e extremamente úmido (equatorial), como os dominantes na Amazônia (Figura 2).

Figura 2. Casa de vegetação com teto convectivo.



Foto: Nozomu Makishima.

- **Teto em arco:** este modelo tem o teto em forma de arco ou semiparábola invertida, sustentado por pés-direitos (Figura 3). Ele pode ser utilizado nas Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte, fazendo-se as devidas adaptações e adicionando acessórios, como: janelas advectivas, teto zenital e sistemas de refrigeração ou aquecimento.

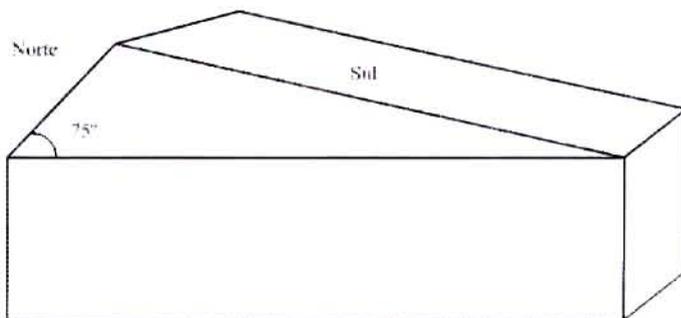
Figura 3. Casa de vegetação com teto em arco.



Foto: Osmar A. Carrijo.

- **Bela união:** nesta casa de vegetação, as duas águas da cobertura têm diferentes dimensão, inclinação e função (Figura 4). É um modelo recomendado para regiões de elevada latitude, como no Sul do País. A inclinação da cobertura do lado norte, perpendicular aos raios do sol, tem a finalidade de captar o máximo de energia solar durante o período de inverno, no Hemisfério Sul.

Figura 4. Esquema de casa de vegetação modelo “bela união”, usada no Hemisfério Sul.



- **Túnel alto:** trata-se de uma estrutura em forma de semicírculo ou parábola invertida, cujo ponto mais alto alcança até 3,50 m de altura (Figura 5). No Brasil, sua utilização é apropriada à Região Sul, para a produção de hortaliças nas estações de outono-inverno, podendo

também ser utilizada nas estações de primavera-verão, desde que possua acessórios, como janelas zenitais, para a liberação do vapor d'água nos dias mais quentes. É desaconselhável sua utilização para as demais regiões climáticas brasileiras.

Figura 5. Casa de vegetação modelo "túnel alto".



Foto: Osmar Alves Carrijo.

- **Londrina:** é o modelo com teto de uma só água (Figura 6). Em terreno plano, a cobertura deve ter certa inclinação para facilitar o escoamento da água da chuva. É adequado às condições de clima subtropical e apresenta, ainda, o efeito guarda-chuva.

Figura 6. Casa de vegetação modelo "londrina"



Foto: Nozomu Makishima.

- **Dente-de-serra:** tem esse nome porque o perfil transversal deste modelo lembra a figura de dentes de serra (Figura 7). É indicado para condições de elevada temperatura e umidade, como as condições climáticas predominantes nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Amazônica.

Figura 7. Casa de vegetação modelo "dente de serra".



Foto: Osmar A. Carrijo.

Cuidados para a construção da casa de vegetação

Para a construção da casa de vegetação, deve-se considerar:

- As exigências da espécie a ser cultivada.
- As condições climáticas do local e suas variações durante o ano.
- A necessidade de ajuste das condições climáticas à cultura e à época do ano.
- O sistema de hidroponia a ser usado.
- O domínio das técnicas de construção, visando à estabilidade da estrutura, a facilidades para o manejo e à economicidade da construção.
- A adequação do microclima interno.

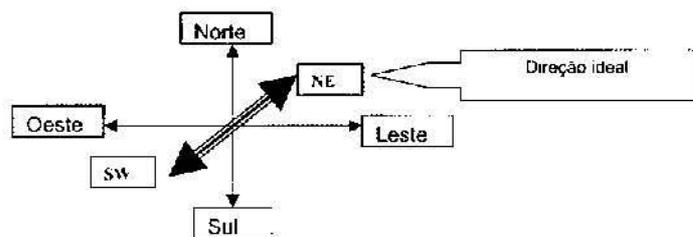
O local da construção deve ser dotado de energia elétrica, estar próximo de fonte de água de boa qualidade, não estar exposto a ventos fortes, ter boa luminosidade, ser de fácil acesso aos trabalhadores, estar perto dos centros consumidores e ter espaço para futuras expansões.

Escolha do tipo e do modelo

A escolha do tipo e do modelo da casa de vegetação deve basear-se nos fatores climáticos a serem controlados, como temperatura, chuva, vento, luminosidade ou fotoperíodo. Para tanto, deve-se dispor de uma série histórica de informações das variações das temperaturas máximas e mínimas, índice pluviométrico, umidade relativa do ar, direção e velocidade dos ventos, bem como a posição geográfica do local onde se deseja instalar a casa de vegetação.

Posicionamento do eixo longitudinal – Nas condições de baixa latitude, o posicionamento do eixo longitudinal da casa de vegetação deve coincidir com o dos ventos predominantes na região. Em altas latitudes, como no Sul do Brasil, deve ser norte-sul, para uma maior captação da radiação solar na época de inverno. Para as condições mesoclimáticas da Região Centro-Oeste, o melhor direcionamento do eixo longitudinal da estrutura de proteção é de sudoeste (SW) para nordeste (NE) (Figura 8).

Figura 8. Direção ideal do eixo longitudinal da estrutura na região Centro-Oeste.



Materiais para construção das estruturas

Estrutura – A estrutura de uma casa de vegetação pode ser de madeira, concreto, ferro galvanizado ou não. No caso de se utilizar madeira ou concreto, a superfície de contato com o filme de plástico deve ser lisa, para minimizar o efeito do atrito provocado pelos ventos fortes, que podem causar rasgos nos filmes.

Teto – Para o teto dos modelos “capela”, “teto convectivo” ou “dente-de-serra”, o material mais utilizado é a madeira bruta ou aparada; enquanto, para o de teto em arco ou túnel alto, pode-se usar o bambu, o vergalhão ou o tubo de ferro, galvanizado ou não.

Cobertura – Ela pode ser de filme de plástico, vidro, chapa de policarbonato ou acrílico.

Fechamento – Para o fechamento das laterais e frontais, podem ser usados os mesmos materiais da cobertura ou uma tela de náilon, conforme as necessidades do manejo do ambiente interno.

Tipos de filme de plástico

Os materiais de plástico utilizados nas coberturas e no fechamento das laterais e frontais das estruturas são polímeros aditivados com lubrificante de sais metálicos e ácidos gordurosos, à base de estanho e alumínio. Esses aditivos tornam flexíveis os materiais rígidos, como o

cloro de polivinil (PVC). Outros aditivos induzem propriedades físicas especiais, tais como:

- Filtragem das radiações eletromagnéticas em diversas faixas de onda do espectro solar.
- Eliminação de radiações nas faixas menores de $0,3 \mu\text{m}$, gerando plásticos especiais, que evitam a transmitância de radiações ultravioleta de grande poder destrutivo e nenhuma utilização no processo fotossintético das plantas.
- Impedimento da passagem da radiação solar na faixa do espectro entre $6 \mu\text{m}$ e $13 \mu\text{m}$, conhecida como janela térmica, gerando um plástico de polietileno que diminui a troca de calor entre o ambiente interno e o externo, com propriedades similares ao do PVC. Outras aditificações dos polímeros de polietileno geram os plásticos antigotejos, que evitam a formação de gotas na parte interior da cobertura de plástico em virtude da condensação do vapor quente na cobertura mais fria. Essas gotas, caindo do teto sobre as plantas, podem favorecer a incidência de doenças.

Outros materiais resultantes de aditificações são: plásticos reflectivos, que aumentam a reflexão da radiação solar incidente, facilitando o controle da temperatura interna; plásticos fotosseltores, com transmitância da radiação solar em faixas exclusivas, como os plásticos de efeitos herbicídicos (faixa do espectro solar na faixa da radiação verde, não-efetiva no processo de fotossíntese); e plásticos fotodifusores, que permitem somente a passagem de radiações solares exclusivamente na faixa visível ou radiação fotossinteticamente ativa.

O polietileno de baixa densidade, aditivado contra radiação ultravioleta, o mais utilizado no País, é encontrado em bobinas com diversos comprimentos, larguras e espessuras. Os comprimentos mais frequentes são de 50 m a 200 m, enquanto as larguras podem ser de 4 m, 6 m, 8 m, 10 m a 12 m, e a espessura, de 75 mm, 100 mm, 150 mm e 200 mm.

Além dos tipos descritos, é possível encontrar filmes para a agricultura com outras características, como o da reflexão ou difusão da luz, com propriedades antioxidantes, resistentes a certos princípios ativos de defensivos como enxofre, cloro e bromo, além de oferecer maior durabilidade.

O filme de policloreto de vinila (PVC), que tem a capacidade de impedir quase totalmente a passagem da radiação ultravioleta, embora seja mais resistente do que o polietileno (três a quatro vezes), é pouco utilizado por ser dispendioso e apresentar poucas variações de dimensão.

O policarbonato utilizado para a produção de chapas com diversas espessuras é um material de alta transparência e durabilidade, não acumula poeira na superfície, facilita o manejo por ser bastante flexível e resiste a chuvas de granizo. No entanto, sua utilização em larga escala tem sido limitada pelo seu alto custo.

Tipos de tela

Dependendo dos fatores climáticos a serem controlados, pode-se utilizar telas de náilon além do filme de plástico para a cobertura e o fechamento das laterais, da frente e do fundo da casa de vegetação. Essas telas estão disponíveis em várias cores, sendo as mais comuns a branca e a preta, e com várias medidas de malha ou *mesh*.

Se a finalidade é a reflexão da luz solar, para minimizar o efeito na elevação da temperatura, usa-se a tela branca (clarite). Se o intuito, porém, é a redução da luminosidade, deve-se utilizar a tela preta (sombrite), que permite reduções de 18% a 80% da radiação incidente.

As telas de náilon ainda podem ser utilizadas como quebra-ventos ou para reduzir a entrada de insetos de acordo com a malha. O *aluminet* é outro tipo de tela confeccionada com material de plástico ou náilon aluminizado, que tem alta eficiência na reflexão da radiação e, por isso, mantém a temperatura interna mais amena.

Dimensões

As dimensões da casa de vegetação devem ser definidas após o estudo de cada caso, considerando as variações dos fatores climáticos e as exigências das espécies a serem cultivadas. As casas de vegetação podem ser construídas em módulos individuais ou geminados. No primeiro caso e para os modelos "capela", "teto convectivo" e "teto em arco", as dimensões mais usadas são: 6 m a 8 m de largura, 50 m de comprimento, pé-direito com 2,5 m a 4,0 m e cumeeira com 3,5 m a 5,0 m de altura. O túnel alto é construído com 3 m a 4 m de largura, comprimento de 50 m e máxima altura na curvatura de 4 m. Nas estruturas geminadas ou com modelos "bela união", "dente-de-serra" e "londrina", a largura total é um múltiplo da largura dos módulos individuais.

Equipamentos e acessórios

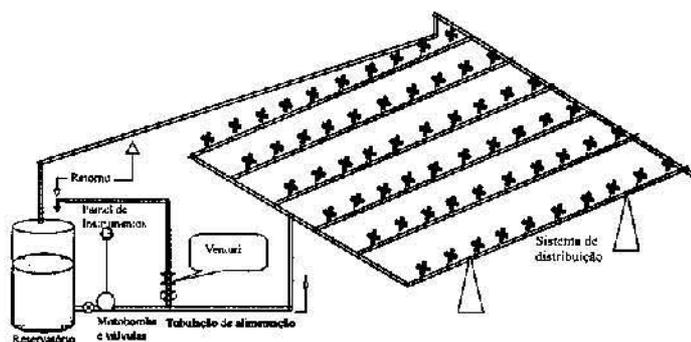
Um projeto bem elaborado de casa de vegetação pode não ser o suficiente para alcançar as condições ideais do microclima interno. Assim, pode ser necessária a instalação de equipamentos e acessórios, tais como ventiladores, exaustores, aquecedores e vaporizadores.

CONJUNTO HIDROPÔNICO

Nozomu Makishima
Osmar Alves Carrijo

O conjunto hidropônico é constituído por: reservatório da solução nutritiva, motobomba, sistema de distribuição da solução nutritiva e painel de instrumentos para controle da motobomba e da distribuição da solução nutritiva (Figura 9).

Figura 9. Esquema de um conjunto hidropônico com sistema de distribuição fechado (NFT).



Reservatórios para a solução nutritiva

Devem estar instalados o mais próximo possível das estruturas e, de preferência, situados abaixo da superfície do solo, para diminuir a variação da temperatura da solução e melhorar a sua aeração por ocasião da drenagem dos canais ou tubos. É imprescindível manter o reservatório coberto da ação direta da luz, com tampa própria ou material plástico de cor escura, para evitar a evaporação e o aquecimento da solução, e para reduzir a possibilidade de contaminação por fungo, alga, poeira ou outros agentes.

