

Foto: Sergio Bender



Doenças em Cultivos Hidropônicos e Medidas de Controle

Carlos Alberto Lopes¹

João Bosco Carvalho da Silva²

Ítalo Moraes Rocha Guedes³

A hidroponia é a técnica de cultivo protegido em que o solo é substituído por uma solução nutritiva ou um substrato inerte que recebe os elementos essenciais, de forma balanceada, ao desenvolvimento das plantas. Surgiu como medida de escape às doenças causadas por patógenos de solo, presentes em grande número devido à intensa utilização do terreno, em especial nos cinturões verdes das grandes cidades. Infestações crescentes do solo ocorrem em função principalmente da ineficácia ou inviabilidade econômica do controle químico de patógenos que afetam o sistema radicular das plantas e da dificuldade de fazer rotação de culturas em pequenas áreas, especialmente em cultivo protegido. Além de evitar a presença de patógenos de solo, a hidroponia, aliada às práticas de cultivo protegido, permite certo controle ambiental e possibilita a produção em épocas de climas desfavoráveis às culturas.

Embora a hidroponia possa ser considerada uma tecnologia bem dominada, ainda é comum a frustração de safras por motivos técnicos, em

grande parte por problemas fitossanitários, e até mesmo o abandono de estruturas de produção após poucos anos de uso por agricultores que se aventuram nesta atividade.

As doenças se manifestam em intensidades diferentes, dependendo do tipo de sistema hidropônico. Os sistemas mais utilizados no Brasil são de fluxo laminar de nutrientes – NFT (Nutrient Film Technique), que consiste no bombeamento da solução nutritiva que circula em canais de diferentes tipos, onde crescem as raízes das plantas. Outro sistema de cultivo é o da hidroponia em substrato (também chamado de semi-hidropônico), em que a solução nutritiva é aplicada por gotejamento, em canaletas, vasos ou sacos contendo material inerte tais como areia, seixo, brita, fibra de coco, vermiculita, perlita e lã de rocha.

Alguns fatores contribuem para que certas doenças sejam mais danosas em cultivos hidropônicos, em especial em países de clima tropical. Estes fatores são: 1. facilidade de dispersão dos propágulos

¹ Eng. Agr., Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Eng. Agr., D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador aposentado da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

³ Eng. Agr., D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

no sistema devido à circulação dos patógenos junto com a solução nutritiva; 2. adensamento de plantas, que torna o microambiente favorável ao desenvolvimento de doenças foliares, além de facilitar o contato entre tecidos doentes e sadios e 3. temperatura e umidade no sistema mais ou menos constantes e favoráveis à infecção.

Este Comunicado Técnico tem o objetivo de sintetizar informações a respeito da ocorrência de doenças em sistemas hidropônicos e as táticas disponíveis para seu controle. Faz referências às doenças de origem biótica, como as causadas por fungos, oomicetos, bactérias e vírus, bem como de distúrbios fisiológicos frequentemente ligados a este tipo de cultivo. Mais informações sobre os problemas fitossanitários específicos das culturas podem ser encontradas em publicações especializadas, como o livro *Doenças da Alface e Doenças do Tomateiro*, publicados pela Embrapa Hortaliças.

Procurou-se aqui dar forte ênfase ao controle integrado das doenças, que se baseia fortemente na observação de medidas preventivas que evitam ou reduzem a contaminação e dispersão dos patógenos nos sistemas hidropônicos. Desta maneira, espera-se contribuir para a redução de perdas provocadas por doenças com uma dependência mínima do uso de agrotóxicos, com vistas à produção de alimentos mais saudáveis.

Hortaliças cultivadas sob hidroponia e as doenças mais comuns

Várias hortaliças são cultivadas em sistemas hidropônicos, mas informações a respeito das doenças que as acometem são escassas, motivo pelo qual, nesta publicação, será dada ênfase à cultura da alface, que ocupa mais de dois terços da área de cultivo conduzida nesses sistemas. Também são cultivadas outras folhosas, como agrião, almeirão, cebolinha, chicória, couve, rúcula, salsa e coentro, e hortaliças-frutos, como melão, morango, pepino, pimentão e tomate (Figura 1).

Apesar de as plantas ficarem menos sujeitas aos patógenos encontrados no solo e protegidas de alguns fatores climáticos, o manejo inadequado das instalações e da solução nutritiva podem resultar em perdas diretas, associadas a distúrbios fisiológicos

nas plantas, bem como favorecer as doenças de causas bióticas.

