



Práticas agroecológicas para o manejo de doenças de plantas



Práticas agroecológicas para o manejo de doenças de plantas

Governo do Estado de Minas Gerais

Romeu Zema Neto
Governador

Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Ana Maria Soares Valentini
Secretária

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Conselho de Administração

Ana Maria Soares Valentini
Nilda de Fátima Ferreira Soares
Celso Luiz Moretti
Glênio Martins de Lima Mariano
Neivaldo de Lima Virgílio
Maria Lélia Rodriguez Simão
Marco Antonio Viana Leite

Conselho Fiscal

Márcio Maia de Castro
Livia Maria Siqueira Fernandes
Amarildo José Brumano Kalil

Presidência

Nilda de Fátima Ferreira Soares

Diretoria de Operações Técnicas

Trazilbo José de Paula Júnior

Diretoria de Administração e Finanças

Leonardo Brumano Kalil

EPAMIG Sudeste

Francisco Carlos de Oliveira

Práticas agroecológicas para o manejo de doenças de plantas

Wânia dos Santos Neves

© 2020 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida sem autorização escrita e prévia da autora.

COORDENAÇÃO

EPAMIG Sudeste

Francisco Carlos de Oliveira

Autora

Wânia dos Santos Neves
Engenheira Agrônoma, D.Sc.
Pesquisadora EPAMIG Sudeste - Viçosa, MG
wanianeves@epamig.br

PRODUÇÃO

Departamento de Informação Tecnológica

Vânia Lúcia Alves Lacerda
Editora-chefe

Divisão de Produção Editorial

Fabriciano Chaves Amaral
Projeto gráfico

Foto da capa

Wânia dos Santos Neves

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União
CEP 31170-495 Belo Horizonte - MG
Telefax: (31) 3489-5000 - www.epamig.br

EPAMIG SUDESTE

Campus UFV, nº 46 e 47 - Caixa Postal 216
Vila Gianetti - CEP: 36571-000 Viçosa - MG
Tel.: (31) 3891-2646 - epamigsudeste@epamig.br

N518p Neves, Wânia dos Santos.

Práticas agroecológicas para o manejo de doenças de plantas. –
Belo Horizonte: EPAMIG, 2020.
40 p.: il. color; 28 cm.

ISBN 978-65-86500-03-5

1. Agroecologia. 2. Prática cultural. 3. Controle de doença. I. Título.
II. EPAMIG.

CDD 631.584

22.ed.

AGRADECIMENTO

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pelo apoio na elaboração desta publicação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Ao Departamento de Informação Tecnológica (DPIT) da EPAMIG, pela editoração e pelo projeto gráfico desta publicação.

APRESENTAÇÃO

Para satisfazer uma necessidade humana primordial faz-se necessário obter produtos agrícolas com qualidade e em quantidade suficiente para suprir a população mundial. Um dos fatores responsáveis por reduzir drasticamente a produtividade agrícola é a ocorrência de doenças de plantas nas áreas de cultivo, causando grandes prejuízos ao produtor rural. Para reduzir os danos econômicos decorrentes dessas doenças, o controle químico tornou-se prática comum na agricultura. Entretanto, a exigência da sociedade por produtos mais saudáveis, cultivados de forma que não causem danos ao homem, animais e ao ambiente vem fazendo com que haja uma mudança nesse cenário, com a busca por métodos alternativos de controle de doenças de plantas em substituição ao método químico.

Diante deste contexto, surge a agroecologia, que tem como meta a retomada de uma agricultura sustentável que recupere os danos causados pela agricultura convencional, com a utilização de práticas que englobem as questões sociais, ambientais, éticas, etc. Dentro dos conceitos da agroecologia, as formas de manejo adotadas para alcançar a sustentabilidade do sistema de cultivo são de grande importância para reduzir os efeitos nocivos causados pela agricultura convencional ao meio ambiente, preservar e recompor a fertilidade do solo, melhorar a qualidade dos alimentos a ser oferecidos ao consumidor e reduzir ou prevenir a ocorrência de doenças de plantas na área de cultivo.

A EPAMIG, por meio desta publicação, reúne informações sobre práticas agroecológicas para o manejo de doenças de plantas, apresentando ao leitor os principais patógenos e seus sintomas. Espera-se, portanto, que este trabalho contribua para que produtores e técnicos conheçam as principais doenças e as práticas que têm como objetivo prevenir ou reduzir a ocorrência das doenças no campo, sem que haja danos ao meio ambiente e aos animais e, assim, obter alimentos de qualidade, sem riscos à saúde do homem desde a produção até o consumo.

Nilda de Fátima Ferreira Soares
Presidente

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
Banco de sementes e uso de material propagativo de qualidade	12
Adubação orgânica e incorporação de resíduos vegetais ao solo	14
Adubação verde	16
Irrigação	16
Eliminação de restos de cultura e de plantas hospedeiras	19
Densidade de plantio	21
Rotação de cultura	21
Uso de barreiras ou quebra-ventos	22
Uso de produtos alternativos	23
Extratos vegetais	23
Biofertilizantes	25
Controle biológico	25
Controle alternativo	27
Óleos essenciais e derivados de vegetais	27
Outros produtos alternativos	27
Controle físico	28
Termoterapia para tratamento de material propagativo	28
Solarização do Solo	29
Refrigeração	29
Práticas para manejo de doenças causadas por fungos	30
Práticas para manejo de doenças causadas por vírus	32
Práticas para manejo de doenças causadas por bactérias	34
Práticas para manejo de doenças causadas por nematoides	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	39



INTRODUÇÃO

Muitos avanços científicos contribuíram para o aumento da produção agrícola ao longo dos anos. Entretanto, alguns desses avanços também contribuíram para a degradação ambiental e a dependência de produtos externos na agricultura. As doenças de plantas, por exemplo, causam grandes prejuízos na agricultura por reduzir drasticamente a produtividade da cultura e, algumas vezes, causar a perda de toda área de plantio. Para reduzir os danos econômicos causados pelas doenças de plantas, o controle químico tornou-se prática comum na agricultura convencional. Porém, esse método de controle, além de causar problemas à saúde do homem, danos ambientais e a morte de animais, faz com que o agricultor se torne permanentemente dependente desses produtos. A partir dessa observação, algumas pesquisas começaram a ser realizadas com o objetivo de desenvolver práticas para uma agricultura sustentável.

Dentro desse contexto, surge a agroecologia, que tem como finalidade a sustentabilidade do sistema agrícola de produção com o objetivo de resgatar o equilíbrio de todo o sistema de produção, com a utilização de práticas que englobem as questões sociais, culturais, ambientais, éticas, etc. As práticas de manejo de doenças de plantas são de grande importância para reduzir os efeitos nocivos causados pela agricultura convencional e devolver ao agricultor sua independência ao se adotar práticas sustentáveis para prevenção do estabelecimento da doença ou redução de sua ocorrência na área de cultivo.