Como a solução nutritiva é constituída pela solubilização de diversos sais, torna-se corrosiva. O sistema deve, portanto, ser de material não-corrosível, como as caixas d'água de fibra de vidro e polietileno. Se forem usadas caixas de fibrocimento, para evitar a sua corrosão, elas devem ser previamente pintadas internamente, com tinta esmalte, ou revestidas com filme de plástico. O reservatório pode ser também cavado no solo e revestido com filme de plástico.

O cálculo da capacidade do reservatório é feito em função da espécie a ser cultivada e do número de plantas. Como referência, pode-se considerar a necessidade de 0,5 L a 1,5 L por planta, por dia, para plantas de pequeno porte,

como alface, e, para plantas de porte alto, como o tomateiro, de 3 L a 5 L por planta adulta. Qualquer que seja o tamanho, a forma ou a localização, o reservatório deve favorecer a drenagem e a limpeza. Embora seja mais dispendioso, o uso de diversos reservatórios é mais seguro, pois, em caso de contaminação, evita-se a dispersão dela por todo o sistema.

Para economizar energia, pode-se colocar um reservatório de recepção ou de solução-estoque abaixo do nível do solo, para receber a solução que drena dos canais ou das calhas, e outro elevado, de distribuição, para alimentar os canais por gravidade, no curto período de distribuição da solução nutritiva. A transferência da solução do reservatório inferior para o elevado é feita por bombeamento.

Motobomba

Este equipamento é necessário para promover a circulação da solução nutritiva do reservatório para o conjunto de distribuição, ou seja, para tubos, gotejadores ou canais, calhas e piscinas. As bombas usadas em hidroponia são geralmente do tipo centrífuga e são acionadas por motores elétricos.

Para escolher um conjunto motobomba, deve-se conhecer:

- A vazão total necessária em L/s.
- A altura manométrica total em metros de coluna d'água (m.c.a).
- O rendimento da bomba e do motor.

A vazão total é a soma da vazão necessária para abastecimento das plantas mais uma vazão de retorno de 20% a 50% para a aeração da solução. A vazão para abastecimento das plantas é calculada multiplicando-se o número de canais ou calhas a serem abastecidos simultaneamente pela vazão por canal nos sistemas fechados. Na literatura, os valores são discordantes sobre essa vazão, que varia conforme a espécie a ser cultivada. De um modo geral, sugere-se 0,5 L a 1 L/min na fase inicial e 1 L/min a 2 L/min na fase final em espécies de porte pequeno, como alface. De 0,75 L/min a 1 L/min na fase inicial e de 2 L/min a 5 L/min na fase adulta, para espécies de grande porte, como o tomateiro. Nos sistemas abertos, multiplica-se a vazão do gotejador (fornecida pelo fabricante) pelo número de gotejadores por linha e pelo número de linhas irrigadas ao mesmo tempo.

A altura manométrica em uma unidade hidropônica é a soma da altura geométrica de recalque, mais a altura de sucção e mais as perdas de carga nas tubulações e

conexões. A altura geométrica de recalque é a distância vertical do eixo da bomba até a saída do tubo de alimentação das calhas ou do ponto de entrada do reservatório elevado que alimentará as calhas, quando se utiliza esse sistema. A altura de sucção é a distância vertical do nível da solução no reservatório até o eixo da bomba.

A perda de carga nas tubulações depende, principalmente, da vazão, do diâmetro e do material de constituição da tubulação. Por conveniência, ela é estimada como um percentual da soma das alturas geométricas de sucção e recalque. A perda de carga máxima permitida nas tubulações é estimada em 20% a 30% da soma das alturas geométricas de sucção e recalque, enquanto a perda de carga nas conexões (registros, cotovelos) é de 5%. O rendimento ou a eficiência da bomba é, em média, estimado em 70%, e, nos motores elétricos, em 90%.

Exemplo de cálculos para um sistema fechado de hidroponia:

Cultura	Alface
Espaçamento entre calhas	0,30 m
Espaçamento entre bancadas	0,70 m



Espaçamento entre plantas:	0,30 m
Vazão do canal (q)	0,15 L/min
Número de canais:	20
Altura de sucção (nível da solução até a bomba)	1,00 m
Altura da bomba até os canais	2,00 m
Perda de carga nas tubulações (30% de 2 m)	0,60 m
Perda de carga nas conexões (5% de 2 m)	0,10 m
Altura manométrica total (soma) – Hman	3,70 m
Rendimento da bomba (Efb)	70%
Rendimento do motor (Efm)	90%

- Cálculo da vazão total (Qtotal) necessária em L/s

$Q_{total} = \text{vazão por canal} \times \text{número de canais} + \text{vazão de retorno (50\%)}$

$$Q_{total} = (0,025 \times 20) + 0,5 (0,025 \times 20)$$

$$Q_{total} = 0,50 + 0,25$$

$$Q_{total} = 0,75 \text{ L/s.}$$

- Escolha da motobomba

Com os dados de vazão ($0,75 \text{ L/s} = 45 \text{ L/min}$), da altura manométrica (3,7 m) e de curvas características de bombas fornecidas pelos fabricantes, escolhe-se o conjunto motobomba que atenda às necessidades do projeto.

Sistemas de distribuição da solução nutritiva

O cultivo hidropônico pode ser realizado por um sistema aberto ou fechado de circulação da solução nutritiva.

Sistema aberto

Neste sistema, a solução nutritiva é aplicada ao substrato, contido em contentores tipo calha, canal e saco ou tubo de plástico, de modo a mantê-lo sempre úmido. É geralmente utilizado para o cultivo de espécies de plantas de porte alto, como o tomateiro. Nesse sistema, a aplicação da solução nutritiva é realizada por gotejamento, e usa-se o tanque classe A ou outro tipo de evaporímetro para o controle das aplicações. É comum o uso do controlador de irrigação ou temporizador e válvulas solenóides para controlar e automatizar a aplicação da solução nutritiva. Existem sistemas completamente automatizados, dotados de sensores de umidade, ou mesmo equipamentos que calculam a evapotranspiração da cultura (ET_c) em tempo real, controlados por computador.

O tempo de aplicação deve ser ajustado para não ocorrer encharcamento prolongado da camada inferior do substrato no "travesseiro" ou no canal revestido, e para permitir uma pequena drenagem (10% a 30%). A pequena drenagem é recomendada como garantia da aplicação da quantidade de solução correta, para possibilitar a retirada do excesso de nutrientes não absorvidos e evitar a salinização do substrato.

O uso do tensiômetro não é recomendável quando se cultiva em substrato tipo perlita ou cascalho, pois pode não ocorrer um bom contato entre a cápsula porosa e o substrato, condição necessária para um bom funcionamento do equipamento.

Sistema fechado

Neste sistema a solução nutritiva circula do reservatório, passando pelo sistema radicular das plantas e retornando ao reservatório. A circulação é realizada, em geral, por bombeamento e drenagem, possibilitando a reutilização da solução. Nesse sistema, há economia de água e nutrientes; no entanto, a solução sofre alterações ao passar pelo sistema radicular.

O sistema fechado é mais utilizado para o cultivo de espécies de porte pequeno, como as folhosas, embora possa também ser usado para as de grande porte, como o tomateiro. Consiste em fazer a solução nutritiva circular do reservatório para o sistema de distribuição (canais, calhas, tubos ou piscina), onde estão as raízes das plantas. A solução não absorvida é recolhida ao reservatório. O volume da solução em circulação deve formar uma lâmina suficiente para cobrir dois terços das raízes.

Neste sistema, a circulação da solução nutritiva pode ser constante ou intermitente, devendo-se tomar cuidado para que não haja secamento das raízes quando a solução nutritiva não estiver circulando. A intermitência, ou seja, o tempo em que a solução nutritiva está em circulação e parada, deve ser regulada de acordo com as condições do microclima do ambiente e o estágio de desenvolvimento da planta, e pode ser controlada por um temporizador. Não há uma indicação ideal para o tempo de circulação, mas deve-se atentar para que, nos dias ensolarados e quentes, o sistema funcione ininterruptamente durante as horas mais quentes, por causa da elevada taxa de transpiração das plantas.

Para o cultivo de espécies de pequeno porte, as calhas ou os tubos são sustentados por cavaletes, formando bancadas, ou suportes em forma de escada. O número de calhas ou tubos por bancada depende do espaçamento entre eles que, por sua vez, depende do espaçamento entre plantas. De modo geral, são 6 a 8 calhas ou tubos por bancada de 0,80 m a 1,00 m. Se os tubos ou as calhas forem montados em forma de escada, em posição vertical ou inclinada, o espaçamento entre eles deve ser maior do que a altura da planta adulta da espécie a ser cultivada. Outro cuidado a tomar na montagem de calhas ou tubos em forma de escada é sobre a altura total, para garantir que as plantas localizadas nos níveis mais baixos tenham aeração e luminosidade suficientes para o seu desenvolvimento.

Para o cultivo de plantas de pequeno porte, como a alface, utiliza-se o tubo de PVC com diâmetro interno de 75 mm ou de 100 mm, cortado longitudinalmente ao meio, no formato de calhas. Atualmente, são encontrados no comércio tubos de PVC com uma parte plana, que facilita a confecção dos furos onde serão colocadas as mudas (Figura 10). A altura da bancada deve oferecer comodidade de trabalho para o operador, por isso é geralmente de 0,70 m a 0,80 m. O comprimento da bancada ou da montagem em forma de escada deve ser de até 18 m. Em ambos os casos, as calhas ou os tubos devem ter de 2,0% a 2,5% de declividade.

Figura 10. Cultivo de alface em um sistema fechado de hidroponia (NFT), em tubos de PVC, com uma parte plana.



Foto: *Nozomu Makishima*.

Painel de instrumentos para controle da motobomba

Os sistemas de controle automático de aplicação de solução nutritiva são mais complexos no sistema aberto do que no sistema fechado. No sistema fechado, o sistema de controle é constituído basicamente por um temporizador, válvulas solenóides, quadro elétrico da motobomba, registros e conexões. No sistema aberto, além desses equipamentos, o cabeçal de controle deve conter um sistema eficiente de filtragem e injetores de solução nutritiva, preferencialmente do tipo bomba dosadora.

Conjunto de equipamentos e instrumentos

O cultivo por hidroponia exige o monitoramento do ambiente interno da casa de vegetação, da solução nutritiva e da planta. É necessário, portanto, dispor de equipamentos para medição ou avaliação dos diferentes fatores, tais como temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar, acidez, condutividade elétrica e temperatura da solução.

Para o monitoramento das condições ambientais, são necessários termômetros de máxima e mínima e higrógrafo para o registro da umidade relativa do ar. O monitoramento da solução nutritiva é feito com o peagômetro que mede a acidez, com o condutímetro que mede a condutividade elétrica da solução e indica a concentração total de sais, e com o termômetro que mede a temperatura da solução. Outros equipamentos que facilitam o trabalho de monitoramento são: balança de precisão e copos graduados, de diversos tamanhos, para o preparo das soluções de correção da solução nutritiva.

É recomendável que se tenha um cômodo para servir de minilaboratório, onde deverão ser guardados os equipamentos e os sais utilizados para o preparo ou a correção da solução.

Sistema de fixação das plantas

O cultivo hidropônico é feito sem solo, e a fixação das plantas é feita com ou sem uso de substrato. No cultivo em substrato, as raízes desenvolvem-se em um meio inorgânico (pedra, areia, lâ-de-rocha, etc.), orgânico (fibra de coco, bagaço de cana triturado, composto orgânico, etc.) ou em mistura dos dois materiais. Um bom substrato deve ser inerte ou quase, isto é, não deve reagir ou, pelo menos, utilizar o mínimo possível dos nutrientes adicionados, ter alta capacidade de retenção de água e de nutrientes, ser aerado, estar livre de contaminantes, como agentes patogênicos e metais pesados, ser abundante e barato, e fácil de ser descartado ou reciclado.

O substrato deve ser colocado em um recipiente ou contentor, que pode ser canal ou sulco aberto no solo, e deve ser revestido com um filme de plástico, que servirá também para cobri-lo, ou canais de concreto, madeira ou isopor. Podem ser utilizados também sacos de plástico, colocados em pé ou deitados, na forma de traveseiro ou bisnaga. Eles devem estar quase em nível, assim como deve estar também o fundo do sulco ou canal, para permitir a circulação e a distribuição uniforme da solução.

Para prender as mudas nas calhas ou nos canais em cultivos sem substrato, fixam-se chapas de isopor ou filme de plástico opaco na bancada ou nas calhas ou canais. As mudas são colocadas nos furos com 4 cm a 5 cm de diâmetro, feitos no tubo, na chapa de isopor ou no filme. A chapa de isopor dá mais apoio à muda e protege a solução da incidência de luz e da variação de temperatura. No entanto, quebra-se com facilidade se não for manipulada com cuidado, principalmente durante a colheita. Para evitar esse problema, os produtores revestem os furos com anéis de cano de PVC.