A prevalência e a intensidade das doenças em cultivos hidropônicos variam em função do clima e da região, embora possa se afirmar que o grupo formado por fungos e oomicetos seja normalmente aquele encontrado com maior frequência (Figura 2). Por exemplo, em São Paulo, no período de 1999 a 2004, espécies do oomiceto *Pythium* estavam

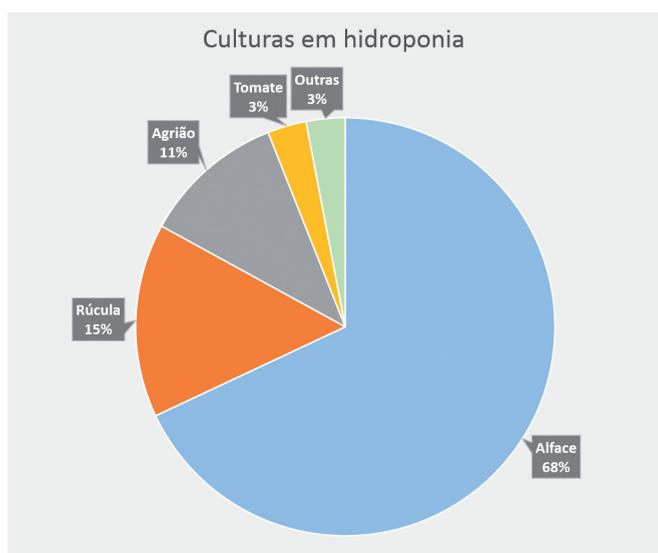


Figura 1. Frequência das espécies de hortaliças em cultivos hidropônicos em 424 consultas na Clínica Fitopatológica Dr. Hiroshi Kimati, Piracicaba, SP, entre 1999 e 2004. Modificado de Teixeira et al., 2007.

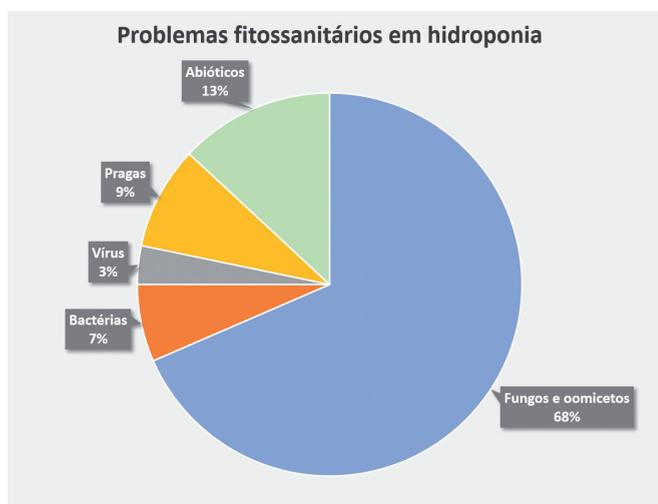


Figura 2. Frequência do aparecimento de grupos de problemas fitossanitários em cultivos hidropônicos em 406 consultas na Clínica Fitopatológica Dr. Hiroshi Kimati, Piracicaba, SP, entre 1999 e 2004. Modificado de Teixeira et al., 2007.

associadas a mais de 35% das doenças em alface hidropônica diagnosticadas na Clínica Fitopatológica Professor Hiroshi Kimati. Por outro lado, em levantamento realizado em 10 propriedades pesquisadas nos anos de 2003 e 2004 na região metropolitana de Curitiba, sete foram as doenças encontradas (Tabela 1). Com exceção do mosaico, as demais doenças foram detectadas em todas as propriedades avaliadas e foram basicamente as mesmas encontradas em produção de campo, embora possam tomar importâncias diferentes nos dois tipos de cultivo. Na clínica fitopatológica da Embrapa Hortaliças foram encontradas algumas doenças em comum e outras não registradas no levantamento feito no Paraná (Tabela 1).

Como as doenças se instalam nos sistemas hidropônicos

Embora as instalações de hidroponia sejam construídas para proteger as plantas, os agentes patogênicos podem contaminar o sistema por diversas formas: a) pelo ar, b) pela água utilizada na formulação da solução nutritiva, c) pelo substrato utilizado na produção de mudas, d) pelas sementes, que podem estar infestadas ou infectadas, e) pelos operários ao manusearem as plantas ou ao entrarem em contato com a solução, f) pelos utensílios e equipamentos usados no manejo da cultura, g) pelos resíduos deixados durante o processo de limpeza das estruturas do circuito da solução nutritiva (Tabela 2, Figura 3).

Tabela 1. Doenças encontradas em sistemas hidropônicos de alface em 10 propriedades da região metropolitana de Curitiba (a) e em Brasília (b) em 2011-2013.

Doença	Patógeno	Prevalência
Queima da saia (a)	<i>Rhizoctonia solani</i>	Primavera, outono e inverno
Oídio (a e b)	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	Primavera e verão
Míldio (a e b)	<i>Bremia lactucae</i>	Primavera, outono e inverno
Podridão de esclerotínia (a)	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Primavera, outono e inverno
Podridão mole (a e b)	<i>Pectobacterium</i> spp.	Primavera e verão
Espessamento das nervuras (a)	<i>Mirafiori lettuce big-vein virus</i> (MLBVV) e <i>Lettuce big-vein associated virus</i> (LBVaV)	Outono e inverno
Mosaico (a)	<i>Lettuce mosaic virus</i> (LMV)	Outono e inverno
Mancha de cercóspora (b)	<i>Cercospora longissima</i>	Primavera e verão
Septoriose (b)	<i>Septoria lactucae</i>	Primavera e verão
Vira-cabeça (b)	Tospovirus não identificado.	Outono e inverno

Fonte: adaptado de Silva e Lima Neto (2007).

Tabela 2. Fontes de contaminação dos principais patógenos e vetores de vírus de alface e tomate em hidroponia.