Dentre os microrganismos que causam doenças em plantas os mais importantes são os fungos, as bactérias, os vírus e os nematoides. As plantas estão sujeitas a um extenso número de doenças causadas por patógenos que, quando encontram condições favoráveis de ambiente e um hospedeiro suscetível, causam alto nível de severidade que resulta em perdas de até 100% da produtividade da cultura. Por isso, o agricultor deve adotar práticas de manejo que sejam capazes de proporcionar condições que favoreçam as plantas, buscando, ao mesmo tempo, desfavorecer o desenvolvimento das doenças. É importante lembrar que as práticas agroecológicas de manejo visam uma redução do patógeno a fim de proporcionar um menor dano econômico ao produtor. Ou seja, tais práticas não erradicam totalmente o patógeno de uma área onde ele esteja presente, mas fazem com que sua ocorrência na área seja de forma equilibrada, a ponto de não causar danos econômicos ao pro-

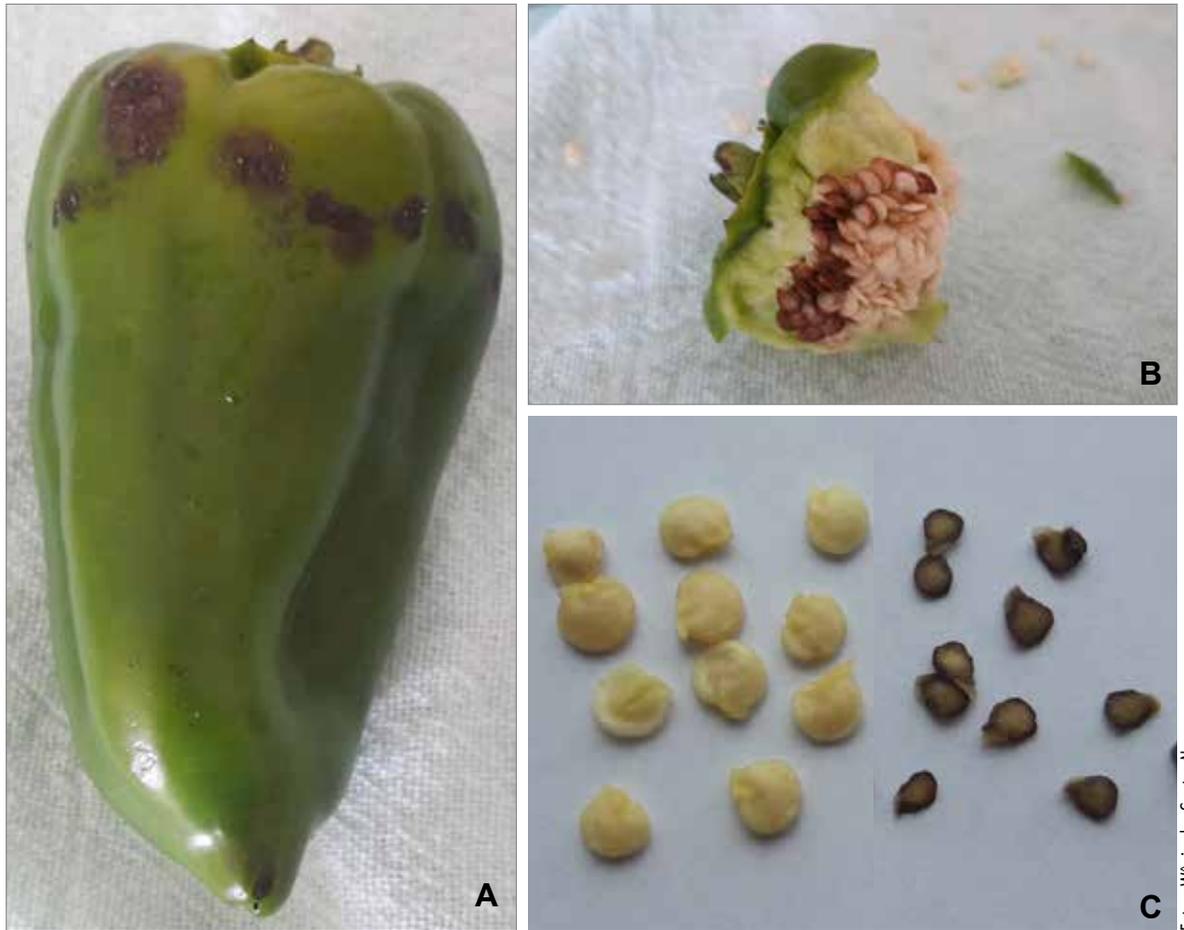
dutor. É importante destacar que as diferentes práticas de manejo de doenças de plantas, a serem discutidas aqui, são mais eficientes quando combinadas entre si de tal forma que a planta se torne menos vulnerável ou mais resistente ao ataque do patógeno.

Banco de sementes e uso de material propagativo de qualidade

A utilização de material propagativo sadio é essencial para se reduzir a chance de ocorrência de doenças em campo e para obtenção de uma boa produtividade das culturas. Além disso, o uso de material propagativo doente pode ser responsável pela disseminação e introdução de patógenos em áreas onde estes ainda não estejam presentes. Os bancos de sementes também podem ser uma opção para agricultores familiares que desejam ser independentes em relação às empresas produtoras de sementes, produzindo suas próprias sementes de qualidade. O armazenamento das sementes deve ser feito em local com umidade e temperatura adequados para que a semente permaneça com boa germinação e vigor e para que fungos de armazenamento não a deteriore.

Quando o produtor ainda não tem a capacidade de fazer uso do banco de sementes em sua propriedade, a forma mais segura de se adquirir mudas de qualidade é a compra de mudas certificadas. Quando a muda é feita na propriedade rural o substrato utilizado deve estar livre de patógenos para assegurar que não haja disseminação do patógeno para a área de plantio via material propagativo. Para que o produtor faça seu banco de sementes ou para uso de sementes produzidas pelo produtor, para cultivo nas safras seguintes, é fundamental que a retirada dessas sementes seja realizada à partir de plantas saudáveis. A adoção dessa medida é de grande importância, para que não haja o risco de introduzir uma doença, ainda não existente, na área de cultivo por meio do plantio de sementes e/ou mudas doentes. Por exemplo, um fruto de pimentão com antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, muito provavelmente já vai ter suas sementes contaminadas com o patógeno e, por isso, não é aconselhável o uso de sementes retiradas desse fruto (Fig. 1).

Figura 1 - Fruto de pimentão



Fotos: Wânia dos Santos Neves

Nota: A - Antracnose em fruto de pimentão (*Capsicum annuum*), causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*; B - Sementes no interior do fruto de pimentão atacada pelo fungo; C - Diferença entre sementes doentes (direita) e saudáveis (esquerda) de pimentão.

Adubação orgânica e incorporação de resíduos vegetais ao solo

A adubação orgânica utiliza material orgânico decomposto como fonte de nutrientes. O uso de resíduos de animais, como esterco bovino e chorume suíno, incorporados ao solo já teve efeito comprovado no controle de alguns patógenos do solo. Os estercos, como de bovinos e de aves, por exemplo, são as principais fontes de matéria orgânica utilizadas para adubação do solo e promovem a melhoria das características físico-químicas do solo; maior produtividade das culturas, o aumento da diversidade da microbiota do solo (características biológicas) e contribui com fornecimento de determinados nutrientes para as plantas, como por exemplo, o nitrogênio. Assim, além da ação direta aos patógenos causadores de doenças em plantas, proporcionada pelos compostos tóxicos, a planta se torna mais resistente ao ataque de patógenos, por estar mais bem nutrida, não comprometendo sua produtividade.