O espaçamento entre linhas de furos, na chapa de isopor ou no filme de plástico, deve ser igual à distância de centro a centro das calhas ou canais. Assim, se a distância entre linhas for de 30 cm, a distância de centro a centro dos furos na linha deverá ser também de 30 cm. Já o espaçamento entre centro a centro dos furos na linha deve ser aquele indicado para a espécie a ser cultivada. Para melhor aproveitamento da área útil da bancada ou da estrutura, os furos de uma linha devem ser posicionados de modo a formar um triângulo com os furos da outra linha.

PRINCÍPIOS DE NUTRIÇÃO MINERAL, FORMULAÇÃO E MANEJO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

*Osmar A. Carrijo
Nozomu Makishima
Antonio F. Souza*

Para o seu desenvolvimento normal, as plantas necessitam de 16 elementos, dos quais 13 são nutrientes minerais. De acordo com as quantidades requeridas, esses minerais são classificados em macro e micronutrientes. Os macronutrientes são: o nitrogênio (N), o fósforo (P), o potássio (K), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e o enxofre (S). Os micronutrientes são: o boro (B), o cloro (Cl), o cobre (Cu), o ferro (Fe), o manganês (Mn), o molibdênio (Mo) e o zinco (Zn). Além dos macro e micronutrientes minerais, a planta necessita do carbono (C), do hidrogênio (H) e do oxigênio (O), que são providos pelo ar e pela água.

Existem outros elementos que são considerados benéficos para a planta, mas não são essenciais ao seu desenvolvimento, como o sódio (Na), para as plantas que crescem em regiões desérticas; o silício (Si), para as gramíneas; e o cobalto (Co), para as leguminosas.

O carbono (C) é um componente presente em todos os compostos orgânicos. É retirado do CO_2 da atmosfera pela fotossíntese das plantas, para a formação de açúcares, proteínas e ácidos orgânicos, que são usados em componentes estruturais e reações enzimáticas. No processo de respiração, os compostos orgânicos são metabolizados para fornecer energia às plantas. O nível normal de CO_2 na atmosfera é de aproximadamente 350 ml/L. Pesquisas têm demonstrado que as plantas respondem a níveis crescentes de CO_2 até 800 a 1.000 ml/L. Por essa razão, a injeção de CO_2 para a produção de hortaliças é uma prática comum em casas de vegetação totalmente fechadas e climatizadas. No entanto, essa prática em estruturas não climatizadas carece ainda de estudos mais aprofundados, antes de ser recomendada aos produtores.

Nitrogênio (N) – Está presente na constituição de aminoácidos e proteínas, desempenhando papel fundamental no crescimento e no desenvolvimento das plantas, e é talvez o elemento de maior influência na produção das culturas. A absorção de nitrogênio ocorre nas formas de nitrato- NO_3^- e amônia- NH_4^+ e é otimizada

quando ambas as formas estão presentes na solução. A forma pela qual N é absorvido afeta o pH do meio. Quando o íon NH_4^+ é absorvido, a planta libera o íon H^+ no meio e ocorre um decréscimo do pH. O contrário ocorre com a absorção de NO_3^- , que libera OH^- , aumentando o pH e alcalinizando o meio; portanto, um balanceamento entre as duas fontes de N pode propiciar um equilíbrio do pH da solução.

A maior parte de N fornecido às plantas em hidroponia é na forma de nitratos. Resultados de pesquisa mostram que a forma amoniacal (NH_4^+) não deve exceder 50% da concentração total na solução nutritiva. Para se obter um efeito estimulante na absorção de nitratos, alguns autores relatam que 5% do N total na forma amoniacal é suficiente no sistema NFT, mas uma concentração maior de até 25% é necessária para sistemas aerados. Um ajuste nessa relação pode ser necessário, dependendo da cultura, do estágio de desenvolvimento, do fluxo da solução nutritiva, etc. Por exemplo, plantas que dão frutos, como o tomate e o pimentão, são muito sensíveis às fontes amoniacais, principalmente na fase de floração e frutificação, diminuindo a produtividade e aumentando a ocorrência de distúrbios fisiológicos, como a podridão apical dos frutos.

A carência de nitrogênio reduz o crescimento e provoca a clorose (amarelecimento) das folhas mais velhas, que podem até secar, se a deficiência permanecer por longo tempo. O excesso, por sua vez, provoca crescimento exuberante, intensifica a coloração verde, afeta a qualidade do fruto, e as plantas ficam mais susceptíveis ao ataque de insetos-pragas e doenças. O teor de nitrogênio nas folhas varia de 2% a 3% da matéria seca até 4% a 5%, dependendo principalmente da espécie vegetal.

Fósforo (P) – Este nutriente desempenha um papel fundamental nos processos energéticos da planta e está presente nos compostos que constituem as substâncias responsáveis pela transmissão do código genético das células (DNA e RNA). A carência de fósforo reduz o crescimento, principalmente após a emergência das folhas novas. Os sintomas de deficiência aparecem primeiro nas folhas mais velhas, que apresentam coloração arroxeada, principalmente nas nervuras. O excesso afeta a assimilação do nitrogênio, tornando o tecido duro e quebradiço, e diminui o crescimento, provavelmente por afetar a absorção de Zn, Fe e Cu. De um modo geral, em hortaliças, folhas que contêm até 0,2% da matéria seca de P são consideradas

deficientes, e folhas recém-maduras com teor adequado de P contêm de 0,25% a 0,6% da matéria seca. A maioria das soluções nutritivas apresenta uma concentração de 30 mg/L a 50 mg/L de P.

Potássio (K) – O potássio age como catalisador de algumas reações enzimáticas, estando envolvido com a turgidez das células, a abertura e o fechamento dos estômatos, e no processo de síntese, acumulação e transporte de carboidratos. Planta com deficiência de K produz frutos de pior qualidade, afetando a maturação. Níveis altos de K podem aumentar a resistência ao armazenamento após a colheita. O nível normal de K nas folhas é de 1,25% a 3% da matéria seca, e o período crítico na absorção de K ocorre durante o estágio vegetativo.

A deficiência de potássio é caracterizada por necrose ou morte da borda das folhas mais velhas, que pode progredir para as mais novas, dando uma aparência de queima das bordas e provocando a redução no crescimento das plantas. O excesso de K prejudica a absorção de outros cátions, como magnésio, cálcio e nitrogênio na forma amoniacal (NH_4^+).

Cálcio (Ca) – É o maior constituinte mineral das paredes celulares e é importante na manutenção da integridade das células e na permeabilidade das membranas. Aumenta a viabilidade do pólen e ativa as enzimas responsáveis pela mitose, divisão e crescimento das células. A absorção de Ca é realizada predominantemente por meio de um mecanismo passivo, e seu movimento na planta se dá principalmente junto com o fluxo de água. Dessa maneira, condições ambientais que afetam a transpiração também afetam a absorção de Ca. O teor de Ca nas folhas varia entre 0,2% a 5,0%, e o nível de suficiência para a maioria das hortaliças varia de 1,0% a 3,5% da matéria seca. A deficiência de cálcio é notada nos pontos de maior crescimento, formando brotos retorcidos e de coloração amarronzada, e até secamento, clorose e necrose das margens das folhas, morte e secamento da ponta das raízes. Nos frutos, a deficiência provoca o enegrecimento ou a podridão seca do ápice. O excesso de Ca induz deficiências de magnésio, potássio e ferro.

Magnésio (Mg) – É um constituinte da molécula de clorofila, pigmento esse responsável pela realização da fotossíntese. O Mg é também um catalisador enzimático em processos de transferência de energia (ATP e ADP). A concentração de Mg nas folhas varia entre 0,3% a 1,0%.

A deficiência de Mg em cultivo hidropônico é causada principalmente por um desbalanceamento entre as concentrações de Mg e K, NH_4^+ e Ca^+ , e causa clorose internerval das folhas mais velhas, enquanto as nervuras primárias e as secundárias permanecem verdes. Com a continuidade da deficiência, a clorose pode alcançar as folhas novas. A deficiência de Mg aumenta a susceptibilidade a doenças, principalmente fúngicas, e o excesso pode afetar a assimilação de potássio e cálcio. Alguns pesquisadores recomendam que a concentração de Mg na solução não seja maior que a de Ca, para manter um balanço de cátions que proporcione um melhor desenvolvimento das plantas.

Enxofre (S) – Este nutriente está envolvido na síntese de proteínas e presente em aminoácidos, como cistina e tiamina, pró-vitamina A e vitamina B_1 , bem como nos óleos aromáticos da mostarda, das crucíferas e das liliáceas. O teor normal de S nas folhas varia de 0,15% a 0,5%, enquanto o nível de suficiência em hortaliças está entre 0,3% e 1,0% e, na maioria das soluções nutritivas, a concentração é de 50 mg/L. A deficiência de S induz clorose internerval das folhas novas, que se intensifica com o tempo. Pode-se também notar deformação da folha. O amarelecimento provocado pelo S é semelhante ao de nitrogênio, mas a deficiência de N inicia-se nas folhas baixas (mais velhas), enquanto a de S começa nas folhas do topo da planta (mais novas).

Boro (B) – A exata função do boro nas plantas não é bem conhecida, mas há forte evidência que ele é importante na síntese e no transporte de carboidratos e no sistema reprodutivo. Dependendo da cultura, folhas normais contêm de 10 mg/kg a 50 mg/kg de B em relação à matéria seca. A deficiência de boro provoca primeiramente a morte dos pontos de crescimento, sintoma semelhante à deficiência de cálcio. As folhas e os frutos ficam deformados e as raízes apresentam rachaduras. As hastes e os pecíolos das folhas ficam quebradiços e há um encurtamento dos entrenós. O excesso de B pode causar toxicidade, cujo sintoma é a descoloração e até a morte da borda das folhas.

Ferro (Fe) – Este elemento desempenha papel importante na fotossíntese e na formação da clorofila e nos processos que necessitam transferência de energia. O nível de suficiência de Fe, na maioria das culturas, está entre 50 mg/kg e 100 mg/kg de matéria seca.

A deficiência de Fe produz sintomas que é de difícil diferenciação visual, pois são bastante similares aos de deficiência de S, Mn e Mg. Os sintomas de deficiência de Fe aparecem primeiro nas folhas mais novas, que perdem a sua coloração verde em virtude do decréscimo de clorofila, apresentando um amarelecimento internerval ou até mesmo uma descoloração total das folhas. Em meio alcalino ($\text{pH} > 7$) e com o excesso de outros elementos como Mn e P, ocorre redução na absorção de Fe. A maioria das soluções nutritivas possui uma concentração de Fe entre 2 mg/L e 3 mg/L.

Zinco (Zn) É catalisador enzimático e está envolvido na síntese de reguladores de crescimento, como o ácido indolacético. Folhas normais contêm de 25 mg/kg a 50 mg/kg de Zn, que, em alta concentração, é tóxico. A deficiência de zinco causa clorose internerval nas folhas e afeta o crescimento, pois reduz o tamanho das folhas e encurta os internódios. As folhas velhas apresentam manchas amareladas. Baixas temperaturas, umidade excessiva do substrato, pH alto ou excesso de P aumentam a deficiência de Zn.

Cobre (Cu) – É um constituinte dos cloroplastos e importante na fotossíntese e no metabolismo dos carboidratos, e participa como catalisador em vários processos enzimáticos. O nível de suficiência de Cu é de 3mg/kg a 7mg/kg nos tecidos foliares. A deficiência de cobre provoca deformação e o amarelecimento das margens das folhas novas, que se curvam para baixo, afetando o desenvolvimento dos frutos, que, por sua vez, se apresentam pequenos e deformados. O excesso de Cu pode provocar toxicidade e danos ao sistema radicular (20 mg/kg a 30 mg/kg). A absorção de Cu decresce com o aumento do pH e da concentração de Zn. A concentração normal de cobre nas soluções nutritivas varia de 0,001 mg/L a 0,01 mg/L.

Manganês (Mn) – A função do Mn é similar à do Fe, estando envolvido nos processos de oxirredução. O nível de suficiência de Mn nas folhas é de 20 mg/kg a 125 mg/kg. A absorção de Mn é afetada por altas concentrações de outros cátions, como Fe, Ca e Mg. A deficiência de Mn provoca amarelecimento das folhas mais novas, que apresentam pontos ou manchas necróticas, e é muito parecida com a de Mg; todavia, a deficiência de Mg aparece primeiro nas folhas mais velhas. O excesso de Mn na

solução tem efeito tóxico e as plantas apresentam necrose nas margens das folhas. Sintomas de deficiência de Mn assemelham-se aos de deficiência de Fe e, em geral, somente uma análise foliar pode diagnosticar com precisão a origem do problema. As formulações hidropônicas possuem uma concentração de 0,5 mg/L de Mn.

Molibdênio (Mo) – Este elemento está envolvido no processo enzimático do metabolismo do N. A redução do NO_3^- em NH_4^+ requer a presença de Mo. Os sulfatos afetam e diminuem a absorção de Mo, e a deficiência ocorre principalmente em meio ácido. A deficiência de molibdênio provoca deformações das folhas velhas, secamento das pontas, clorose das folhas novas, que podem se apresentar em forma de concha, e retarda o crescimento da planta.