Fonte de contaminação	Alface	Tomate
Ar/Vento	<i>Cercospora longissima</i> , <i>Septoria lactucae</i> , <i>Bremia lactucae</i> , <i>Pectobacterium</i> spp., <i>Pythium</i> spp., mosca-banca, tripes, pulgões.	<i>Alternaria solani</i> , <i>Oidiopsis taurica</i> , <i>Oidium neolycopersici</i> , <i>Stemphylium solani</i> , <i>Xanthomonas</i> spp., <i>Phytophthora infestans</i> , <i>Pectobacterium</i> spp., mosca-banca, tripes, pulgões.
Água	<i>Pectobacterium</i> spp., <i>Pythium</i> spp.	<i>Pythium</i> spp., <i>Phytophthora</i> spp., <i>Ralstonia solanacearum</i> , <i>Pectobacterium</i> spp.
Substrato (solo, areia, casca de coco, cascalho, vermiculita)	<i>Pythium</i> spp., <i>Pectobacterium</i> spp., <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .	<i>Pythium</i> spp., <i>Phytophthora</i> spp., <i>Ralstonia solanacearum</i> , <i>Pectobacterium</i> spp., <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .
Sementes	<i>Septoria lactucae</i> , <i>Bremia lactucae</i> , <i>Lettuce mosaic virus</i> – LMV	<i>Xanthomonas</i> spp., <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> , <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> .
Mudas	<i>Pectobacterium</i> spp., <i>Pythium</i> spp., <i>Phytophthora</i> spp., <i>Bremia lactucae</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Meloidogyne</i> spp., LMV, MLBVV, LBVaV.	<i>Pythium</i> spp., <i>Phytophthora</i> spp., <i>Fusarium oxysporum</i> fsp. <i>lycopersici</i> , <i>Ralstonia solanacearum</i> , <i>Meloidogyne</i> spp., <i>Septoria lycopersici</i> , <i>Stemphylium</i> spp., tospovírus, begomovírus.
Implementos	<i>Pythium</i> spp., <i>Pectobacterium</i> spp.	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> , <i>Ralstonia solanacearum</i> , <i>Pythium</i> spp., <i>Meloidogyne</i> spp.