A incorporação de resíduos vegetais, por meio de sua decomposição, promove a liberação de gases tóxicos, que promovem o controle de patógenos do solo com eficiência comprovada em diversos trabalhos. Como exemplo, citamos o controle do nematoide *Meloidogyne* sp., que tem como principal sintoma a formação de galhas nas raízes das plantas (Fig. 2). A incorporação de restos vegetais de brássicas, como brócolis, repolho e mostarda, liberam substâncias tóxicas que causam a mortalidade ou inatividade dos nematoides que param de se movimentar no solo e não conseguem chegar a seus hospedeiros, não completando dessa forma seu ciclo de vida, reduzindo drasticamente sua população no solo.

Figura 2 - Galhas em raízes de plantas causadas pelo nematoide *Meloidogyne* sp.



Fotos: Wânia dos Santos Neves

Nota: A - Galhas em raiz de plantas de alface (*Lactuca sativa*); B - Galhas em raiz de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*).

Adubação verde

A adubação verde é o cultivo de plantas na área de produção de espécies agrícolas, para que, posteriormente, sejam incorporadas ao solo com o propósito de recuperar solos degradados por cultivos intensos, auxiliar na fertilidade do solo com o fornecimento de nitrogênio, por exemplo, e controlar alguns patógenos causadores de doenças em plantas. As leguminosas, como espécies de crotalárias (*Crotalaria spectabilis* e *C. juncea*) e a mucuna (*Mucuna pruriens*), são muito recomendadas como adubos verdes, por produzirem grande quantidade de biomassa que, ao ser incorporada ao solo, aumenta o teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, a qualidade do solo. No caso da crotalária (Fig. 3A) a alelopatia ou o aumento da população de fungos predadores também exercem importante papel na redução da densidade populacional dos nematoides, reduzindo a população do patógeno e seus danos.

Irrigação

É de grande importância que a água de irrigação seja de boa qualidade, para evitar o aparecimento de doenças de plantas. Na maioria das vezes, a água destinada à irrigação não passa por qualquer tratamento prévio, o que pode vir a ser uma fonte potencial de patógenos para a cultura agrícola. Muitas vezes, a falta de conhecimento por parte do agricultor sobre a importância na escolha da origem, da qualidade da água e do sistema de irrigação pode refletir em prejuízos causados pela ocorrência de doenças.

A falta e o excesso de água podem ser prejudiciais para a obtenção de mudas de boa qualidade. Entretanto, o excesso de água geralmente é mais prejudicial do que a falta, pois dificulta a circulação de ar no solo, impedindo o crescimento das raízes, lava os nutrientes e propicia o aparecimento de doenças (Fig. 3B). Na prática, a quantidade de água ideal para a irrigação é aquela em que o terreno fica suficientemente umidificado, sem apresentar sinais de encharcamento. O tombamento de mudas, causado por fungos do solo, tais como dos gêneros *Pythium*, *Rhizoctonia* e *Phytophthora*, ocorre normalmente associado ao excesso de umidade do solo.

Existe forte relação entre a ocorrência de certos tipos de doenças e o sistema de irrigação utilizado. De maneira geral, as doenças da parte aérea são favorecidas pelos sistemas de irrigação por aspersão, enquanto as doenças de solo são favorecidas pelos sistemas superficiais e por gotejamento. Com o

Figura 3 - Plantas de crotalária (*Crotalaria* sp.)



Orcílio Gomes Filho

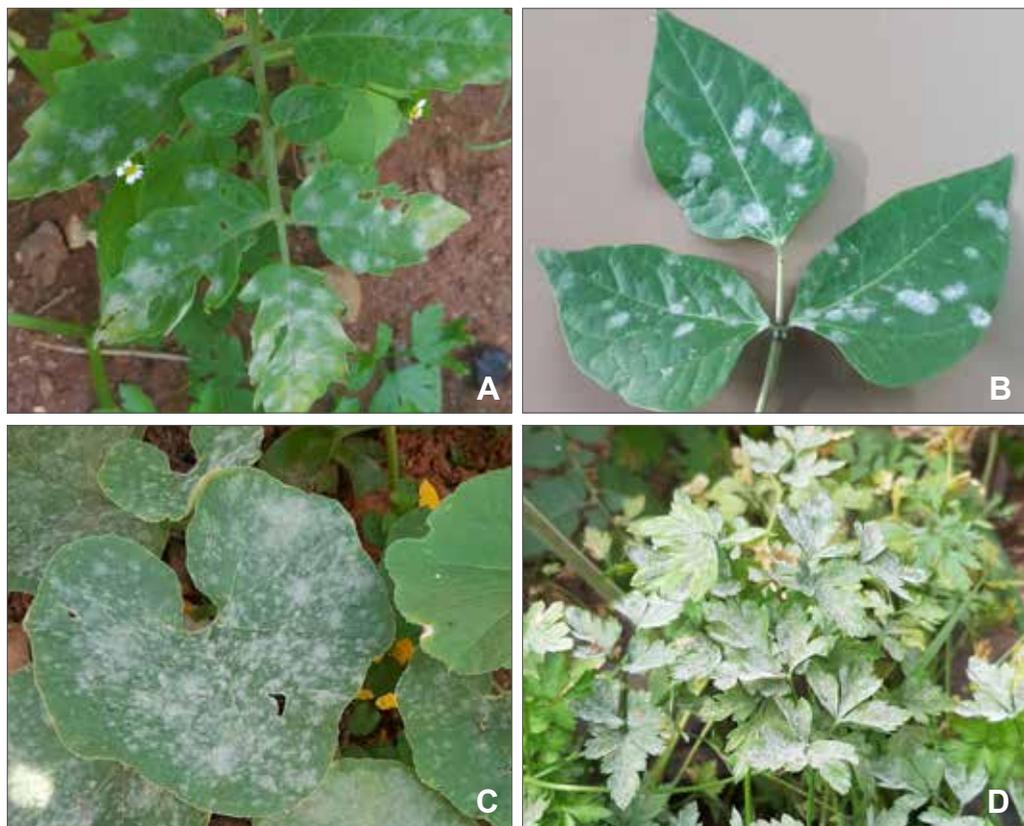


Wânio dos Santos Neves

Nota: A - Plantas de crotalária no campo, utilizadas como adubo verde para, posteriormente, ser incorporadas para aumentar o teor de matéria orgânica no solo e, conseqüentemente, sua qualidade; B - Plântula com tombamento pós-emergência devido ao excesso de água de irrigação.

aumento do cultivo protegido do tomate e o uso da irrigação por gotejamento, doenças conhecidas como oídios (Fig. 4) passaram a ser importantes para a cultura. A presença de água nas folhas, ocasionada por sistema de aspersão, é uma condição desfavorável para a ocorrência do oídio nas plantas. Por outro lado, esse tipo de irrigação, especialmente quando em regime de alta frequência, por favorecer condições de elevada umidade na folhagem, pode aumentar a incidência de doenças da parte aérea, como por exemplo, a mancha-púrpura, causada por *Alternaria* sp. e o mofo-cinzento, causado por *Botrytis* sp. Por isso, é importante que sejam avaliadas as doenças presentes na área de cultivo e qual o tipo de cultura, para que seja recomendado o sistema de irrigação mais apropriado.