Cloro (Cl) – Está envolvido no processo fotossintético, afetando a regulação dos estômatos e aumentando a hidratação dos tecidos. Observa-se que plantas deficientes em Cl se tornam mais susceptíveis a doenças fúngicas. Os sintomas de deficiência de Cl são clorose nas folhas novas e murchamento. O excesso de Cl causa fitotoxicidade, que pode ser reconhecida pela queima das bordas ou das pontas das folhas mais velhas, e interfere na absorção de outros ânions, como os nitratos. A partir da concentração de 1% nos tecidos foliares, pode se tornar tóxico.

Formulação da solução nutritiva – Todo sistema hidropônico utiliza uma solução denominada "solução nutritiva", na qual todos os nutrientes essenciais às plantas devem estar presentes em proporções adequadas para cada fase do desenvolvimento. Para tanto, vários aspectos precisam ser levados em consideração, tais como qualidade da água e dos sais a serem empregados, acidez, concentração, temperatura e oxigenação da solução.

Na literatura, são encontradas diversas indicações de fórmulas genéricas de solução nutritiva (Tabela 1). Formulações de solução nutritiva para as diferentes culturas são apresentadas na Tabela 2. Essas concentrações são para o início do processo, ou seja, com solução nova, mas deve-se considerar que essas soluções podem prescindir de ajustes ao longo do ciclo da cultura ou conforme a qualidade da água.

Tabela 1. Indicações de formulações de solução nutritiva (mg/L).

Elemento	Yunoki	Bernardes	Castellane & Araújo
Nitrogênio (NO ₃)	70,0 - 210,0	100,0 - 300,0	100,0 - 300,0
Nitrogênio (NH ₄)	0,0 - 40,0	-	-
Fósforo	15,0 - 50,0	35,0 - 70,0	35,0 - 70,0
Potássio	80,0 - 400,0	200,0 - 400,0	200,0 - 400,0
Cálcio	40,0 - 160,0	140,00 - 400,0	140,0 - 400,0
Magnésio	10,0 - 50,0	25,0 - 80,0	25,0 - 80,0
Enxofre	10,0 - 40,0	40,0 - 80,0	40,0 - 80,0
Ferro	1,0 - 5,0	2,0 - 10,0	2,0 - 10,0
Boro	0,1 - 1,0	0,5 - 1,0	0,5 - 1,0
Manganês	0,02 - 0,2	0,5 - 1,0	0,5 - 1,0
Cobre	0,01 - 0,1	0,02 - 0,10	0,02 - 0,10
Molibdênio	0,01 - 0,1	0,01 - 0,05	0,01 - 0,05
Zinco	0,02 - 0,2	0,05 - 0,10	0,05 - 0,10

Fonte: Castellane (1994); Bernardes (1997); Yunoki (1998).

Tabela 2. Fórmulas de soluções nutritivas para diferentes espécies de hortaliças em g/1.000 litros de água.

Sal	Alface	Tomate	Pimentão	Pepino	Morango	Melão
Nitrato de cálcio	950	900	650	960	700	900
Nitrato de potássio	900	270	506	486	303	455
Sulfato de potássio	-	122	-	-	-	22
Fosfato de potássio (¹)	272	272	170	245	204	170
Cloreto de potássio	-	141	-	-	-	-
Sulfato de magnésio	246	216	246	418	246	246
Nitrato de magnésio (²)	-	228	50	-	-	-
Sulfato de manganês	1,70	4,23	1,70	4,23	1,70	2,54
Sulfato de zinco	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Sulfato de cobre	0,19	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12 -
Molibdato de sódio	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Bórax	2,85	1,90	2,40	1,90	1,90	1,90
Fe - EDTA	50	43	37	43	25	22

(¹) 35% de K₂O e 53% de P₂O₅.

(²) 7% de N, 10% MgO (líquido).

Fonte: Castellani & Araújo (1995).

Tabela 3. Fertilizantes e sais utilizáveis para o preparo de solução nutritiva e respectivas concentrações de nutrientes.

Fertilizante / Sal	Nutriente	Concentração (%)
Nitrató de amônio	N amoniacal	16,5
	N nítrico	16,5
Nitrató de cálcio	N nítrico	14,5
	N amoniacal	1,0
	cálcio	17,0
Nitrató de potássio	N nítrico	13,0
	potássio	36,5
Nitrató de magnésio	N nítrico	11,0
	magnésio	9,5
Monoamônio fosfato-MAP	N amoniacal	11,0
	fósforo	21,0
Diamônio fosfato - DAP	N amoniacal	18,0
	fósforo	20,0
Fosfato monopotássico-MKP	fósforo	23,0
	potássio	29,0
Cloreto de potássio*	potássio	49,8
	cloro	47,0
Sulfato de amônio	N amoniacal	21,0
	enxofre	24,0
Sulfato de potássio	enxofre	17,0
	potássio	41,0
Sulfato de magnésio	enxofre	13,0
	magnésio	10,0
Cloreto de cálcio	cloro	38,0
	cálcio	22,0
Ácido fosfórico 85%, D = 1,7	fósforo	27,0
Sulfato ferroso	enxofre	11,0
	ferro	20,0
Fe EDTA (Dissolvine pó)	ferro	13,0
Fe EDDHA (Ferrilene)	ferro	6,0
Fe EDDHMA ₁ (Tenso Fe)	ferro	6,0
Ácido bórico	boro	17,0
Sulfato de cobre	enxofre	12,0
	cobre	24,0
Sulfato de manganês	enxofre	21,0
	manganês	25,0
Sulfato de zinco	enxofre	11,0
	zinco	22,0
Molibdato de sódio	molibdênio	39,0

*O KCl branco possui 52% de K.

Fonte: Furlani (1997); Furlani et al. (1999).

Preparo da solução nutritiva

Uma vez definida a fórmula da solução a ser utilizada, o produtor pode preparar a solução nutritiva em sua propriedade ou adquirir, no comércio, kits ou concentrados de soluções já preparadas para as diferentes culturas. O uso desses kits prontos tem aumentado em decorrência, principalmente, de dificuldades para formular a solução na propriedade, apesar do seu maior custo e das dificuldades

no ajuste de sua concentração. Para o preparo da solução nutritiva, deve-se cuidar para adquirir fontes de nutrientes de boa qualidade, com garantia quanto aos teores de nutrientes (Tabela 3), conforme especificados na embalagem, principalmente de sais que contêm micronutrientes, e observar os seguintes procedimentos:

- Deve-se possuir uma balança de precisão (0,01 mg ou melhor), uma vez que alguns sais são necessários em pequenas quantidades e um erro de pesagem pode desequilibrar a concentração da solução.
- Observar a solubilidade e a compatibilidade entre os nutrientes. Por exemplo, todos os nitratos e todos os cloretos de uso agrícola são solúveis, todos os sulfatos agrícolas são solúveis exceto o sulfato de cálcio. Todos os carbonatos são insolúveis, com exceção do carbonato de potássio, de sódio e de amônio, e todos os fosfatos são insolúveis, exceto os fosfatos de potássio, o de sódio e o de amônio. Fertilizantes contendo cálcio nunca devem ser misturados com sulfatos ou fosfatos (Steijn, 1997).
- Utilizar água potável, que pode ser de poço ou de fonte de boa qualidade. Mesmo assim, recomenda-se uma análise química da água para verificar possíveis necessidades de compensação de certos elementos, como cloro, cálcio e magnésio (Tabela 4). A água clorada urbana pode ser usada em hidroponia, desde que a concentração de Cl não seja muito alta (o ideal é que a concentração em Cl seja igual ou menor que 100 mg/L). Altas concentrações de bicarbonatos na água (acima de 40 mg/L) estão associadas com o aumento do pH da solução nutritiva e requerem, portanto, a acidificação da solução com ácido nítrico ou sulfúrico.

Tabela 4. Máxima concentração de alguns elementos na água de irrigação, para uso em hidroponia.

Elemento ou íon	Concentração (mg/L)*
Cloro (Cl)	100
Sódio (Na)	70
Carbonatos (CO ₃)	40
Boro	0,7
Ferro	1
Manganês	1
Zinco	1
Sólidos totais	1.400
pH	7
EC (mS/cm)	1,0

Fonte: Adaptado de Steijn (1997).

Todo material suspenso na água, como partículas sólidas (areia, argila, silte), orgânicas ou biológicas, deve ser removido por filtração, para evitar o entupimento dos gotejadores quando se usa sistema aberto. Para tanto, podem ser utilizados filtros de areia, de tela (> 120 mesh) ou de anéis.

Para o preparo da solução de macronutrientes, coloca-se no reservatório um volume de água equivalente a mais da metade do volume da solução desejada. Em seguida, dissolve-se cada fertilizante separadamente, iniciando-se pelos de dissolução mais difícil, como as fontes de cálcio, sempre agitando, até a completa dissolução dos diferentes adubos ou sais. Finalmente, completa-se o volume do reservatório com água pura. Para o sistema aberto, as soluções que possuem alguma fonte de cálcio, tais como o nitrato de cálcio e a solução de ferro quelatizado e magnésio, devem ser misturadas à solução de macronutrientes somente na hora da aplicação, para evitar a precipitação de sais e o entupimento dos gotejadores.

Por conta das pequenas quantidades a serem utilizadas, as fontes de micronutrientes são dissolvidas em um litro de água ou menos. O bórax dissolve-se mais facilmente em água morna a quente. Assim, ele deve ser dissolvido primeiro e depois os demais, com exceção do sulfato ferroso. Completar o volume até um litro.

O ferro precisa estar quelatizado. A formulação de Fe quelatizado pode ser adquirida pronta ou pode ser preparada na propriedade. Para o preparo do Fe quelatizado em solução contendo 10 mg/ml de ferro, dissolvem-se completamente 50 g de sulfato ferroso em 450 ml de água e 60 g de EDTA dissódico em outros 450 ml de água. Misturar e efetuar borbulhamento de ar até a completa dissolução do material. A solução do ferro quelatizado deve ser guardada em vidro escuro e protegida da luz.

Uma vez preparada e antes de ser usada, a solução nutritiva deve ser analisada quanto à acidez (pH) e à concentração. A medição da acidez é realizada com o peagômetro e deve estar entre os valores de pH 6,0 e 6,5. A concentração da solução pode ser avaliada pela análise química, que determina a concentração de cada elemento, ou pela condutividade elétrica (CE), que indica a concentração total da solução. Na prática, utiliza-se, normalmente, a CE medida com um condutímetro. De um modo geral, a CE inicial da solução nutritiva deve estar entre 1,5 mS/cm e 3,0 mS/cm, dependendo principalmente da espécie vegetal. Para a cultura da alface, por exemplo, esse valor deve ser de 1,5 a 2,5 e, para o tomateiro, de 2,5 mS/cm a 3,0 mS/cm. Se as leituras do condutímetro forem incompatíveis com os números acima, deve-se fazer a análise química da solução para correção.

Monitoramento da solução

O monitoramento da solução é de primordial importância para o sistema fechado de hidroponia, pois, neste caso, a solução estará sempre em circulação através do sistema radicular e constantemente submetida a modificações em volume e concentração, por causa da evapotranspiração e da absorção de nutrientes pelas plantas. Uma vez instalada a cultura e durante todo o ciclo, a solução nutritiva deve ser constantemente monitorada, preferencialmente duas vezes ao dia. O monitoramento visa acompanhar as variações do volume, da acidez (pH), da condutividade elétrica (CE), da temperatura, além da vazão, da oxigenação, da limpeza e de outros fatores que possam interferir na qualidade da solução.

1) Volume – O volume inicial da solução, nos sistemas fechados de hidroponia, deve ser mantido constante para evitar aumento da concentração e variações acentuadas da temperatura. A redução do volume é consequência da absorção de água pela planta e da evapotranspiração, que varia com as condições microclimáticas do ambiente interno e o tamanho da planta. A medição do volume no tanque deve ser feita no mínimo uma vez por dia, no período da tarde e quando a solução estiver em repouso no reservatório. A complementação deve ser feita diariamente, com água limpa ou solução de reposição.

2) Acidez – O pH da solução nutritiva varia em decorrência da absorção de nutrientes. Por exemplo, o aumento da absorção de nitratos (NO_3^-) pode levar a um aumento do pH da solução. Isso acontece porque a planta, para manter o balanço iônico da membrana celular, libera o ânion OH^- na solução. O mesmo não ocorre com a absorção de K^+ e NH_4^+ , que é feita com a liberação do cátion H^+ . As mudanças são mais rápidas no sistema NFT e em lâ-de-rocha do que em outros substratos sólidos por causa da menor capacidade tampão da solução nutritiva e da lâ-de-rocha.