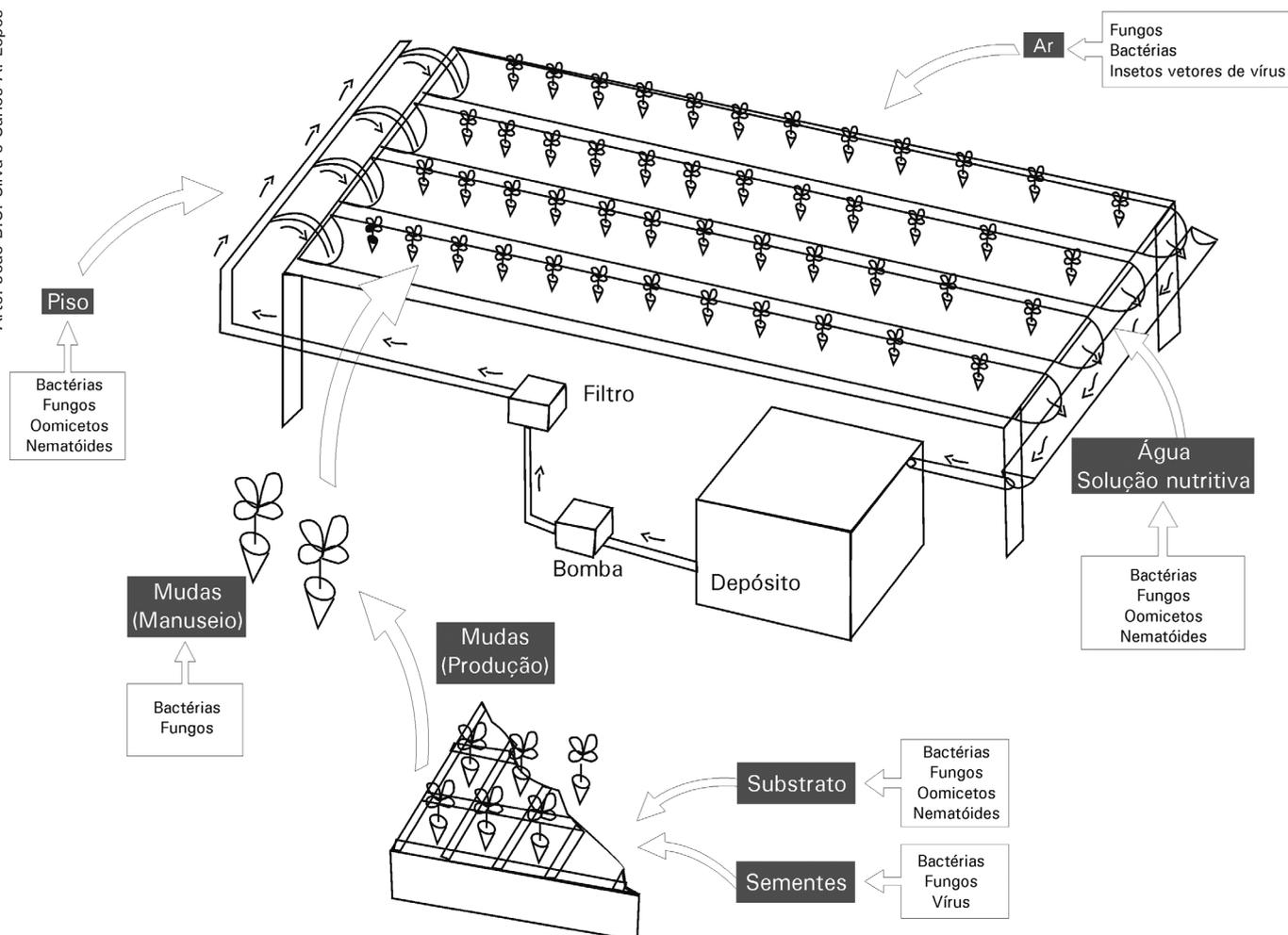


Figura 3. Esquema de um sistema hidropônico indicando pontos críticos de infestação por diferentes grupos de patógenos.

O sistema de cultivo em substrato oferece uma possibilidade a mais de contaminação de plantas quando comparado com os sistemas NFT, pois o material inerte usado, além de poder ser uma fonte de inóculo inicial, é difícil de ser plenamente desinfestado quando reutilizado.

Mesmo não fazendo parte direta dos cultivos hidropônicos, pode-se afirmar que o solo é uma das principais fontes de inóculo, independentemente do sistema utilizado. O solo contém propágulos viáveis que podem ser introduzidos no sistema por várias formas, como, por exemplo, aderidos às ferramentas, equipamentos, utensílios e aos calçados utilizados tanto no manuseio da solução nutritiva quanto nas operações de cultivo, como podas, desbastes e colheita. Além disso, a poeira ou os respingos de chuva contendo partículas de solo podem atingir os reservatórios de água ou da solução nutritiva, quando o reservatório não estiver devidamente coberto. A água, tida por

muitos como livre de patógenos, pode conter bactérias como *Ralstonia solanacearum*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* e as espécies de *Pectobacterium*, além de oomicetos, tais como *Pythium* e *Phytophthora*.

As sementes e mudas também são importantes fontes de inóculo em qualquer sistema de cultivo. Embora existam poucos relatos de sua importância em sistemas hidropônicos, elas são agentes de dispersão de patógenos. Neste caso, os sintomas da doença normalmente aparecem nos primeiros estádios de desenvolvimento da planta.

Pouco se conhece a respeito dos patógenos que possam ser introduzidos pelo vento em sistemas hidropônicos, mas esta via de contaminação foi comprovada para propágulos de *Pectobacterium* spp., principalmente na presença de aerossóis durante períodos chuvosos.

Controle de doenças em cultivos hidropônicos

O controle de doenças deve levar em conta os mesmos princípios epidemiológicos empregados para aquelas que ocorrem em campo aberto, ou seja, principalmente evitar a entrada do patógeno na lavoura e, em caso de este já estar presente, tomar medidas para que a doença não se desenvolva de forma rápida. Por se tratar de um sistema fechado, a manutenção do inóculo fora desse sistema (evitar ou reduzir o inóculo inicial) é a principal medida. Na Tabela 2 são exemplificadas fontes de inóculo para alface e tomate, duas das hortaliças mais cultivadas em hidroponia.

Boa parte dos problemas sanitários observados em alface tem sido relacionada à composição inadequada da solução nutritiva (doenças ou distúrbios de natureza fisiológica) e à falta de higiene nas instalações (doenças parasitárias). No primeiro caso, a solução nutritiva deve sofrer alterações de acordo com a temperatura e o estágio de desenvolvimento da cultura, pois a absorção de nutrientes e a transpiração das plantas são bem diferentes no inverno e no verão e à medida que as plantas se desenvolvem. No verão, é comum aparecerem sintomas de queima de raízes e queima de bordas das folhas.

Doenças da parte aérea em cultivos hidropônicos

São causadas por patógenos presentes em sementes contaminadas, em mudas doentes, no ar ou nas estruturas do sistema. Este inóculo, que deve ser evitado, é composto por esporos de fungos, células de bactérias e insetos vetores de vírus. Uma vez presentes e em contato com as plantas, normalmente encontram condições de desenvolvimento devido à alta umidade do ambiente e à baixa ventilação do sistema, que são condições climáticas normais neste tipo de cultivo. Portanto, para seu controle, é de fundamental importância o princípio da prevenção, ou seja, inicialmente evitar a entrada dos patógenos e, quando não possível, desacelerar o aumento de intensidade da doença, levando em consideração os aspectos da planta em si, do patógeno e do ambiente, além de suas interações, com base nos princípios de controle integrado.

As estruturas de proteção (estufas) devem ser instaladas em local ventilado e de máxima incidência de radiação solar, pois, em locais sombreados e pouco ventilados, ocorre alta umidade relativa do ar e molhamento foliar prolongado, que favorece a infecção de vários patógenos foliares. Além disso, esta condição pode levar à absorção deficiente de cálcio, o que leva ao aparecimento do distúrbio queima das bordas foliares e favorece o desenvolvimento de outras doenças de origem biótica.