Figura 4 - Plantas com sintomas de oídio



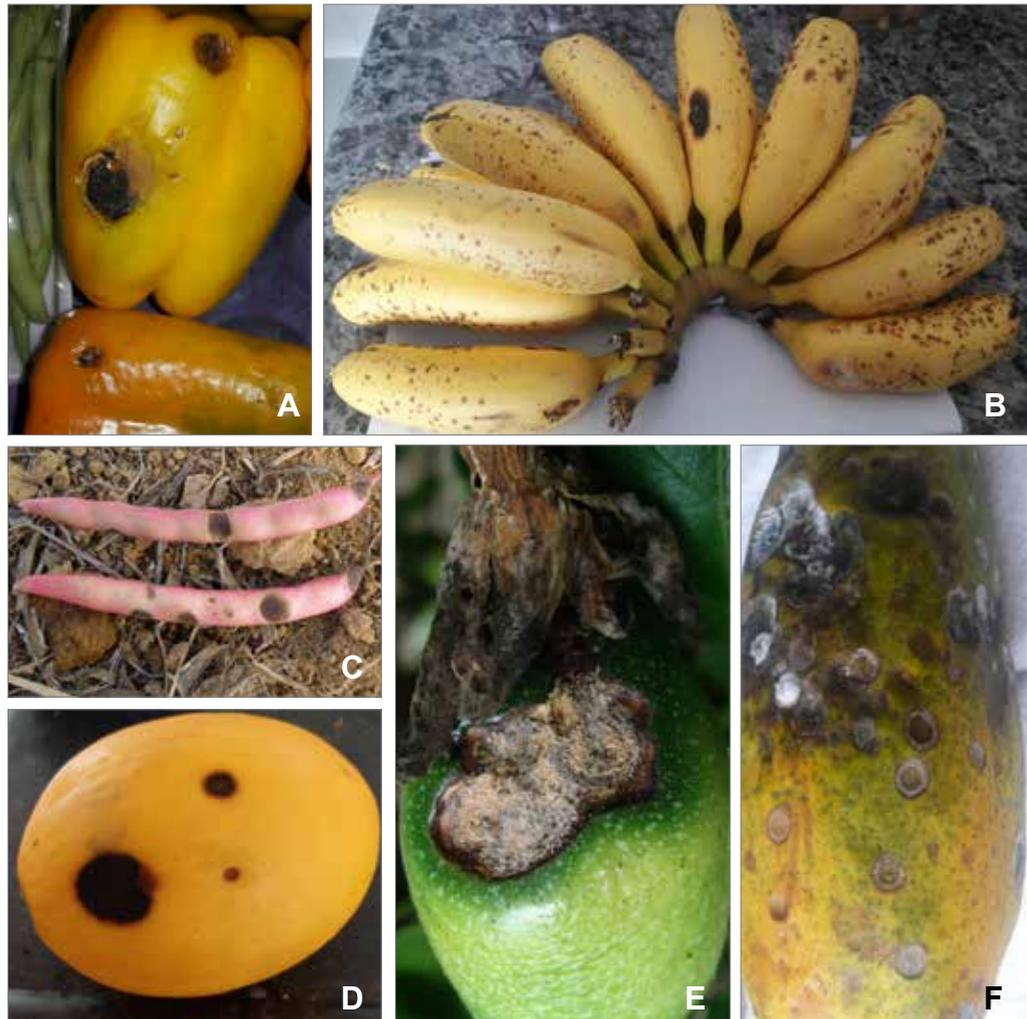
Fotos: Wânia dos Santos Neves

Nota: A - Folhas de planta de tomate (*Solanum lycopersicum*) com oídio causado pelo fungo *Sphaerotheca fugilinea*; B - Folhas de planta de abóbora (*Cucurbita moschata*) com oídio causado pelo fungo *Oidium* sp.; C - Folhas de planta de feijão (*Phaseolus vulgaris*) com oídio causado pelo fungo *Sphaerotheca fugilinea*; D - Folhas de salsa (*Petroselinum crispum*) com oídio causado pelo fungo *Erysiphe umbelliferarum*.

Eliminação de restos de cultura e de plantas hospedeiras

A eliminação de restos de cultura da área de plantio é uma maneira de interromper o ciclo de vida dos patógenos que conseguem sobreviver por determinado período sem a presença de um hospedeiro vivo. Com a interrupção do ciclo de vida do patógeno, por meio da retirada dos restos de cultura da área, ocorre a redução do inóculo inicial (estruturas do patógeno) para ocorrência da doença na próxima safra da cultura. Como exemplos, podemos citar espécies do fungo *Colletotrichum* e *Cercospora* (Fig. 5)

Figura 5 - Fungos que sobrevivem em restos de cultura: Antracnose causada por espécies do fungo *Colletotrichum* sp.



Fotos: Wânia dos Santos Neves

Nota: A - Antracnose em pimentão; B - Antracnose em frutos de banana; C - Antracnose em vagens de feijão; D - Antracnose em fruto de melão; E - Antracnose em fruto de maracujá; F - Antracnose em fruto de mamão.

Algumas culturas que continuam vegetando após a colheita também devem ter seus restos eliminados com o propósito de não servirem de hospedeiras de fitopatógenos. É de grande importância também a eliminação de plantas daninhas ou voluntárias das áreas ou próximo às áreas de cultivo. Tais plantas podem servir como hospedeiras alternativas de patógenos (Fig. 6) que, com a volta da cultura agrícola para o campo na outra safra, podem causar doenças e grandes prejuízos ao produtor.

Figura 6 - Plantas daninhas hospedeiras alternativas de patógenos de plantas



Nota: A e B - Plantas daninhas hospedeiras de viroses; C e D - Plantas daninhas hospedeiras de fungos causadores de ferrugem; E - Planta daninha com oídio.

Fotos: Wânia dos Santos Neves

Densidade de plantio

É de grande importância que a densidade de plantio seja adequada para a cultura, respeitando os espaçamentos entre as plantas da forma indicada nas literaturas especializadas. Para que assim não seja proporcionado ao patógeno um ambiente favorável para a ocorrência da doença. Como regra geral cultivos adensados propiciam condições ambientais mais favoráveis a patógenos, por resultar num aumento de umidade e temperatura. Além disso, um plantio adensado pode propiciar um déficit de luz, o que faz com que as plantas fiquem mais predispostas a determinadas doenças, por não se desenvolverem normalmente.

Rotação de cultura

A rotação de cultura atua na fase de sobrevivência do patógeno e consiste em alternar o cultivo de diferentes espécies vegetais em uma mesma área de plantio. É importante ressaltar que a espécie vegetal escolhida para rotação não seja hospedeira dos patógenos presentes na área. Dessa forma, a ausência do hospedeiro faz com que o patógeno geralmente morra por desnutrição, o que ocasiona a eliminação ou redução do inóculo inicial da doença para as próximas safras. Por exemplo, em uma área com a presença do nematoide *Meloidogyne incognita* em que é cultivada a soja, a rotação com algodão, milho ou sorgo não deve ser realizada já que as três culturas são hospedeiras do nematoide e isso aumentaria a população do nematoide na área.

Durante a rotação de culturas, os fitopatógenos são eliminados parcial ou completamente, enquanto que, sob monocultura, são estimulados e mantidos num potencial de inóculo suficiente para a continuidade de seu ciclo biológico, podendo causar, severas epidemias. A utilização da rotação de culturas é efetiva no controle de patógenos que dependam nutricionalmente do hospedeiro para sua sobrevivência, que sobrevivam pela colonização saprofítica de restos culturais do hospedeiro, que não apresentem estruturas de resistência, que tenham pouco ou nenhum hospedeiro alternativo e que apresentem esporos que não sejam transportados pelo vento ou por respingos de água a longas distâncias.