As leituras devem ser feitas após completar o volume do reservatório e com a solução em repouso. O pH da solução deve ser mantido na faixa ideal de 6,0 a 6,5, pois há uma redução na solubilidade do P e de micronutrientes bem como a precipitação de alguns nutrientes para pH acima de 7, enquanto pH abaixo de 4 pode causar toxicidade às plantas. O crescimento das plantas é comprometido em pH abaixo de 5,0 ou acima de 7,0. Se a leitura for acima de 7,0 adiciona-se ácido nítrico ou sulfúrico. Essa acidificação é realizada tentativamente, adicionando-se o ácido concentrado com o auxílio de um conta-gotas ou de uma pipeta de 2 ml até alcançar a faixa de 6,0 a 6,5. Durante esse processo, a solução no tanque deve ser homogeneizada, e o pH monitorado constantemente, sempre após a homogeneização, com o peagômetro

devidamente calibrado. A manipulação de ácidos deve ser feita com cuidado, pois pode causar lesões ao operador. Se o pH estiver abaixo de 5,0, deve-se adicionar hidróxido de sódio, hidróxido de potássio ou carbonato de sódio, até que atinja o nível desejado.

Uma certa estabilidade do pH da solução pode ser obtida pela relação entre íons nitratos e amônio na preparação da solução. Quando a relação entre NO_3^- e NH_4^+ for igual ou maior que 9:1, o pH tenderá a aumentar com o tempo; quando for 8:1 ou menor, o pH diminuirá com o tempo (Jones Júnior, 1997).

3) Condutividade elétrica – É medida que a planta cresce, absorve os diversos nutrientes de que necessita e muda a concentração da solução nutritiva. No entanto, o ideal seria que a concentração de cada elemento da solução permanecesse constante, para que não ocorressem problemas nutricionais à planta. Somente a análise química da solução nutritiva possibilita a avaliação correta da concentração, indicando os níveis dos diferentes nutrientes contidos na solução, para que possam ser repostos. No entanto, nem sempre há laboratórios próximos ao local de produção, que permitam a análise. Nesses casos, avalia-se a concentração total de sais, medindo-se a condutividade elétrica (CE) com um condutivímetro. A leitura da condutividade elétrica deve ser feita após completar-se o volume da solução, homogeneizando-a com um bastão de plástico. No caso da adição dos sais para corrigir a concentração da solução, ela deve ser feita na manhã seguinte.

4) Reposição de nutrientes à solução – A reposição dos nutrientes absorvidos pela planta na solução nutritiva pode ser realizada proporcionalmente ao volume de água consumido pelas plantas. Esse método não é seletivo e provoca aumento da concentração dos nutrientes extraídos em menor quantidade, podendo, ademais, provocar a deficiência de outros. A reposição dos nutrientes absorvidos pode também ser realizada baseada na variação da concentração salina da solução (CE), mas esse método também apresenta deficiências por avaliar apenas a concentração total dos sais. Em virtude, principalmente, da facilidade de uso, esse método é o preferido pela maioria dos produtores.

Furlani et al. (1999) relatam a seguinte metodologia para repor os nutrientes absorvidos pelas plantas folhosas, baseada nas leituras da condutividade (Tabela 5):

- Fazer a leitura da condutividade elétrica da solução.
- Para cada 0,25 mS/cm de diferença da condutividade inicial, adicionar 1 litro da solução A, 1 litro da solução B e 50 ml da solução C.
- Homogeneizar e fazer novamente a leitura da CE.

Se estiver dentro da faixa recomendada para a cultura, reiniciar o fornecimento às plantas; caso contrário, deve-se repetir os procedimentos anteriormente descritos, até atingir a condutividade desejada.

Tabela 5. Solução nutritiva de reposição para folhosas.

Solução	Fonte de nutriente	Quantidade (g/10 L)
Solução A	Nitrato de potássio	1.200
	Fosfato monoamônio	200
	Sulfato de magnésio	240
Solução B	Nitrato de cálcio	600 g/10L
Solução C	Sulfato de cobre	1,0 (g/L)
	Sulfato de zinco	2,0
	Sulfato de manganês	10,0
	Ácido bórico ou	5,0
	Bórax	8,0
	Molibdato de sódio ou de amônio	1,0
	Tenso-Fe (FeEDDHMA-6% Fe) ou	20,0
	Dissolvine (FeEDTA-13% Fe) ou	10,0
	Ferrilene (FeEDDHA-6% Fe) ou	20,0
FeEDTANa2 (10 mg/ml de Fe)	120 ml	

Fonte: Furlani et al. (1999).

Na literatura especializada, encontram-se descritos outros métodos de reposição de nutrientes em solução nutritiva. Jones Junior (1997) relata que, de uma forma geral, a quantidade inicial de N e K pode ser diluída a 25% a 30% da concentração inicial e ser usada como solução de reposição, quando a CE estiver abaixo dos limites

recomendados para a cultura. O autor recomenda ainda a não adição de micronutrientes e P à solução de reposição. Na Tabela 6, é mostrada a solução de reposição para hortaliças em geral, e, na Tabela 7, a solução de reposição para tomate e pepino.

Tabela 6. Solução nutritiva e solução de reposição para o sistema NFT.

Fertilizante	Solução inicial (g/1.000 L)	Solução de reposição (g/1.000 L)
Nitrato de cálcio	988,0	395,5
Nitrato de potássio	658,1	367,5
Sulfato de magnésio	496,6	324,3
Fosfato monopotássico	272,0	-
Chelato de Fe (FeNaEDTA)	78,88	32,87
Sulfato de manganês	6,154	1,539
Ácido bórico	1,714	1,714
Sulfato de cobre	0,275	0,275
Molibdato de amônio	0,092	0,092
Sulfato de zinco	0,308	0,308

Fonte: Shippers (1979), citado por Jones Junior (1997).

Tabela 7. Solução inicial e de reposição para culturas de tomate e pepino.

Fertilizante	Solução inicial		Solução de reposição	
	Estoque (g/L)	Diluição (ml/L)	Estoque (g/L)	Diluição (ml/L)
Nitrato de cálcio	787,0	1,25	787	0,5* - 1,0**
Nitrato de potássio	169,0	3,9	169	2,13
Sulfato de magnésio	329,0	1,5	329	1,0
Fosfato monopotássico	91	3,0	-	-
Chelato de Fe (FeNaEDTA)	12,3	3,0	24,5	0,4* - 0,8**
Sulfato de manganês	3,0	3,0	7,42	0,3* - 0,6**
Ácido bórico	1,23	1,5	6,17	0,3
Sulfato de cobre	0,17	1,5	1,7	0,15
Molibdato de amônio	0,06	1,5	0,06	1,5

* Para tomate.

** Para pepino.

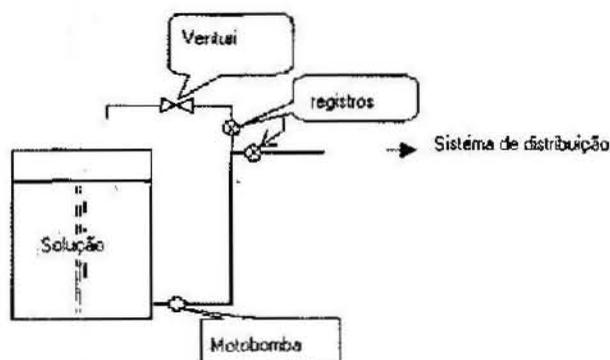
Fonte: Cooper (1979), citado por Jones Junior (1997).

A concentração da solução também varia segundo o estágio de crescimento da planta e as condições climáticas. De modo geral, nas fases iniciais, a concentração da solução deve ser diluída até 25% a 50% e, nas épocas de temperaturas altas, até 50% da concentração inicial.

5) Temperatura – A temperatura da solução ou do substrato deve ser igual ou menor à do ambiente. De um modo geral, considera-se adequada a faixa de 20°C a 25°C. Temperaturas inferiores a 15°C e superiores a 30°C são indesejáveis, por causarem problemas nas raízes e facilitarem o desenvolvimento de fungos e bactérias. Em dias quentes, o contato das raízes com soluções abaixo da temperatura ambiente resulta no murchamento temporário das plantas, na redução na absorção de nutrientes, na queda de flores e no atraso na maturação dos frutos. Solução nutritiva ou substrato com temperatura mais alta do que a do ambiente também não é recomendável, pois pode causar a morte das raízes e o desenvolvimento de fungos e bactérias. Para evitar grandes variações de temperatura, os reservatórios da solução-estoque devem ser construídos com material isolante e ao abrigo da radiação solar.

6) Oxigenação – O nível de oxigênio da solução influi na capacidade de as raízes absorverem os nutrientes. A oxigenação é normalmente feita pela circulação da solução, com a instalação de uma bomba de aeração no reservatório, ou usando um dispositivo tipo venturi, numa derivação da tubulação que retorna ao tanque (Figura 11). Venturi, de uma forma simplificada, é um dispositivo hidráulico provido de uma redução do seu diâmetro interno, que ocasiona um aumento da velocidade da água e, conseqüentemente, a formação de um vácuo na parte inferior da tubulação. Esse vácuo faz a sucção da solução colocada em um tanque. Um dispositivo do tipo venturi é encontrado no comércio especializado ou pode ser construído, conforme descrito em Furlani et al. (1999).

Figura 11. Esquema de aeração da solução nutritiva com venturi.



No sistema aberto de circulação, é preciso verificar se está ocorrendo a alimentação correta do substrato pelo sistema de gotejamento. Como garantia de um suprimento adequado às necessidades da planta, recomenda-se uma drenagem da solução nutritiva de 10% a 30%. Para que não ocorram problemas de contaminação do ambiente, o efluente drenado deve ter algum destino útil, como, por exemplo, ser usado para a fertirrigação de culturas de campo.

No sistema fechado de circulação, deve-se verificar se a alimentação e a drenagem estão ocorrendo normalmente, no conjunto de distribuição. Para esse sistema, a circulação da solução, que pode ser contínua ou intermitente, os tempos de circulação e de parada da solução dependem das condições de temperatura, do volume do sistema radicular e ainda do período do dia, isto é, dia ou noite. De um modo geral, durante o dia, o temporizador pode ser regulado para que a moto-bomba fique funcionando por 15 minutos e parada por 30 a 45 minutos, enquanto, durante a noite, o tempo de parada pode ser de 2 a 3 horas ou mais. Cuidados devem ser tomados para que o período sem solução não seja tão longo que possa provocar o secamento das raízes. Por medida de segurança, recomenda-se instalar geradores, sempre que possível, para evitar interrupções de fornecimento de energia.

A solução nutritiva deve estar sempre protegida da luz, seja no reservatório, seja no sistema de circulação, para evitar o aquecimento e o desenvolvimento de algas que, além de absorverem nutrientes, podem contaminar a solução. Assim, o reservatório deve permanecer tampado. As calhas ou os canais onde estiverem as plantas podem ser cobertos com chapas de isopor ou outro material opaco, que também servem para fixar as plantas. Nas extremidades das calhas, colocam-se filmes de plástico opaco, preto ou de dupla cor (preto e branco). Está se tornando comum o uso do tubo inteiro, com uma parte achatada em lugar da calha, formada pela telha ou o tubo furado ou cortado longitudinalmente.

7) Renovação da solução – A renovação da solução deve ser outra preocupação nos sistemas hidropônicos fechados do tipo NFT, pois ela é sempre modificada pela absorção dos nutrientes e pela evapotranspiração, à medida que as plantas vão se desenvolvendo. O momento de sua renovação deve depender do monitoramento, principalmente da concentração ou da condutividade elétrica ou ainda por contaminação que possa causar danos à planta. Não há concordância entre os pesquisadores quanto aos períodos de renovação da solução. No entanto, como referência, pode-se dizer que, para culturas de ciclo curto, a solução deve ser renovada a cada ciclo, e, para as de ciclo longo, em torno de 60 dias. A necessidade da renovação depende dos níveis de modificação na solução e das dificuldades de correção da concentração.

PRÁTICAS CULTURAIS NO CULTIVO HIDROPÔNICO

Nozomu Makishima
Osmar Alves Carrijo

O porte, a arquitetura, a morfologia do sistema radicular e o ciclo da planta determinam a escolha do sistema hidropônico mais adequado. Espécies de porte pequeno, como as folhosas (alfaces, agrião, espinafre, chicória, rúcula, etc.), de raízes curtas e ciclo curto, são mais adaptadas aos sistemas de circulação fechada da solução nutritiva (sistema NFT, *floating* ou aeroponia). Por sua vez, plantas de maior porte, como tomateiro, pepino e pimentão, com sistema radicular mais denso e mais longo e de crescimento indeterminado, são mais adaptadas ao sistema de cultivo com substratos e circulação aberta da solução nutritiva.

Para escolher a espécie, alguns aspectos devem ser levados em consideração, tais como: existência de tecnologia, facilidade de manejo, exigência quanto a condições climáticas, problemas fitossanitários e custo de produção. Além da espécie, há que se escolher a cultivar e, para essa escolha, os principais parâmetros a serem considerados são: adaptabilidade às condições climáticas locais, resistência aos problemas fitossanitários, resistência ao manuseio e conservação e aceitação pelo consumidor. Espécies ou cultivares exóticas podem obter melhores cotações, mas têm limitação de volume de comercialização ou problemas de produção.

Produção de mudas

O cultivo pelo sistema de hidroponia pressupõe a necessidade da produção de mudas, que deve ser feita sempre sob proteção, utilizando o sistema de sementeira, copinho de papel, bandeja de isopor ou de plástico. As bandejas são mais recomendáveis, por possibilitar maior precocidade, representar menor risco de contaminação e pela praticidade nas operações de semeadura, tratamentos culturais e transporte das mudas.