O saneamento das instalações é um dos fatores que podem significar a diferença entre o sucesso e o desastre técnico de cultivos hidropônicos (Figuras 4 e 5). As boas práticas de cultivo nestes sistemas podem ser, grosseiramente, comparados com os cuidados que profissionais da saúde humana adotam para evitar contaminações hospitalares.

Doenças de raiz em cultivos hidropônicos

As doenças de raízes são especialmente importantes, visto que a solução nutritiva que circula no sistema radicular transmite propágulos do patógeno de uma planta infectada para as demais. Por esse motivo, para espécies ciclo mais longo e de porte grande, como tomate e pimentão, são preferíveis os sistemas em que os nutrientes são administrados separadamente para cada planta, usando substrato sólido em vasos ou sacos, onde a solução nutritiva é fornecida por meio de gotejadores.

Algo a se evitar no sistema NFT é que todos os perfis recebam a solução nutritiva de um mesmo reservatório. O inóculo responsável pelo início da epidemia pode estar associado ao substrato, à água, às sementes, às mudas ou ao ar.

Pythium – cuidados especiais

Dentre os patógenos em hidroponia, as espécies do gênero *Pythium* (família Pythiaceae, Classe Oomicetos, Reino Straminopila) são os mais importantes. São encontrados colonizando solos de diferentes tipos e em restos culturais. Afetam hortaliças como alface, tomate, rúcula, espinafre, agrião e morango (Figura 6). Várias espécies de *Pythium* causam podridão de raízes em hidroponia

Foto: Italo Guedes



4a

Foto: Ailton Reis



4b

Foto: Ailton Reis



4c

Figura 4a. Alface em cultivo hidropônico bem conduzido.

Figura 4b. Rúcula em cultivo hidropônico bem conduzido.

Figura 4c. Agrião em cultivo hidropônico bem conduzido.



5a

Foto: Carlos Lopes



5b

Foto: Italo Guedes

Figuras 5a e 5b. Contraste de estruturas em hidroponia, onde se percebem riscos diferenciados de contaminação do sistema.



6a

Foto: Ailton Reis

Figura 6a. Plantas destruídas pelo ataque de *Pythium* sp. em cultivo hidropônico de alface.

Figura 6b. Planta de agrião morta pelo ataque de *Pythium* sp. em cultivo hidropônico.



6b

Foto: Italo Guedes

(Figura 7), mas *P. aphanidermatum*, *P. dissotocum* e *P. ultimum* var. *ultimum* são as mais comuns. As perdas provocadas por este oomiceto variam de acordo com a espécie e com o grau de virulência da estirpe predominante. Maiores perdas ocorrem sob temperaturas elevadas (Figura 8), embora *P. ultimum* seja uma espécie mais encontrada em temperaturas amenas. Exceto *P. ultimum*, as outras espécies produzem abundantes zoósporos de uma vesícula emitida a partir de um esporângio. Os zoósporos são estruturas altamente adaptadas à vida na água, razão pela qual o gênero tem alta relação com os sistemas hidropônicos ou solos mal drenados. Além dos zoósporos, as espécies de *Pythium* produzem oósporos, que são esporos sexuais de parede espessa, que servem como estruturas de resistência. Em adição aos zoósporos

e oósporos, os esporângios e as hifas são também propágulos capazes de servir de inóculo inicial de epidemias. Essas estruturas atingem as instalações de cultivo ao serem dispersas pelo vento, pela água da solução nutritiva, por fragmentos de solo e de plantas aderidos em calçados e implementos agrícolas e em substratos. Ao contaminarem o sistema hidropônico, ficam associados aos depósitos de água, bandejas de produção de mudas, tubulações, mangueiras e substratos, de onde são difíceis de serem removidos.

Medidas de controle integrado

A seguir, são listados alguns cuidados a serem tomados em diferentes fases da instalação da cultura em sistemas hidropônicos:

Quanto à estrutura:

- As estruturas de proteção (estufas) devem ser instaladas em local ventilado e de máxima incidência de radiação solar.
- O piso, que pode ser cimentado ou coberto com brita, deve ser mantido limpo, totalmente livre de plantas daninhas.
- O filme plástico da cobertura deve estar limpo, transparente e sem furos. As telas de cobertura e de fechamento devem ser à prova de pulgões e mosca branca, e estar livres de furos ou rasgos, para evitar principalmente a entrada de “nuvens” de esporos, de bactérias e/ou de insetos vetores de vírus. O plástico deve estar limpo para permitir a máxima passagem de luz, necessária para o bom desenvolvimento das plantas.
- Todas as superfícies da estrutura devem ser de fácil limpeza e desinfestação. Por exemplo, recomenda-se utilizar bancadas de metal ou de cimento, que são mais fáceis de serem desinfestadas que as de madeira.
- Manter, na entrada da estrutura, uma caixa de aproximadamente 60x50x10 cm contendo cal hidratada, ou uma bandeja com solução de hipoclorito de sódio ou amônia quaternária, para desinfetar a sola dos calçados, toda vez que se visitar a cultura. A cal hidratada precisa ser mantida sempre seca e limpa, renovada pelo menos uma vez por semana. A solução desinfestante deve ser trocada a cada dia.

Foto: Alton Reis



Figura 7. Mudanças de alface infectadas por *Pythium* sp.