Uso de barreiras ou quebra-ventos

O quebra-vento atua como uma barreira que protege as plantas contra ventos fortes evitando a quebra de galhos, folhas ou de plantas jovens. Em cultivo de hortaliças, por exemplo, se o local for muito plano é muito comum a quebra de galhos e até mesmo derrubada da planta. A quebra de galhos pode servir como porta de entrada para patógenos, facilitando sua penetração e colonização da planta. Em cultivo de plantas de porte pequeno a médio, o quebra-vento pode ser feito com o plantio de plantas de porte mediano, como espécies arbóreas, florestais ou frutíferas (Fig. 7) e espécies de algumas gramíneas, como milho (*Zea mays*). Além disso, essas barreiras impedem ou reduzem a entrada de estruturas de patógenos que são disseminados pelo vento e de insetos vetores de vírus fitopatogênicos.

Figura 7 - Plantio de bananeira em área de cultivo para servir como barreira ou quebra-vento



Wânia dos Santos Neves

Uso de produtos alternativos

Caldas e extratos vegetais, óleos essenciais e subprodutos industriais de espécies botânicas estão sendo avaliados e, de acordo com os resultados obtidos, muitos estão sendo selecionados como promissores para formulação de produtos naturais eficientes para sua utilização prática no controle de alguns patógenos. Estes produtos podem atuar diretamente no controle dos patógenos ou, indiretamente, induzindo a resistência das plantas às doenças.

Extratos vegetais

Alguns extratos vegetais podem ser usados para controle de doenças de plantas via pulverização foliar ou via solo. Os compostos químicos com propriedade de controlar doenças nas plantas são encontrados em resultado ao metabolismo primário das plantas ou dos seus resíduos. A eficiência do extrato vegetal depende da forma como é preparado, por infusão ou tintura, por exemplo, e do tipo de extrato, aquoso ou alcoólico. O processo tecnológico para obtenção do extrato diferencia a quantidade e quais os componentes são retirados da planta, podendo tais componentes ser tóxicos ou não ao patógeno em questão. Suas propriedades dependem de uma série de fatores relacionados à planta, tais como a parte da planta utilizada (folha, caule, semente, fruto, raiz etc) e do seu estágio de desenvolvimento.

O extrato de alho, por exemplo, tem grande potencial no controle de muitos fitopatógenos, por apresentar mais de 100 compostos bioativos em sua composição. O uso do extrato de brássicas pode promover o controle de patógenos habitantes do solo e de alguns patógenos causadores de doenças na parte aérea das plantas. O extrato de canola obtido por maceração é indicado para controle de oídio em plantas de pepino, apresentando redução de 68 a 93% da doença. Em outros estudos, o extrato de canola também controlou efetivamente o mofo-cinza em frutos de morango em pós-colheita.

A utilização de extratos vegetais também tem resultado no controle de alguns patógenos, veiculados via sementes, sendo este fato de extrema importância para o manejo de doenças de plantas que tem, como uma das principais medidas preventivas de controle, a utilização de sementes saudáveis. Trabalhos realizados com extratos como os de mamona (Fig. 8), nim (Fig. 9), melão de São Caetano, de algumas espécies de citrus e de gengibre já foram relatados como eficientes em reduzir a severidade de fungos em sementes de diferentes espécies vegetais. Alguns extratos vegetais também já tiveram eficiência comprovada em controlar doenças que ocorrem em pós-colheita

Figura 8 - Plantas e folha de nim indiano (*Azadirachta indica*)



Fotos: Wânia dos Santos Neves

Figura 9 - Sementes e folhas de mamona (*Ricinus communis*)



Wânia dos Santos Neves

como, por exemplo, alguns extratos cítricos. Existe inclusive no mercado o produto Ecolife®, produzido a partir de biomassa cítrica, que já teve seu efeito comprovado no controle de diversas doenças em pós-colheita, reduzindo a severidade de fungos como *Penicillium expansum*, causador do mofo-azul e *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose.

Os extratos aquosos de sementes de mamão e de abóbora também são eficientes em controlar os nematoides das galhas *M. javanica* e *M. incognita*. O extrato foi produzido pelo método de infusão, em que 1g de sementes (de mamão ou de abóbora) secas e trituradas foram colocadas em 10 mL de água fervente e, 24 horas depois, passou pela filtração em papel filtro. O extrato de semente de mamão foi eficiente em reduzir eclosão de *M. javanica* em 95% e de *M. incognita* em 99% e em causar a morte de 100% dos nematoides. O extrato de semente de abóbora também foi eficiente em controlar os nematoides, tanto na redução da eclosão como na morte dos juvenis de segundo estágio. Alguns componentes tóxicos presentes nas sementes e o fato de possuírem atividade anti-helmíntica comprovada são responsáveis por um controle tão eficiente de nematoides.

Biofertilizantes

O uso de biofertilizantes produzidos pela digestão anaeróbica ou aeróbica, a partir de inúmeros materiais orgânicos, é outra técnica alternativa de controle para algumas doenças causadas por fungos, bactérias e nematoides. O mecanismo de ação dos biofertilizantes contra doenças de plantas ocorre devido à presença de metabólitos secundários produzidos por microrganismos presentes no biofertilizante com ação direta sobre os patógenos ou pela ação direta ou indireta dos nutrientes sobre os fitopatógenos.

Controle biológico

Os fungos e as bactérias são os microrganismos mais estudados para uso no controle biológico de doenças. Já existem no mercado produtos à base de fungos, por exemplo, para controle de doenças importantes em diversas culturas. Os patógenos habitantes do solo podem ser controlados por meio da modificação do ambiente, o que faz com que ocorra a prevenção do estabelecimento do patógeno no solo ou a inibição das suas atividades patogênicas. Outra forma de controle desses patógenos é a introdução do antagonista no solo, que pode atuar diretamente sobre o patógeno, após seu estabelecimento, por meio dos seus diferentes mecanismos de ação.

Além disso, é importante que os órgãos de propagação das plantas apresentem boa qualidade e estejam livres de patógenos para que o risco da ocorrência de doenças em campo seja reduzido. Existem tratamentos de sementes, mudas ou outros órgãos de propagação, com organismos antagonistas eficientes em promover a proteção durante a germinação, emergência e a emissão de raízes e brotos. O processo de tratamento de sementes com antagonista é chamado microbiolização. Esse tratamento pode ser eficiente em controlar patógenos presentes nas sementes e patógenos do solo.

No Brasil, no município de Viçosa (MG), a Rizoflora Biotecnologia S.A. produz o fungo *Pochonia chlamydosporia* para uso em campo. Também desenvolveu recentemente o produto Rizotec, um nematicida biológico que possui efetividade, verificada em campo, no controle de nematoides dos gêneros *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Rotylenchulus*, *Pratylenchus*, etc. O produto foi adquirido pela Empresa Stoller que o comercializa atualmente. Trata-se do primeiro e único produto à base de *P. chlamydosporia*, no Brasil, registrado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Segundo as informações contidas no site desta Empresa o produto, além de controlar de forma direta os nematoides, atua também como indutor de resistência na planta e pode ser utilizado em substituição aos agrotóxicos no controle de nematoides em uma estratégia de manejo integrado em hortaliças, fruteiras, café, soja, algodão, etc.