Quando produzidas em sementeira ou em copinho de papel, as mudas devem ter as raízes lavadas para não levar resíduos ou detritos de terra ou substratos para o local de crescimento.

Para a produção de mudas em bandeja de isopor ou de plástico, deve-se utilizar um substrato, um pedaço de esponja de plástico, ou um chumaço de algodão ou lã-de-rocha antes de se colocar a semente. As bandejas são colocadas numa bancada do tipo piscina, com 10 cm a 15 cm de altura, onde a solução nutritiva circula numa lâmina

com altura suficiente para manter molhado o substrato colocado na célula. As bandejas permanecem na bancada até que as mudas atinjam o tamanho ideal para serem levadas para o local de crescimento.

É possível fazer a muda passar por uma etapa intermediária de crescimento, transferindo a plântula para outra bancada, num espaçamento maior, para permitir um crescimento mais rápido, tanto das raízes quanto da parte aérea. Essa prática é usada por alguns produtores de alface. Por esse método, na primeira etapa, a bandeja com as sementes ficam na "maternidade", onde as sementes vão germinar e as plântulas vão crescer até que as folhas definitivas atinjam 3 cm a 4 cm. Em seguida, as mudas são transferidas para o "berçário", onde as plântulas ficarão até que as folhas atinjam 7 cm a 8 cm de comprimento, quando, então, serão transferidas para o local definitivo de crescimento. Neste caso, as mudas são retiradas da bandeja e colocadas numa placa de isopor com furos de 2 cm a 3 cm de diâmetro e com espaços de 5 cm entre linhas e na linha. Essas placas são colocadas no "berçário", que é constituído de bancadas com telha de fibrocimento, com ondas menores ou tubos de PVC de 50 mm de diâmetro, cortados ou achatados longitudinalmente, para a colocação das mudas e a circulação da solução nutritiva. Tanto na fase de germinação e emergência das plântulas como na do berçário, usa-se a solução nutritiva diluída a 50%.

Outra alternativa é a compra das mudas que, normalmente, são produzidas em bandejas com substrato. Neste caso, antes da transferência das mudas das bandejas para o local de crescimento, deve-se lavar as raízes com água limpa e fazer uma aclimação delas, durante 5 a 7 dias, numa solução nutritiva diluída a 50%.

Para espécies de porte alto como tomateiro, pepino e pimentão, as mudas devem ser formadas em pequenos vasos, cujas paredes e fundos são perfurados para permitir a saída das raízes. Nesses vasos, coloca-se um substrato inerte como cascalho. Outras alternativas são os cubos com 10 cm de lado de esponja de plástico ou espuma fenólica.

Os vasos ou os cubos são irrigados com água pura até a germinação das sementes e, em seguida, são colocados numa piscina com 10 cm a 15 cm de altura, onde se fará circular a solução nutritiva diluída a 50%, até as mudas atingirem o tamanho ideal para serem transferidas para o local de crescimento.

Por ser a hidroponia conduzida em casas de vegetação, ela permite programar a produção para comercialização diária ou semanal. Assim, para culturas em que se colhe toda a planta, como a alface, e se fazem entregas diárias, é necessário programar a produção de mudas para a

continuidade da produção. Neste caso, deve-se calcular a quantidade semanal de plantas a serem produzidas e fazer sementeiras para a produção de mudas semanais, com uma margem de 20% a 25% de segurança.

Para espécies de frutos como tomate, pimentão e pepino, deve-se produzir o número suficiente de mudas para as estruturas a serem plantadas, com uma margem de 15% a 20% de segurança.

Transplante

Qualquer que seja a espécie a ser cultivada, as mudas devem ser transplantadas quando estiverem com 4 a 5 folhas definitivas.

Se as mudas foram produzidas em substrato e para o sistema de circulação fechado, as raízes das mudas devem ser lavadas em água corrente, para a remoção dos resíduos. As mudas são então colocadas nos furos dos tubos ou das chapas de isopor ou de filme de plástico. Tanto na operação de lavagem quanto na colocação das mudas nos furos, evitar danos às raízes, às folhas ou às hastes.

Para o sistema de circulação aberto, as mudas são simplesmente colocadas no contentor do substrato, no espaçamento indicado para a cultura.

Monitoramento e manejo das plantas

Tanto na fase de “maternidade” e “berçário” quanto na de crescimento e produção, as plantas devem ser monitoradas, no mínimo uma vez por dia, para se detectarem possíveis problemas, tais como: crescimento reduzido, clorose, necrose, murchamento, incidência de insetos-pragas, fitopatógenos ou outras anormalidades. A detecção e a identificação do problema na fase inicial da ocorrência facilita o seu controle e evita ou diminui a sua proliferação.

Monitoramento do ambiente

Quando o cultivo hidropônico é realizado sob proteção, torna-se necessário que o ambiente interno seja monitorado constantemente, principalmente nas horas mais frias e mais quentes do dia, pois cada espécie vegetal tem determinadas faixas de temperatura, luminosidade e fotoperíodo mais favoráveis ao seu desenvolvimento. A umidade relativa do ar, por sua vez, favorece ou dificulta a incidência de insetos ou a proliferação de fitopatógenos.

O produtor deve conhecer as condições climáticas mais favoráveis para cada espécie que deseja cultivar e condicionar o ambiente interno das casas de vegetação àquelas condições. Dessa maneira, elas devem ser

construídas com mecanismos de adequação do microclima interno às necessidades da planta. Em climas quentes, as estruturas devem ser dotadas de sistemas de resfriamento, como ventilação natural e forçada, superfície de evaporação, nebulizadores e redução da luminosidade, e, em climas frios, devem possuir sistema de aquecimento.

Colheita e preparo do produto

A qualidade, a aparência e a apresentação de um produto são as principais características que agilizam a sua comercialização e garantem melhores cotações.

Para se apresentarem com boas características de qualidade, as hortaliças devem ser colhidas quando atingirem determinados estádios de desenvolvimento. Assim, de modo geral, as espécies em que se consomem as folhas ou as hastes, como alface e salsa, devem ser colhidas quando atingirem o máximo de desenvolvimento, porém ainda tenras, pois, quando “passadas”, apresentam-se fibrosas e com sabor alterado. Algumas espécies de frutos, como pepino e berinjela, devem ser colhidas antes de atingirem a fase de maturação. Outras, como abóbora e pimentão, podem ser colhidas tanto imaturas quanto maduras, enquanto outras só devem ser colhidas ao iniciarem a maturação ou quando os frutos estiverem maduros, como tomate, melão, melancia e morango.

As operações de colheita, manuseio, acondicionamento, transporte e armazenamento devem ser executadas com cuidado para evitar danos mecânicos ao produto. Para a apresentação e a comercialização, tanto no atacado quanto no varejo, o produto deve estar limpo, selecionado e classificado por tamanho, estágio de maturação, sem defeitos de qualquer natureza e acondicionados em contentores limpos. O contentor deve ter rótulo, selo ou impresso, com informações sobre a qualidade e a natureza do produto, e outras indicações que possam facilitar a sua identificação e a do produtor.

Para alguns produtos, como tomate, pimentão e pepino, existem normas do Ministério da Agricultura ou de Secretarias Estaduais de Agricultura, que estabelecem parâmetros para a sua classificação e seu acondicionamento.

Além dos cuidados já mencionados, o produtor deve usar sua criatividade para tornar o produto mais atrativo ao comprador. Assim, ele pode ser preparado de forma a agregar mais valor, por meio do acondicionamento em bandejas de isopor recobertas com filmes de plástico, em sacos ou em caixas de plástico, ou ainda minimamente processados. De um modo geral, os produtos hidropônicos são comercializados diretamente pelo produtor com os varejistas.

DOENÇAS E MEDIDAS PREVENTIVAS DE CONTROLE

*Carlos Alberto Lopes
Nozomu Makishima*

As plantas cultivadas em hidroponia estão sujeitas praticamente às mesmas doenças, tanto da parte aérea quanto das raízes, que ocorrem em cultivo convencional no campo. Depois de estabelecidas, entretanto, essas doenças podem se desenvolver até com maior rapidez sob hidroponia, visto que as condições de temperatura e umidade são, normalmente, mais favoráveis.

No sistema hidropônico, as doenças da parte aérea podem se originar de semente ou de muda contaminada, portanto com uma associação muito precoce da planta com o patógeno, o que pode resultar em grandes perdas. As doenças podem surgir na casa de vegetação, nas diferentes fases de cultivo, por meio de esporos de fungos, colônias de bactérias, partículas de vírus ou insetos vetores desses ou carregados pelo vento ou por máquinas e equipamentos, ou ainda associados a calçados e a vestimentas dos trabalhadores.

As doenças das raízes são particularmente mais importantes em hidroponia, pois uma planta atacada servirá de fonte de inóculo para as demais. O principal veículo para a disseminação dos patógenos é a solução nutritiva que, circulando por todo o sistema, pode contaminar todas as plantas. Por isso, é necessário que medidas preventivas sejam tomadas desde a escolha do local da construção da casa de vegetação até os cuidados com o treinamento do trabalhador, passando pelo manejo adequado da solução nutritiva e do ambiente, servindo-se até mesmo da aplicação de defensivos.

A descrição dos sintomas e as recomendações gerais de controle dessas doenças podem ser encontradas nas publicações "Doenças da Alface" e "Doenças do Tomateiro", da Embrapa Hortaliças.

Para os cultivos em sistemas hidropônicos, as seguintes medidas preventivas são essenciais para o manejo das doenças:

- Construir a casa de vegetação em local arejado e bem ensolarado.
- Manter a casa de vegetação, principalmente o filme de plástico ou tela, limpos e em perfeitas condições sanitárias.

- Utilizar material de fácil higienização na construção das bancadas ou em estruturas de sustentação dos canais de circulação da solução nutritiva.
- Dotar a casa de vegetação de termômetros de máxima e mínima, de um peagômetro, um condutivímetro e um termômetro comum, para monitoramento do ambiente e da solução nutritiva.
- Manter o piso, as bancadas e os tubos ou canais de circulação da solução nutritiva sempre limpos e desinfetados.
- Manter o reservatório da solução nutritiva limpo e coberto.
- Utilizar água potável para o preparo da solução nutritiva.
- Manter a solução nutritiva com pH, concentração, temperatura e oxigenação em níveis adequados.
- Utilizar sementes ou mudas de boa qualidade.
- Utilizar cultivares com resistência a doenças.
- Para a produção de mudas com substrato, esterilizá-lo previamente.
- Eliminar as mudas que apresentem qualquer anormalidade.
- Se a pulverização for imprescindível, utilizar somente os defensivos registrados para a cultura.
- Impedir o trânsito de pessoas estranhas aos trabalhos no interior das casas de vegetação.
- Treinar o pessoal para o manejo da cultura, do microclima interno e da solução nutritiva.
- Instruir os operários sobre hábitos de assepsia e os princípios básicos de epidemiologia das doenças.
- Revisar e higienizar todo o sistema hidropônico após cada safra.
- Instalar uma caixa com cal hidratada na entrada da estrutura para a desinfestação de calçados.

As anormalidades devem ser identificadas com o auxílio da literatura especializada ou em consultas a um engenheiro agrônomo, para que sejam tomadas as medidas mais adequadas para o seu controle. Todos os cuidados devem ser tomados na aplicação de agrotóxicos no interior de estruturas fechadas, onde há maior risco de contaminação. Cuidar para que qualquer agrotóxico a ser aplicado conste de registro para a cultura, devendo ainda ser obedecida a dosagem recomendada e o período de carência do produto, ou seja, o período entre a última aplicação e a colheita.

ARTRÓPODES-PRAGAS E MEDIDAS PREVENTIVAS DE CONTROLE

Geni Litvin Villas Bôas

Muitos insetos e ácaros que são pragas das culturas no campo, também apresentam potencial para se tornarem pragas em cultivos hidropônicos. Entretanto, algumas espécies tornam-se problemas sérios quando ocorrem no interior das estruturas, em virtude, principalmente, das altas temperaturas e da baixa umidade relativa do ar, que favorecem o aumento populacional dessas espécies-pragas, dificultando o seu controle e podendo ocasionar perdas em quantidade e qualidade da produção. Embora, a princípio o controle de pragas em cultivos protegidos deva ser feito como nos cultivos a céu aberto, a experiência tem demonstrado que o controle de pragas em casas de vegetação é mais difícil que nos cultivos no campo.