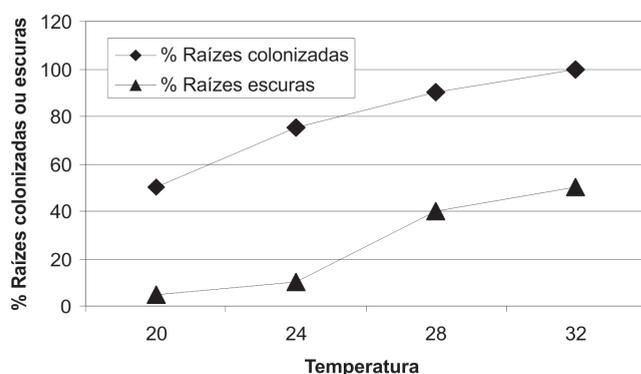


Figura 8. Efeito da temperatura na colonização e necrose de raízes de crisântemo com *Pythium aphanidermatum* (adaptado de SUTTON et al., 2006).

- É importante também que os arredores das estruturas estejam limpos, com controle eficiente de plantas daninhas ou cultivadas que possam abrigar patógenos ou vetores de doenças que atacam a cultura principal.

Quanto à solução nutritiva:

- Utilizar água de qualidade é outro fator importante no sucesso da hidroponia, já que é o componente principal do sistema. A água necessita ser potável, preferencialmente extraída de poço artesiano e analisada para a presença de microrganismos, composição química e acidez (pH). Os microrganismos podem ser contaminantes e os sais minerais podem interferir na disponibilização dos nutrientes para a planta.
- Formular solução nutritiva balanceada. O desbalanço de sais pode levar à deficiência ou toxidez mineral, resultando até na morte das raízes por “queima”, que é um sintoma bastante frequente em sistemas hidropônicos mal ajustados, e que pode ser confundido com podridão de raiz por fungos e oomicetos.
- Ajustar periodicamente a solução nutritiva, principalmente a acidez e a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio.
- Armazenar a solução nutritiva em reservatórios limpos e bem tampados, para que não permitam a formação de algas e contaminações externas com dejetos de animais e/ou restos vegetais e partículas de solo.
- Higienizar a cada ciclo de cultivo. Todo o sistema hidropônico deve ser cuidadosamente revisado e limpo após cada safra, mesmo que nenhum problema fitossanitário tenha sido detectado anteriormente. Um calendário de higiene muito rigoroso deve ser implementado a fim de manter o sistema livre de patógenos.

Quanto ao manuseio das plantas:

- Utilizar cultivares resistentes, quando disponíveis, com a finalidade de reduzir o risco de perdas por algumas doenças.
- Cultivar apenas uma espécie de planta em cada estrutura. Melhor ainda se forem cultivadas plantas da mesma idade.

- Lavar regularmente as mãos com água e sabão, mesmo que as plantas não apresentem sintomas de doença. Essa operação deve ser executada todas as vezes em que se tocar em plantas doentes.

- Eliminar restos culturais. Folhas e partes de plantas descartadas durante a desbrota, poda, seleção e “toilete” devem ser retiradas da estufa e eliminadas, para que não sirvam de fontes de inóculo para as plantas ainda não infectadas.

- Limitar o trânsito de pessoas na estrutura, autorizando a entrada somente daquelas responsáveis pela manutenção das plantas.

- Treinar empregados quanto a técnicas de assepsia e princípios básicos de epidemiologia das doenças, tais como sobrevivência, localização e dispersão de patógenos.

- Monitorar temporariamente as estruturas e os serviços para garantir que as operações estejam sendo realizadas corretamente e no momento certo.

Um alerta sobre o uso do controle químico

Cuidados especiais devem ser dispensados quando, mesmo que observadas as medidas preventivas mencionadas acima, a única forma de controle das doenças demanda o uso de agrotóxicos. Não há fungicidas ou inseticidas registrados para uso exclusivo em sistemas hidropônicos. É imperativo, entretanto, que os produtos a serem aplicados estejam registrados para a cultura e que seja respeitada a recomendação de dose e de período de carência. É bom lembrar que, exceto para alface e tomate, são raros os produtos registrados para aplicação em várias hortaliças cultivadas em hidroponia, como rúcula, agrião, almeirão, chicória e coentro.

Normalmente, não é necessário que as aplicações de agrotóxicos em estruturas fechadas sejam tão frequentes como em campo, já que, após serem aplicados, os produtos não são lavados pela água de chuva ou de irrigação por aspersão. Por outro lado, o ambiente fechado torna mais perigosa a prática da pulverização, exigindo maior rigor na utilização de equipamentos de proteção individual (EPI's).

Tendências do controle de doenças em sistemas hidropônicos

O aumento da consciência ambiental e a busca de alimentos saudáveis, livres de resíduos de agrotóxicos, têm pressionado as instituições de pesquisa a buscar alternativas ao controle químico. Algumas técnicas, a maioria desenvolvida em países de clima temperado, têm se mostrado promissoras para o controle de doenças em cultivos hidropônicos. Estas medidas, entretanto, necessitam ser mais bem avaliadas e devidamente validadas antes de serem recomendadas no Brasil. Algumas dessas técnicas são resumidas abaixo:

1. A incorporação de silicato de potássio na solução nutritiva reduziu a severidade de *Pythium ultimum* e *Sphaerotheca fuliginea* em pepino. O acúmulo de silício na parede das células da planta provavelmente reduz a penetração das hifas do fungo e do oomiceto e estimula mecanismos de defesa da planta.
2. O aumento da concentração de cobre – fungicida de baixa toxicidade – aplicado na solução nutritiva no sistema NFT resultou no controle de algumas doenças fúngicas, mas deve-se levar em conta que o cobre é fitotóxico a algumas espécies ou cultivares.