Fungos que sintetizam metabólitos tóxicos também têm sido selecionados para formulação de bionematicidas e são uma inovação no setor. Tais metabólitos são capazes de reduzir a eclosão, mobilidade, penetração e atratividade de plantas a nematoides. Os produtos comerciais são formulados contendo propágulos viáveis dos antagonistas e esses organismos produzirão seus compostos tóxicos aos patógenos. Essa é uma estratégia que deve ser utilizada para formulação de novos produtos. No Brasil, o produto Trichodermil DS, à base do fungo *Trichoderma harzianum*, que sintetiza metabólitos tóxicos, é registrado como fungicida e nematicida microbiológico. O produto pode ser utilizado em qualquer cultura agrícola que tenha como alvo o nematoide das lesões (*Pratylenchus brachyurus*) ou o fungo *Macrophomina phaseolina*, causador da doença conhecida como prodridação-cinzeira-do-caule, podendo ser aplicado no solo ou utilizado no tratamento de sementes.

Controle alternativo

Óleos essenciais e derivados de vegetais

Óleos essenciais podem ser extraídos de uma grande quantidade de espécies vegetais, sendo tais compostos, geralmente, encontrados em baixas concentrações em células da epiderme das plantas, como por exemplo tricomas, folhas, flores, frutos, sementes, etc. Sua composição pode variar de acordo com as condições ambientais e com a localização ou órgão da planta de onde se extrai o óleo. Os óleos essenciais podem ser obtidos por meio de diferentes métodos de extração e são diferentes de outros óleos derivados de vegetais, pelo fato de esses óleos apresentarem como principal característica a volatilidade. Os óleos essenciais extraídos de canela e capim-limão podem ser utilizados para controlar a doença conhecida como mofo-cinza do morangueiro, causada pelo fungo *Botrytis cinerea*. Os óleos essenciais também podem ser utilizados para controle de doenças em sementes e em pós-colheita. O óleo de gengibre, por exemplo, reduz a incidência dos fungos *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp. e *Fusarium* spp. em grãos de soja e também pode ser utilizado para controlar a doença antracnose, causada pelo fungo *C. gloeosporioides*, considerada uma das mais importantes na pós-colheita de frutas.

Outros produtos alternativos

O uso de leite de vaca cru a 10% pode ser utilizado em pulverizações foliares para o controle de oídio em diversas espécies de plantas. A calda bordalesa, constituída pela mistura de cal virgem e sulfato de cobre, possui ação bactericida e fungicida. Aplicada de forma preventiva, a calda bordalesa auxilia no controle de doenças como a requeima, causada pelo fungo *Phytophthora infestans*, nas culturas da batata e do tomate, e a pinta-preta causada pelo fungo *Alternaria solani*. A calda Viçosa também é recomendada para controle de doenças foliares, tais como a ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, e mancha-de-cercospora, causada pelo fungo *Cercospora coffeicola*, em plantas de café (*Coffea* sp.). Essa calda é preparada com sulfato de cobre, cal e micronutrientes (conforme necessidade da cultura), tais como o sulfato de magnésio, sulfato de zinco, ácido bórico. Para o preparo de 10 litros da calda Viçosa, podem ser utilizados os ingredientes nas quantidades descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Ingredientes para o preparo de calda Viçosa (volume de 10 Litros)

Ingredientes	Quantidade
Água	10 litros
Cal hidratada	74 gramas
Sulfato de cobre	50 gramas
Sulfato de zinco	20 gramas
Sulfato de magnésio	80 gramas
Ácido bórico	20 gramas
Ureia	40 gramas

Controle físico

Termoterapia para tratamento de material propagativo

A imersão de materiais propagativos em água quente pode inativar ou enfraquecer propágulos de patógenos localizados na superfície ou no interior dos tecidos vegetais. Essa técnica pode ser realizada com água quente, vapor e ar quente. A forma mais utilizada é a água quente e é recomendada para o controle de vários fitopatógenos, sendo necessário que o tempo de tratamento e a temperatura da água sejam ajustados para atuar diretamente sobre o patógeno, sem causar danos à planta. É importante enfatizar que é preferível adquirir materiais propagativos isentos de patógenos do que tratar materiais infestados. A eficiência da termoterapia dependerá do patógeno envolvido, da densidade de inóculo no material a ser tratado e da tolerância do cultivar do hospedeiro ao calor.

Um dos exemplos em que esta técnica é muito utilizada, comprovado cientificamente em vários trabalhos, é na cultura da cana-de-açúcar para o tratamento de toletes no controle da doença conhecida como raquitismo de soqueira em que seu agente causal é a bactéria *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*. O tratamento é realizado colocando os toletes ou gemas da cana-de-açúcar em água com temperatura de 52 °C por 30 minutos. Dessa forma o tratamento não é prejudicial à brotação do material propagativo e, ao mesmo tempo, é eficiente no controle do patógeno. Outros exemplos de patógenos controlados por essa técnica são nematoides em bulbos de alho, bactérias em manivas de mandioca e alguns fungos em sementes.

Solarização do Solo

A solarização é uma técnica de desinfestação de solo por meio da energia solar. Foi desenvolvida em Israel e é utilizada em vários países para o controle de fitopatógenos, plantas daninhas e insetos-praga. Inicialmente, o solo deve ser preparado, por meio de aração e/ou gradagem, tomando-se o cuidado de eliminar objetos pontiagudos, que podem danificar o plástico. O solo também deve estar úmido, na capacidade de campo, antes da colocação do plástico. Além de estimular a germinação e a atividade metabólica dos organismos infestantes, tornando-os mais suscetíveis aos efeitos da solarização, a água no solo aumentará a condutividade do calor. Por fim, o solo deve ser coberto com filme plástico transparente com espessura de 25 a 150 μm , operação que pode ser feita manualmente ou com o auxílio de máquinas. As bordas do plástico devem ser enterradas em sulcos, com terra. O período em que o solo deve ser mantido coberto é variável. Em geral, esse período varia entre quatro a oito semanas, preferencialmente nos meses do ano com maior incidência solar. Como é uma técnica em que a área fica sem cultivo por um tempo relativamente longo, sua recomendação é realizada, em geral, para tratamento de substrato utilizado na produção de mudas e em cultivo de plantas ornamentais em vasos.

Refrigeração

É o principal método usado no controle de doenças em pós-colheita em todo o mundo. O armazenamento de frutos e materiais propagativos sob condições refrigeradas limita a ocorrência de novas infecções e o desenvolvimento de infecções latentes, além de retardar a senescência da planta, prolongando assim sua resistência. Todavia, deve-se considerar que algumas plantas sofrem danos quando armazenadas em temperaturas inferiores a 15 °C, como, por exemplo, berinjela e tomate. É uma forma de aumentar a durabilidade (vida de prateleira) do fruto entre o transporte de seu local de cultivo até sua comercialização.

Práticas para manejo de doenças causadas por fungos

Para doenças causadas por fungos (Fig. 10), as principais recomendações de manejos são:

- eliminar os restos de cultura logo após a colheita;
- fazer rotação de culturas com espécies não hospedeiras do patógeno (essa prática é mais utilizada para manejo de doenças causadas por patógenos do solo);
- utilizar sementes saudáveis ou tratadas;
- não realizar plantios adensados, principalmente na fase de sementeira;
- evitar irrigação por aspersão e excesso de água. É importante sempre lembrar que a combinação de alta umidade e alta temperatura são condições favoráveis para a ocorrência da maioria das doenças de plantas causadas por fungos, por isso a presença de água na superfície foliar por muito tempo pode predispor a planta à doenças de parte aérea;
- evitar o plantio em áreas úmidas e de baixadas e em condições favoráveis à doença: épocas com alta intensidade de chuva e alta temperatura;
- evitar o plantio próximo a áreas cultivadas com plantas velhas;
- fazer controle de plantas daninhas hospedeiras de fungos causadores de doenças de plantas (hospedeiros alternativos);
- realizar adubação equilibrada seguindo as recomendações com base em análises de solo;
- evitar plantio em áreas com histórico de ocorrência de patógenos do solo como fungos dos gêneros *Fusarium* e *Verticillium* e como a bactéria *Ralstonia solanacearum*.