Medida importante a ser adotada na fase de implantação da cultura é evitar a entrada, na estrutura, tanto de insetos quanto de ácaros. Para tanto, as seguintes medidas, de caráter preventivo, são recomendadas:

- 1) Realizar a limpeza da estrutura antes de um novo plantio; destruir restos culturais, para que não permaneçam ovos, larvas, pupas ou adultos de artrópodes-pragas no seu interior; lavar chão, paredes, telas e bancadas com formol ou hipoclorito de sódio, para desinfetar o local.
- 2) Eliminar a vegetação externa, pois podem ser possíveis hospedeiros dessas pragas.
- 3) Utilizar sementes e mudas livres de insetos e ácaros ou fazer o tratamento das sementes, de acordo com a legislação adequada para a espécie e a cultivar, e produzir suas próprias mudas, ou comprá-las de fornecedor idôneo. As mudas devem sempre ser inspecionadas cuidadosamente, visando detectar a existência de ácaros, pulgões, moscas-minadoras, moscas-brancas e tripses, antes de serem levadas para o interior da estrutura.
- 4) Utilizar quando for o caso, substrato esterilizado.
- 5) Utilizar uma proteção mecânica contra artrópodes, como telas antiafídeos e tripses, externamente à estrutura, junto às laterais.
- 6) Instalar dentro e fora das estruturas, armadilhas amarelas, cobertas com cola ou óleo queimado, para

reter os insetos (pulgões, moscas-brancas, tripses e minadores) e servir como auxiliar no monitoramento das pragas, alertando o agricultor sobre as espécies presentes e seu nível populacional. Dentro das estruturas, as armadilhas devem ser penduradas entre as plantas, à altura da parte superior da planta.

Mesmo com a adoção dessas medidas, os artrópodes podem entrar nas casas de vegetação e, encontrando condições favoráveis ao seu desenvolvimento, se estabelecer como pragas. O agricultor não deve ser pego de surpresa, pois, após estabelecida a praga, torna-se difícil o seu controle. Recomenda-se que seja adotado um sistema de amostragem, pela inspeção da cultura, a cada dois dias, orientada para a localização de ovos, larvas ou adultos de insetos e ácaros, ou pela identificação de sintomas do dano, para que, tão logo seja detectada a infestação, sejam tomadas as medidas de controle adequadas. É importante lembrar que a amostragem deve ser realizada nos dois lados da folha, pois muitas espécies colonizam a parte inferior da folha. A amostragem deve ser mais eficiente em áreas consideradas problemáticas, como perto da porta de entrada da estrutura, da ventilação, da luz, etc. Deve ser feita ao acaso, cobrindo toda a área interna da estrutura. As áreas externas também devem ser periodicamente inspecionadas.

O agricultor deve ter um prévio conhecimento das pragas mais comuns que afetam seu cultivo em sua região; saber identificá-las, conhecer sua biologia, comportamento, hábitos alimentares e os danos que causam. É muito importante saber como e onde o inseto ataca, e em que fase da cultura é mais prejudicial, pois desses conhecimentos dependerá o sucesso do controle. Para facilitar a amostragem, o agricultor deve dispor, pelo menos, de uma lupa de aumento de mão.

Os principais artrópodes-pragas de cultivos protegidos são: pulgões, ácaros, mosca-branca, minadores e tripses, associados, principalmente, com as culturas de tomate, alface e pepino.

Pulgões

Podem ocorrer durante todo o ciclo da cultura, mas o período mais crítico é durante a fase de muda até os 30 dias após o transplante. As formas ápteras (sem asas) de *Myzus persicae* são verde-claras, quase transparentes e as aladas são escuras ou quase pretas, e medem cerca de 2 mm. O *Macrosiphum euphorbiae* apresenta formas

ápteras e aladas de coloração verde-escura, e medem 4 mm. A espécie *Aphis gossypii gossypii* é amarelo-clara a verde-escura, medindo 3 mm. As colônias situam-se na face inferior das folhas, preferencialmente as novas. Estão associadas às formigas, que se alimentam de suas excreções açucaradas. São insetos polívoros e atacam folhas e ramos novos, causando amarelecimento e deformação da folhagem, diminuindo o rendimento da planta. Os maiores danos, no entanto, são os indiretos, pois esses insetos são transmissores dos vírus Y, tomo-amarelo e amarelo-baixeiro do tomateiro. Produzem uma substância adocicada, que se distribui pelas folhas, favorecendo o aparecimento de fungos saprófitos, de coloração preta, conhecidos como fumagina, que interferem nos processos fotossintéticos e na qualidade dos frutos ou das folhas. Os pulgões atacam as seguintes culturas: tomate, pepino, alface e uma série de outras plantas hospedeiras.

A amostragem deve ser realizada procurando-se a presença das colônias na face inferior da folhagem; o controle químico, quando necessário, deve atingir a face inferior da folhagem, onde se encontram as colônias.

Ácaros (rajado e vermelho, várias espécies de *Tetranychus*)

Os adultos são quase invisíveis a olho nu. Vivem na face inferior das folhas, onde tecem teias. Ocorrem mais no final do ciclo da cultura, preferindo as folhas da parte mediana da planta. A baixa umidade relativa do ar e temperaturas elevadas, como as normalmente encontradas no interior das estruturas, favorecem sua reprodução, podendo completar seu desenvolvimento, de ovo a adulto, entre 5 e 7 dias. Os ácaros provocam manchas avermelhadas nas folhas, na face oposta às colônias; as manchas vão crescendo até a queda das folhas e a morte da planta. Outro tipo de sintoma é o amarelecimento (clorose) das folhas, cujas nervuras ficam, porém, mais verdes.

A amostragem deve ser feita observando-se os sintomas (clorose) e a teia na face inferior das folhas. Alguns defensivos químicos favorecem o aumento da população de ácaro, principalmente os piretróides, quando utilizados indiscriminadamente. Eles causam danos, principalmente às culturas de tomate e pepino.

O principal controle desses insetos é feito com a adoção de medidas preventivas. Quando a população estiver muito elevada, realizar aspersão de água na parte aérea das plantas. No controle químico, dirigir o jato de aplicação para a parte inferior da folhagem.

Mosca-branca

É uma praga de grande importância econômica nas casas de vegetação. Existem várias espécies, como *Trialeurodes vaporariorum*, conhecida como mosca-branca de casa de vegetação, *Bemisia tabaci*, a mosca-branca da batata-doce e do algodão e, mais recentemente, a *Bemisia argentifolii*, praga de diversas hortaliças.

Os adultos apresentam coloração amarelo-pálida e asas brancas. Medem cerca de 1 mm a 2 mm, sendo a fêmea maior que o macho. As ninfas são translúcidas e apresentam coloração amarela a amarelo-pálida. Logo após a eclosão, buscam um local para introduzir o estilete e dar início à alimentação, tornando-se sésil (sem movimento). Passam por 4 a 5 estádios, sendo o último conhecido como pseudopupa ou pupa. O ciclo total de ovo a adulto pode variar, de acordo com a temperatura, de 17 a 32 dias.

Causam danos pela sucção direta na planta e pela transmissão de vírus. O inseto faz uma sucção direta ao colocar o estilete no tecido vegetal e succionar a seiva, agravando-se os danos em altas populações. A transmissão de vírus, seja geminivírus seja outro vírus, é o dano mais sério causado pela mosca-branca. Em tomate, quando da sucção direta, ocorre um amadurecimento irregular dos frutos, provavelmente causado por uma toxina injetada pelo inseto. Quando o vírus infecta as plantas ainda jovens, seu crescimento é paralisado, e as perdas na produção podem variar de 40% a 70%. A base do folíolo adquire, inicialmente, uma clorose entre as nervuras, evoluindo para um mosaico-amarelo. Posteriormente, os sintomas generalizam-se por toda a planta, seguidos de intensa rugosidade dos folíolos. Algumas espécies de geminivírus podem provocar o enrolamento dos bordos das folhas, que se dobram ou enrolam para cima. Danos também podem ser causados pela eliminação de excreções açucaradas, que cobrem as folhas e servem de substrato para fungos, resultando na formação da fumagina, que reduz o processo de fotossíntese, afetando a produção e a qualidade dos frutos.

Na amostragem, deve-se procurar pelas colônias que ficam protegidas na parte inferior das folhas. Aparecem em quase todas as hortaliças cultivadas em casas de vegetação, como tomate, alface, brássicas, pimentão, pepino, etc.

As medidas culturais devem dar prioridade ao controle desses insetos. Para o controle químico ser eficiente, a pulverização deve ser dirigida para a parte inferior da folha, onde se localizam as colônias. O jato de aplicação deve ser

direcionadô de baixo para cima. Como as diversas espécies de mosca-branca desenvolvem resistência aos vários princípios ativos muito rapidamente, é muito importante ter em mente dois conceitos fundamentais, para prolongar a vida útil dos inseticidas e maximizar sua eficiência: limitar a utilização desses produtos; e diversificar seu uso, por meio da prática da rotação, entre os diversos grupos químicos. Recomenda-se ainda o emprego de óleos (0,5% a 0,8%) e detergentes neutros (0,5%).

Tripes (*Frankliniella* spp. e *Thrips* spp.) – Os adultos, com menos de 1 mm, apresentam cor escura, as ninfas são claras e não apresentam asas. Voam em grande número e entram nas casas de vegetação nos meses mais quentes, levados pelas correntes de ar.

São encontrados na face inferior das folhas, nas brotações novas, em botões florais e nas flores. Todo o ciclo de vida pode durar duas semanas. É inseto vetor de vírus, como o vira-cabeça do tomateiro, e é nesse papel que se torna mais prejudicial. Raspam as folhas e sugam a seiva, deformando-as. Nas plantas atacadas, as folhas novas apresentam uma coloração prateada no início, tornando-se depois arroxçada, e o seu crescimento é paralisado.

Na amostragem, deve-se procurar pela colônia na face inferior das folhas, no interior das flores, nos botões florais e nos brotos. Os tripses infestam um grande número de plantas cultivadas, como tomate, pepino e alface, e ervas daninhas.

Mosca-minadora, bicho-mineiro ou larva-minadora (várias espécies de *Liriomyza*)

Os adultos são moscas pequenas, com 1 mm a 2 mm de comprimento. As fêmeas colocam os ovos no interior das folhas. As larvas, de coloração amarelada, penetram nos folíolos, onde se desenvolvem cavando galerias irregulares, em forma de serpentina, ou minas nas folhas. Destroem o parênquima foliar, ocasionando secagem das folhas, com a conseqüente redução da capacidade fotossintética da planta. Após o estágio larval, deixam os folíolos e empupam nas folhas ou no solo. Seu ciclo é de aproximadamente 16 a 30 dias, dependendo da temperatura. Ocorrem, na cultura, desde a germinação até a colheita.

A amostragem é feita observando-se o número de minas nas folhas e a porcentagem de minas com larvas vivas. Causam maior prejuízo quando as plantas estão no início do crescimento. Atacam uma gama de hortaliças, entre elas o tomate, a alface e o pepino, além de ervas daninhas

e ornamentais. Em condições de campo, essa praga é controlada por um grande número de parasitóides e predadores, que, no entanto, não ocorrem naturalmente nos cultivos protegidos.

Para o controle, medidas preventivas e culturais devem ser adotadas. O controle químico é difícil, pois apenas os adultos são mais facilmente atingidos pelos produtos, pois tanto os ovos como as larvas estão protegidos no interior da folha.

Manejo integrado de pragas (MIP)

É a seleção e o emprego inteligente de diversas táticas de controle de pragas, que assegurem resultados econômicos favoráveis ao agricultor, com a preservação do meio ambiente e dos mecanismos naturais de controle. A base do manejo integrado é a manutenção da população de pragas abaixo do nível de dano econômico, ou seja, a menor densidade da população de praga que poderá causar prejuízo econômico.

Assim, as táticas a serem empregadas podem ser agrupadas em:

- a) Controle cultural (recomenda-se a adoção das seguintes medidas):
 - Remoção de mudas atacadas.
 - Catação manual de pragas.
 - Utilização de armadilha amarela adesiva.
 - Emprego de rotação de culturas.
 - Aspersão de água na parte aérea das plantas, quando estiver sob ataque intenso, principalmente de pulgões e ácaros.
 - Controle da densidade de plantio, pois plantios densos favorecem o ataque de pragas.
 - Destruição de restos culturais.
 - Eliminação de plantas hospedeiras nas proximidades das casas de vegetação.
 - Preservação, por um período sem uso, da casa de vegetação.
- b) Uso de cultivares resistentes – O agricultor deve procurar utilizar, sempre que possível, cultivares que apresentem alguma resistência a insetos-pragas e a doenças, ou, pelo menos, não utilizar as mais suscetíveis.

c) Controle biológico – Parasitóides e predadores são utilizados rotineiramente no controle de pragas associado a culturas protegidas, na Europa, nos Estados Unidos e no Japão, tendo aumentado, consideravelmente, o número de companhias que produzem esses inimigos naturais. Atualmente, mais de 50 companhias estão envolvidas nesse processo. Para ácaro, é utilizado um ácaro predador, *Phytoseiulus persimilis*, e para as várias espécies de mosca-branca, é utilizado o parasitóide *Encarsia formosa*. No Brasil, ainda não há registro de utilização de agentes de controle biológico em sistemas de produção de hortaliças sob proteção, quer sejam predadores, quer parasitóides ou patógenos.

d) Controle químico – Algumas recomendações para o uso adequado e eficiente dos defensivos devem ser observadas:

- Identificar corretamente a praga e a fase do seu ciclo biológico de maior dano.
- Escolher o produto mais adequado de controle e a forma de aplicação, levando-se em conta o modo de atuação, a classe toxicológica, o preço, o efeito sobre outras pragas, etc.
- Usar a dosagem indicada pelo fabricante e a quantidade de água adequada. Na ausência de recomendação específica, a mistura de inseticidas não deve ser utilizada.
- As pulverizações devem ser efetuadas nas primeiras horas da manhã, preferencialmente para ácaros, ou a partir das 16h, quando a temperatura tornar-se amena.
- Inseticidas e acaricidas não devem ser utilizados quando a planta estiver com estresse de água, pois podem lhe acarretar fitotoxicidade.
- Fazer uma aplicação correta, utilizando equipamentos bem calibrados, com boa pressão de aspersão, e usando bicos adequados para a distribuição uniforme de gotas finas.
- Obedecer ao período de carência, que é o intervalo entre a última aplicação do produto e a colheita. Essa informação consta dos rótulos dos produtos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, S.; FRANÇA, F. H. As pragas do tomateiro e seu controle. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 6, n. 66, p. 37-40, 1980.