3. A adição à solução nutritiva de agentes tenso-ativos não iônicos proporcionou o controle de patógenos que produzem zoósporos. Este resultado necessita ser validado sob temperatura alta, condição que favorece o ataque da maioria das espécies de *Pythium*.
4. O tratamento da solução nutritiva com radiação ultravioleta foi efetivo para o controle de alguns oomicetos. Entretanto, a destruição de quelato de ferro após a radiação com ultravioleta pode causar desbalanço nutricional e comprometer o desenvolvimento das plantas.
5. O borbulhamento de ozônio na solução nutritiva inibe o crescimento de vários fungos e oomicetos. Entretanto, a destruição de quelatos de ferro também pode ocorrer pelo tratamento com ozônio.
6. A ultrafiltração foi efetiva para alguns fungos e oomicetos, mas sua viabilidade econômica necessita melhor avaliação.
7. A esterilização da solução nutritiva pelo calor, antes da sua recirculação, apresentou resultados inconsistentes. Além de ser caro, pode ainda precipitar o cálcio na solução.
8. O desenvolvimento de cultivares resistentes é dinâmico e, mesmo para doenças de controle até então difícil por meio desta medida, como no caso de *Pythium* spp. em alface, alguns genótipos têm se mostrado promissores.

Lista de conferência

O controle integrado de doenças, levando em conta a planta hospedeira, o patógeno e, principalmente, o ambiente nos diferentes sistemas hidropônicos, requer a adoção de várias medidas fitossanitárias, a maioria delas preventivas. A seguir, são listadas as principais, lembrando que podem haver outras que podem ser adaptadas a situações específicas dependendo da região, da época de plantio e da espécie a ser cultivada:

- ✓ A estrutura foi montada em local bem arejado e não sombreado? – Ambientes secos e bem irradiados não são favoráveis ao desenvolvimento da maioria das doenças.
- ✓ A estrutura foi montada em local distante de plantios comerciais de plantas hospedeiras de patógenos dispersos pelo vento e por insetos? – O cultivo fica menos sujeito à infecção se isolado de fontes de inóculo e de vetores.
- ✓ O plástico ou a tela da estrutura está limpo(a) e bem conservado(a)? – Uma adequada iluminação reduz a suscetibilidade das plantas à maioria das doenças, e os insetos vetores de patógenos devem ser mantidos fora da estrutura.
- ✓ As bancadas e as paredes estão limpas e desinfestadas? – É comum o inóculo inicial estar localizado internamente nas estruturas, especialmente nas tubulações.
- ✓ O reservatório de solução nutritiva está limpo e tampado? – Água de boa qualidade pode ser contaminada por partículas de solo e partes de plantas que caem no reservatório.
- ✓ A água usada é de boa qualidade? – O ideal é que a água seja de poço artesiano, analisada química e biologicamente para definir seu tratamento, caso seja necessário.
- ✓ A água não se contamina desde o ponto de origem até atingir a caixa? – Os tubos e canais de condução devem ser de boa qualidade, e ser constantemente limpos e desinfestados.
- ✓ A solução nutritiva está equilibrada quanto ao pH e à composição? – É importante dispor de potenciômetro e condutivímetro para proceder o controle da acidez e da concentração iônica da solução.
- ✓ A cultivar plantada é indicada para a região e condição de cultivo? – Genótipos pouco adaptados são sujeitos a estresses, estando, portanto, mais propensos ao ataque de doenças.
- ✓ As plantas ou mudas foram derivadas de sementes de boa qualidade, adquiridas de firma idônea? – Muitas doenças de plantas são transmitidas pelas sementes e mudas;
- ✓ Foi utilizado substrato esterilizado na produção de mudas? – Lembrar que substratos estéreis podem se contaminar durante o armazenamento ou manuseio.
- ✓ As mudas foram inspecionadas, com eliminação daquelas anormais? – Mudas anormais podem conter estruturas de patógenos que contaminarão outras plantas.
- ✓ Os arredores da estrutura estão devidamente limpos? – Plantas daninhas e tiguerras podem ser portadoras de doenças e vetores de vírus que irão infectar as plantas sob hidroponia.
- ✓ Os operadores do sistema são devidamente treinados para a condução da cultura, em especial do monitoramento do ambiente e da solução nutritiva? – Isto diz respeito à capacidade de previsão e detecção de problemas logo no início, quando ainda há tempo de correção.
- ✓ Plantas velhas e restos de culturas são retirados imediatamente da estrutura? – Restos de culturas são eficientes fontes de inóculo e de vetores de patógenos.
- ✓ Os agrotóxicos usados são registrados para a cultura, e são obedecidos os períodos de carência? – Este aspecto é relevante para que hortaliças, principalmente as consumidas cruas, não contenham resíduos indesejáveis de agrotóxicos.
- ✓ Existe controle de acesso de pessoal e uma caixa de cal ou uma bandeja de solução desinfetante na entrada da estufa para a limpeza de calçados?