No caso de patógenos de solo é importante fazer aração profunda para redução de estruturas fúngicas próximas à superfície do solo e promoção da decomposição de restos de culturas; realizar a semeadura mais superficial já que a semeadura profunda aumenta o tempo de emergência das plântulas e prolonga sua exposição ao patógeno; se possível, o plantio deve ser realizado em épocas quentes, para que haja rápida emergência e desenvolvimento das plântulas.

Figura 10 - Doenças causadas por fungos



Fotos: Wânia dos Santos Neves

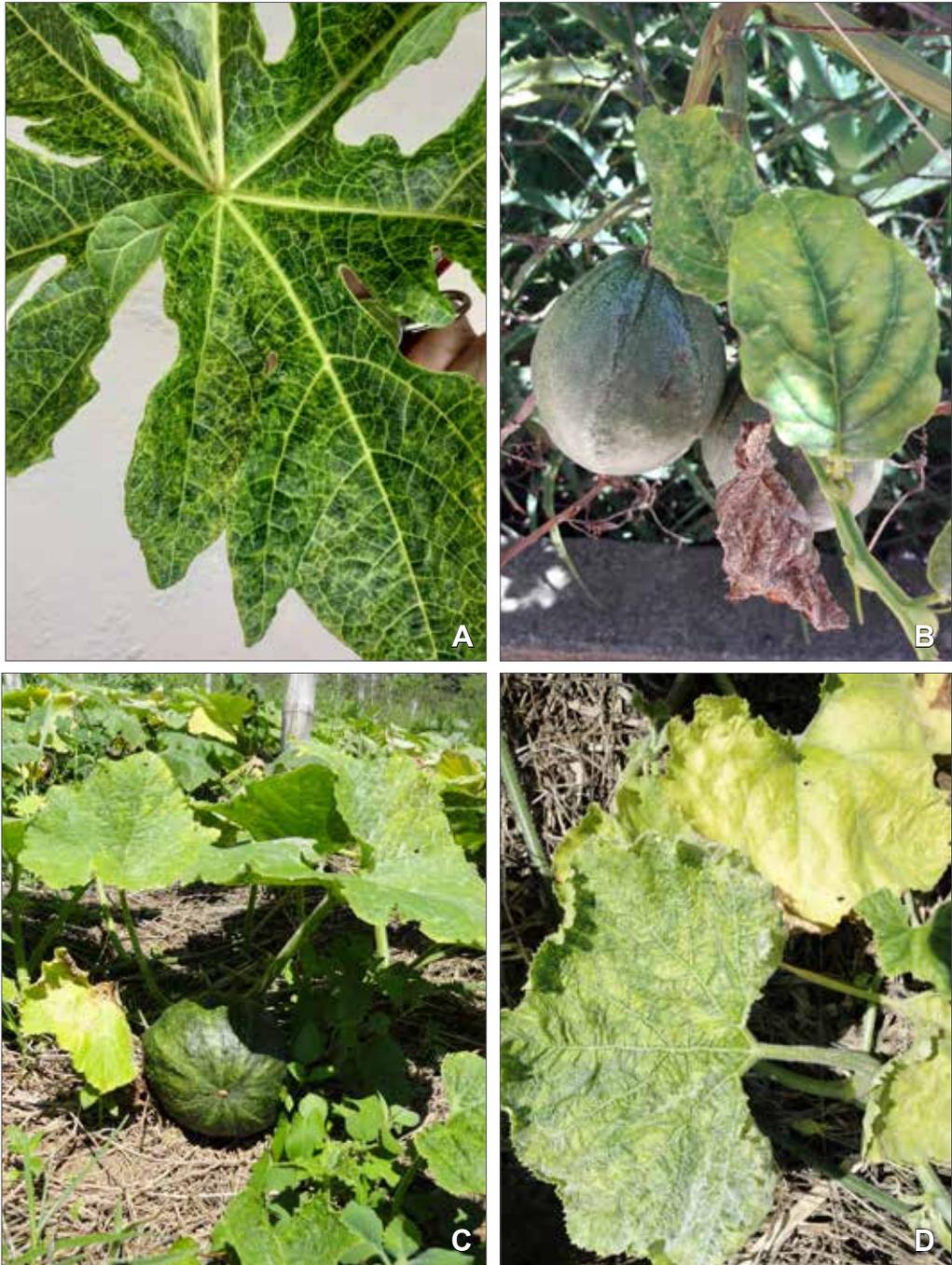
Nota: A - Ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em folhas de cafeeiro (*Coffea* sp.); B - Mancha-de-cercospora (*Cercospora capsici*) em folhas de pimentão (*Capsicum annuum*); C - Mancha-de-alternária ou mancha-preta (*Alternaria brassicae*) em folhas de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*); D - Pinta-preta (*Alternaria solani*) em folhas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*); E - Mancha-de-cercospora (*Cercospora coffeicola*) em folhas de cafeeiro.

Práticas para manejo de doenças causadas por vírus

A única forma de controle de doenças causadas por vírus (Fig. 11) é a prevenção. Por isso, de uma maneira geral, as recomendações de manejo são:

- adquirir mudas certificadas ou produção de mudas sob cultivo protegido com telas que impeçam a entrada de insetos vetores;
- utilizar sementes de boa qualidade. É de grande importância saber a origem das sementes, já que o vírus é, comprovadamente, transmitido e disseminado a longas distâncias por meio delas;
- transplantar as mudas em estádios mais desenvolvidos, com o propósito de evitar infecções precoces em campo por vetores;
- controlar plantas daninhas hospedeiras dos vírus ou que abrigam insetos vetores;
- escolher área nova de cultivo levando em consideração o distanciamento de áreas com plantas velhas e com histórico de viroses;
- ao iniciar um novo cultivo, sempre eliminar os plantios mais velhos e os restos culturais, logo após a colheita;
- escolher épocas de plantio em que a população do inseto vetor seja baixa;
- ao realizar tratamentos culturais, como poda de ramos, sempre fazer uso de técnicas de higienização (desinfestação) das ferramentas com solução de hipoclorito, por exemplo;
- utilizar cultivares resistentes, quando disponível;
- retirar imediatamente plantas doentes da área de cultivo.

Figura 11 - Plantas com sintomas de doenças causadas por vírus (mudança de cor, como mosaico e clorose, deformações, como enrugamento e bolhosidade, etc.)



Fotos: Wânia dos Santos Neves

Nota: A - Folhas de planta de mamão (*Carica papaya*); B - Folhas de planta de maracujá (*Passiflora edulis*); C - Folhas e fruto de abóbora (*Cucurbita moschata*); D - Folhas de planta de abóbora (*Cucurbita moschata*).