BERLINGER, M. J.; DAHAN, R.; MORDECHI, S. Integrated pest management of organically grown greenhouse tomatoes in Israel. *Applied Agricultural Research*, v. 3, n. 5, p. 233-238, 1988.

BERNARDES, L. J. C. *Hidroponia: alface - uma história de sucesso*. Piracicaba: Eletrônica e Gráfica, 1997. 120 p.

BLISKA JUNIOR, A.; HONÓRIO, S. L. *Cartilha tecnológica: hidroponia*. Campinas: FEA/UNICAMP, 1996. 50 p.

BLISKA JUNIOR, A.; HONÓRIO, S.L. *Cartilha tecnológica: plasticultura*. Campinas: FEA/Unicamp, 1996. 84 p.

CARMELO, Q. A. C. *Cultivo hidropônico de plantas*. Piracicaba: ESALQ, 1997. 27 p.

CARMELO, Q. A. C.; FURLANI, P. R. *Hidroponia: cultivo de plantas sem solo*. Piracicaba: ESALQ, 1997. 27 p.

CARRASCO, G.; IZQUIERDO, J. *A média empresa hidropônica: a técnica da solução nutritiva recirculante (NFT)*. Talca, Chile: Universidade de Talca-FAO, 1996. 91 p.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. de. *Cultivo sem solo: hidroponia*. Jaboticabal: UNESP, 1995. 44 p.

ELLIS, C.; SWANEY, M. W. *Soilless growth of plants*. 4. ed. New York: Reinhold Publishing, 1942. 155 p.

FABRÍCIO, R. *Hidroponia: cultivo de tomate*. Viçosa: CPT, [199-]. 54 p. Manual.

FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS, G. L. *Artrópodes associados com hortaliças cultivadas sob proteção*. Brasília: Embrapa-CNPQ, 1995. 4 p.

FURLANI, P. R. *Instrução para o cultivo de hortaliças folhosas pela técnica de hidroponia*. Campinas: IAC/NFT, 1997. 30 p.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. *Cultivo hidropônico de plantas*. Campinas: IAC, 1999. 52 p. (Boletim Técnico, 180).

HILJE, L. (Ed.). *Metodologias para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus*. Turrialba: CATIE, 1996. 133 p. (CATIE. Série Materiales de Enseñanza, 37).

HOCHMUTH, G. *Greenhouse vegetables crop production guide*. Gainesville: University of Florida. Cooperative Extension Service, 1991. 98 p., v.3. (University of Florida. Circular, 48).

JONES JUNIOR, J. B. *Hydroponics: a practical guide for the soilless grower*. Boca Raton: St. Lucie, 1997. 230 p.

- JUNQUEIRA, A. M. R.; LIMA, J. A.; PEIXOTO, J. R. **Hidroponia: Uma alternativa para racionalização do uso da água.** Brasília: UnB/Faculdade de Agronomia e Veterinária, 1999. 61p.
- KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation.** New York: Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.
- LOPES, C. A.; SANTOS, J. R. M. **Doenças do tomateiro.** Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPB, 1994. 67 p.
- MAKISHIMA, N.; CARRIJO, O. A. **Cultivo protegido do tomateiro.** Brasília: Embrapa-CNPB, 1998. 18 p. (Embrapa-CNPB. Circular Técnica, 13).
- MAKISHIMA, N.; MIRANDA, J. E. C. de. (Ed.). **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).** Brasília: Embrapa-CNPB, 1992. 19 p. (Embrapa-CNPB. Instruções Técnicas, 11).
- MARTINEZ, H. E. P.; SILVA FILHO, J. B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas.** Viçosa: COOPASUL, 1997. 52 p.
- MORAES, C.A.G. **Hidroponia: Como cultivar tomates em sistema NFT (Técnica do fluxo laminar de nutrientes).** Jundiaí: DISK Editora, 1997. 141 p.
- NISHI, S. **Protected horticulture in Japan.** Tokyo, Japan: Fao Association, 1988. 136 p.
- OLIVEIRA, M. R. V. de. **Controle biológico de pragas em casas de vegetação com especial referência à *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera, Aleyrodidae).** 1995. 375 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- RESH, H.M. **Cultivos hidropônicos: Nuevas técnicas de producción.** 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1992. 369 p.
- RONI, T. **Hidroponia: cultivo de tomate.** Viçosa: CPT, 1996. 54 p.
- SAVAGE, A. J. **Hydroponics worldwide: state of the art in soilless crop production.** Honolulu: International Center for Special Studies, 1985. 192 p.
- SGANZERLA, E. **Nova agricultura.** Guaíba: Editora Agropecuária, 1995. 344 p.
- SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. B.; BOITEUX, L. S.; LOPES, C. A.; FRANÇA, F. H.; SANTOS, J. R. M. dos; FURUMOTO, O.; FONTES, R. R.; MAROUELLI, W. A.; NASCIMENTO, W. M.; SILVA, W. L. C.; PEREIRA, W. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para industrialização.** Brasília: Embrapa-CNPB, 1994. 33p. (Embrapa-CNPB. Instruções Técnicas, 12).
- STEIJN, B. **Soilless cultivation of vegetables.** Wageningen: IAC/IPC/LIAC, 1997. 67 p. Trabalho apresentado no International Course on Protected Cultivation 1997: glasshouse and polyhouse crop production, 1997. Wageningen, Netherlands.
- TEIXEIRA, N. T. **Hidroponia: Uma alternativa para pequenas áreas.** Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1996. 84 p.
- UEDA, S. **Hidroponia: Guia prático.** São Paulo: Agroestufa Implementos Agrícolas, 1990. 50 p.
- VAN LENTEREN, J. C. **Integrated pest management in protected crops.** Wageningen: International Agricultural Centre, [199-]. 31 p.
- VILLAS BÔAS, G. L. **Manejo integrado de pragas do tomate.** Araras: Universidade Federal de São Carlos, 1996. 30 f. Monografia apresentada na disciplina: manejo e entomofauna de agroecossistemas (ERN.727) do curso de doutorado.
- VILLAS BÔAS, G. L. **Métodos de controle de pragas em hortaliças.** **Horticultura Brasileira,** Brasília, v. 7, n. 1, p. 3-6, 1989.
- VILLAS BÔAS, G. L.; COBBE, R. V. **Pragas: identificação e controle.** Brasília: FAO/Codevasf, 1990. 13 p. (FAO. Produção de Hortaliças no Vale do São Francisco, 4).
- VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H. **Utilização do parasitóide *Trichogramma pretiosum* no controle da traça-do-tomateiro em cultivo protegido de tomate.** **Horticultura Brasileira,** Brasília, v. 14, n. 2, p. 223-225, 1996.
- VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; ÁVILA, A. C.; BEZERRA, I. C. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*.** Brasília: Embrapa-CNPB, 1997. 11 p. (Embrapa-CNPB. Circular Técnica, 9).
- IUNOKI, Y. **Protected Cultivation and Soilless Culture of Vegetables.** Tsukuba: Tsukuba International Center, 1998. 33p. Material didático do curso TCTP promovido pela Embrapa Hortaliças / JICA, Brasília, 1998.

PUBLICAÇÕES DA EMBRAPA HORTALIÇAS

Série Instruções Técnicas

- Cultivo da ervilha
- Cultivo do alho
- Cultivo do chuchu
- Cultivo de hortaliças
- Cultivo da batata-doce
- Cultivo da batata
- Cultivo da lentilha
- Cultivo da mandioquinha-salsa
- Cultivo do tomate
- Cultivo da cenoura
- Cultivo do grão-de-bico
- Cultivo da berinjela

Boletim de Pesquisa

- Inseticidas para controle da traça-das-crucíferas
- Previsão da eficiência de inseticidas para o controle da traça-das-crucíferas através do uso de doses discriminantes

Série Comunicado Técnico

- Besouro do Colorado
- Processamento mínimo de hortaliças
- Manejo de água do solo na cultura da batata
- Traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*: artrópodes de importância econômica
- Aspectos sanitários da água para fins de irrigação
- Multiplicação e caracterização de germoplasma de tomate
- Sistema para desinfestar substratos para produção de mudas utilizando vapor de água
- Podridões-moles de hortaliças causadas por bactérias
- Utilização de sementes peletizadas
- Prevenção e controle da parasita *Cuscuta* em áreas cultivadas com hortaliças
- Recomendações para frutificação da abóbora híbrida tipo Tetsukabuto
- Seleção para resistência a doenças em hortaliças.
1. Etapas para seleção de fontes de resistência a doenças
- Seleção para resistência a doenças em hortaliças.
2. Tomateiro: Mancha-de-estenfílio (*Stemphylium* spp.)
- Seleção para resistência a doenças em hortaliças.
3. Tomateiro: Mancha-de-fusário (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*)

- Seleção para resistência a doenças em hortaliças.
4. Tomateiro: Mancha-de-verticílio (*Verticillium dahliae* e *V. albo-atrum*)
- Seleção para resistência a doenças em hortaliças.
5. Tomateiro: Pinta-preta (*Alternaria solani*)
- Seleção para resistência a doenças em hortaliças.
6. Tomateiro: Septoriose (*Septoria lycopersici*)
- Processamento mínimo de hortaliças
- Base de dados meteorológicos do CNPH na Internet

Série Circular Técnica

- Manejo de plantas daninhas em hortaliças
- Manejo da cultura da batata para o controle de doenças
- Determinação da condutividade hidráulica e de curva de retenção de água no solo com métodos simples de campo
- Manejo integrado das doenças da batata
- Controle biológico de insetos-pragas e sua aplicação em cultivos de hortaliças
- Manejo integrado da mosca-branca
- Irrigação de hortaliças em solos cultivados sob proteção de plástico
- Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças
- Produção de sementes híbridas de abóbora do tipo Tetsukabuto
- Cultivo protegido do tomateiro
- Doenças da alface
- Mercados diferenciados de hortaliças
- Glossário de biotecnologia
- Prevenção e controle da tiririca em áreas cultivadas com hortaliças
- Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura
- Distribuição de hortaliças no Brasil
- Cultivo do meloeiro para o Norte de Minas Gerais
- Princípios de hidroponia

Série Documentos

- Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças
- Índice de patógenos de sementes de hortaliças não detectados no Brasil
- Doenças da ervilha
- Impactos socioeconômicos da pesquisa da cenoura no Brasil
- Batatas silvestres brasileiras
- Catálogo de germoplasma de batata-doce. I. Coleção mantida pela Embrapa Hortaliças
- Guia de identificação das doenças do tomateiro

Pedidos de publicações poderão ser feitos por vale postal ou cheque nominal à Embrapa Hortaliças, no valor total da aquisição, e enviados para o seguinte endereço: Área de Vendas, caixa postal 218, CEP 70359-970, Brasília, DF. Serão também atendidos pedidos feitos por telefone ou fax, mediante depósito bancário antecipado, no valor do pedido mais despesas de envio.

Maiores informações pelo telefone: (61) 385-9009 ou pelo fax: (61) 556-5744 ou 556-2384.



Embrapa
Hortaliças

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças

Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Km 09 - BR 060 - Caixa Postal 218 - CEP 70359-970
Fone (61) 385-9000, Fax (61) 556 5744 e 556 2384
e-mail: sac: hortaliças@embrapa.br
home page: www.cnph.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Hortaliças
Adonai Gimenez Calbo (Editor técnico)
André Napomuceno Dusi
Carlos Alberto Lopes
Dione Melo da Silva (Editor de arte)
Maria Alice de Medeiros
Maria Fátima B. F. Lima
Waldir Aparecido Marouelli
Warley Marcos Nascimento
Wellington Pereira (Presidente)

Tiragem: 1.000 exemplares

O Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças da Embrapa, criado em 1981, tem por missão *viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do agronegócio de hortaliças por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias em benefício da sociedade.*

Localizado em Brasília, dispõe de um campo experimental de 115 hectares irrigáveis e seus laboratórios e demais instalações ocupam 22.000 m² de área construída. Conta com uma equipe técnica de 60 pesquisadores e técnicos especializados, atuando nas diversas especialidades da pesquisa agrônômica.

A série Circular Técnica da Embrapa Hortaliças é destinada principalmente a agentes de assistência técnica, extensão rural, produtores rurais, estudantes, professores, pesquisadores e jornalistas.