– Patógenos e vetores podem ser introduzidos no ambiente de hidroponia nas roupas e nos calçados.

✓ Os equipamentos são desinfestados e as mãos lavadas com sabão antes de manusear lotes diferentes de plantas? – Várias doenças são transmitidas por contato das mãos e ferramentas contaminadas.

✓ A temperatura da solução nutritiva está adequada? – Severos surtos de ataque de *Pythium* spp. têm sido registrados em temperaturas de solução acima de 25 °C.

Agradecimentos

Ao Dr. Ailton Reis pela cessão de algumas imagens e pela revisão do texto.

Referências

- SILVA, M. S. C.; LIMA NETO, V. C. Doenças em cultivos hidropônicos de alface na região metropolitana de Curitiba/PR. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, p. 275-283, 2007.
- SUTTON, J. C.; SOPHER, C. R.; OWEN-GOING, T. N.; LIU, W.; GRODZINSKI, B; HALL, J. C.; BENCHIMOL, R. L. Etiology and epidemiology of *Pythium* root rot in hydroponic crops: current knowledge and perspectives. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 32, n. 4, p. 307-321, 2006.
- Literatura Consultada**
- BATES, M. L.; STANGHELLINI, M. E. Root rot of hydroponically grown spinach caused by *Pythium aphanidermatum* and *Pythium dissotocum*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 68, p. 989-991, 1984.
- DAVIES, J. M. L. Disease in nutrient film technique. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 98, p. 299-305, 1980.
- DAVIS, R. M.; SUBBARAO, K. V.; RAID, R. N.; KURTZ, E. A. **Compendium of lettuce diseases**. St. Paul: APS, 1997. 80 p.

FUNCH-JENSEN, D.; HOCKENHULL, D. The influence of some factors on the severity of *Pythium* root rot of lettuce in soilless (hydroponic) growing systems. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 133, p. 129-136, 1983.

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

GOLD, S. E.; STANGHELLINI, M. E. Effects of temperature on *Pythium* root rot of spinach grown under hydroponic conditions. **Phytopathology**, St. Paul, v. 75, p. 333-337, 1985.

GOLDBERG, N. P.; STANGHELLINI, M. E.; RASMUSSEN, S. L. Filtration as a method for controlling *Pythium* root rot of hydroponically grown cucumber. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, p. 777-779, 1992.

GRAVES, D. J. The nutrient film technique. **Horticultural Reviews**, New York, v. 5, p. 1-44, 1983.

JARVIS, W. R. **Managing diseases in greenhouse crops**. St. Paul: APS, 1993. 288 p.

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **LabHidro**. Disponível em: < www.labhidro.cca.ufsc.br >. Acesso em: 03 ago. 2014.

LOPES, C. A.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; REIS, A. **Doenças da alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2010. 68 p.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. (Org.). **Doenças do tomateiro**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 152 p.

LOPES, C. A.; CARRIJO, O. A.; MAKISHIMA, N. **Contaminação com patógenos em sistemas hidropônicos: como aparecem e como evitar**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 5 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado técnico 31).

MARTINEZ, H. E. P. **Manual prático de hidroponia**. Viçosa, MG: Centro de Produções Técnicas, 2006. 271 p.

RUNIA, W. T. A review of possibilities for disinfection of recirculating water from soilless cultures. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 382, p. 221-229, 1995.

SIMONE, G. W. Vegetable disease recognition and control. In: HOCHMUTH, G. (Ed.) **Florida greenhouse vegetable production handbook**. 1991. 98 p. v. 3. (Circular SP, 48)

STANGHELLINI, M. E; RASMUSSEM, S. L. Hydroponics: a solution for zoosporic pathogens. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, p. 1138-1141, 1994.

TEIXEIRA, L. D. D.; SALVAIA, A.; ANGELI, S. S.; MARTINS, M. C. Doenças relacionadas a culturas hidropônicas diagnosticadas na Clínica Fitopatológica Prof. Hiroshi Kimati entre 1999 e 2004. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 33, p. S44, 2007. Suplemento.

Comunicado Técnico, 107

Embrapa Hortaliças
Endereço: Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9, Caixa Postal 218, CEP 70.351-970, Brasília-DF,
Fone: (61) 3385-9000
Fax: (61) 3556-5744
SAC: www.embrapa.br/fale-conosco/sac
www.embrapa.br/hortalicas

Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
 PÁTRIA EDUCADORA

1ª edição

1ª impressão (2015): 1.000 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Warley Marcos Nascimento
Editor Técnico: Ricardo Borges Pereira
Secretária: Gislaine Costa Neves
Membros: Miguel Michereff Filho, Milza Moreira Lana, Marcos Brandão Braga, Valdir Lourenço Júnior, Daniel Basílio Zandonadi, Caroline Pinheiro Reys, Carlos Eduardo Pacheco Lima, Mirtes Freitas Lima

Expediente

Supervisor editorial: George James
Normalização bibliográfica: Antonia Veras
Editoração eletrônica: André L. Garcia