Práticas para manejo de doenças causadas por bactérias

As doenças de plantas causadas por bactérias (Fig. 12) são de difícil controle. Uma vez introduzidas e estabelecidas na cultura, não existem medidas de controle economicamente viáveis e eficientes. Sendo assim, para o caso de doenças bacterianas, assim como para doenças causadas por vírus, as medidas são preventivas, com o propósito de evitar que a doença ocorra e/ou de reduzir as chances do aumento da doença em campo. As principais medidas para prevenir a ocorrência de doenças bacterianas e alto nível de danos econômicos são:

- escolher área de plantio sem histórico de doenças bacterianas, principalmente as consideradas como patógenos de solo;
- não usar máquinas e implementos utilizados em áreas sabidamente contaminadas;
- plantar em solos bem drenados, não sujeitos a encharcamentos;
- controlar o trânsito de pessoas nas áreas de cultivo;
- realizar a irrigação de acordo com a necessidade da cultura, sem excesso, com uso de água de qualidade de fonte conhecida;
- evitar ferimentos na planta, nas raízes e na base do caule, durante os tratamentos culturais, pois, a presença de ferimentos facilita a entrada de algumas bactérias;
- eliminar todos os restos de cultura e arrancar e retirar do campo plantas com sintomas iniciais da doença;
- fazer análise do solo da área de plantio e adubar conforme as recomendações técnicas;
- utilizar sementes ou mudas advindas de produtores idôneos;
- utilizar cultivares tolerantes ou resistentes, sempre que disponíveis;
- fazer a desinfestação de ferramentas, implementos e máquinas agrícolas que venham de outras áreas antes de realizar os tratamentos culturais.

Bactérias não transmitidas por sementes, como é o caso da bactéria que causa a murcha-bacteriana em solanáceas (tomate, batata, etc), *Ralstonia solanacearum*, podem ser introduzidas na área de plantio por meio de mudas contaminadas. Portanto só devem ser utilizados materiais de propagação, como mudas e tubérculos, sadios no plantio.

Figura 12 - Plantas com sintomas de doenças causadas por bactérias



Fotos: Wânia dos Santos Neves

Nota: A - Mancha-bacteriana (*Xanthomonas campestris*) em folha de taioba (*Xanthosoma saggitifolium*) com sintoma em formato de "V" com necrose marginal nas folhas; B - Cebola com sintoma de Podridão-Mole, causada pela bactéria *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, em pós-colheita (parte externa do órgão); C - Cebola com sintoma de Podridão-Mole, causada pela bactéria *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, em pós-colheita (parte interna do órgão).

Práticas para manejo de doenças causadas por nematoides

O manejo de fitonematoídeos é complexo e a melhor forma é evitar a entrada desses organismos em áreas onde ainda não estão presentes. Por isso certas medidas devem ser adotadas:

- usar material propagativo sadio (sementes, mudas, bulbos de alho e cebola, tubérculos, toletes etc);
- escolher áreas livres do nematoídeo, mediante análise nematológica do solo;
- usar cultivares resistentes, sempre que disponíveis;
- utilizar, nos tratamentos culturais, máquinas e equipamentos agrícolas desinfestados;
- produzir mudas em substratos livres do patógeno;
- conhecer a procedência da água de irrigação;
- evitar o trânsito de pessoas e animais de uma lavoura sabidamente contaminada em lavouras onde o nematoídeo ainda não ocorre.

Após a introdução do nematoídeo na área, outras medidas de controle devem ser adotadas para minimizar os prejuízos causados. Depois de confirmada sua presença, o produtor terá que conviver com o problema por um longo período já que sua erradicação é praticamente impossível. Como os danos causados pelos nematoídeos são proporcionais aos níveis populacionais no solo antes do plantio, qualquer método de controle que contribua para redução de sua população inicial pode ser vantajoso.

O controle prático de nematoídeos envolve a integração de várias medidas de manejo. Dentre as técnicas de manejo que devem ser adotadas as principais são: realização constante de rotação de culturas, uso de plantas antagonistas (Fig. 13) como a crotalária e o cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*), alqueive (pousio da área de cultivo), utilização de matéria orgânica, e variedades resistentes ou tolerantes.

Figura 13 - Plantas antagonistas a nematoides



A
Andréia Fonseca Silva



B
Wânia dos Santos Neves

Nota: A - Crotalária (*Crotalaria* sp.); B - Cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Anteriormente se fazia o uso do produto químico de forma indiscriminada, abusiva e sem respeitar as orientações de aplicação do produto. Por muito tempo a maioria dos produtores tinha em mente que um número exagerado de aplicações do produto, sem o conhecimento do modo correto de aplicação, garantia o lucro na produção. Entretanto, isso causava problemas como o desperdício de produto (por deriva, pelo modo incorreto de aplicação ou pelo uso de grande quantidade do produto), a contaminação do ambiente, do aplicador, de animais e do consumidor final. Tudo isso fez com que houvesse uma pressão de seleção em que os organismos se tornavam resistentes e o produto ineficiente. Além disso, os agricultores eram totalmente dependentes de produtos químicos externos.

A busca do consumidor por alimentos mais saudáveis e que causem menos danos ambientais está fazendo com que os agricultores modifiquem o sistema de cultivo, com a adoção de práticas voltadas para uma agricultura sustentável. Para que as práticas de manejo de doenças, descritas anteriormente, sejam eficientes é necessário que se faça a diagnose correta da doença, que se conheça o ambiente favorável ao desenvolvimento do patógeno e que haja um monitoramento da doença em campo para que sua ocorrência não resulte em queda significativa na produção. As práticas devem ser aplicadas de forma integrada, o que faz com que as plantas tenham mais resistência ao ataque do patógeno e que uma prática complemente a outra quanto ao seu modo de ação contra os patógenos.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 2005. 922p.
- ASGAR, A.; HEI, G.K.; KEAT, Y.W. **Efficacy of ginger oil and extract combined with gum arabic on anthracnose and quality of papaya fruit during cold storage**. *Journal of Food Science and Technology*, v.53, n.3, p.1435-1444, Mar. 2016.
- BETTIOL, W.; GHINI, R.; MORANDI, M.A.B. Alguns métodos alternativos para o controle de doenças de plantas disponíveis no Brasil. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG, 2005. p. 163-183.
- CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A. **Agroecologia**. Enfoque científico e estratégico. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v.3, n.2, p.13-16, 2002.
- CHEN, S.; DICKSON, D.W. Biological control of plant-parasitic nematodes. In: Manzanilla-López, R.H.; Marbán-Mendoza, N. (Eds). **Practical Plant Nematology**. Colegio de Postgraduados, Montecillo, p.761-811. 2012.
- CRUZ, M.E.S. *et al.* Plant extracts for controlling the post-harvest anthracnose of banana fruit. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.15, n.4, p.727-733. 2013
- DALLEMOLE-GIARETTA, *et al.* Efeito de extrato aquoso de sementes de abóbora sobre a eclosão e inativação de juvenis de *Meloidogyne javanica* e de *M. incognita*. *Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas*, v.3, p.3-7. 2009
- GONÇALVES, G.G.; MATTOS, L.P.V.; MORAIS, L.A.S. de. Óleos essenciais e extratos vegetais no controle de fitopatógenos de grãos de soja. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.27, n.2, p.102-107, ago. 2009. Suplemento.
- INOMOTO, M.M.; ASMUS, G.L. Adubos verdes das famílias Fabaceae e Mimosaceae para o controle de fitonematoides. In: LIMA FILHO, O.F. *et al.* **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**. Brasília: Embrapa p.441-479. 2014
- KIMATI, H.; AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, E. A. (Ed.) **Manual de fitopatologia**: vol. 2: Doenças das plantas cultivadas 4. ed. São Paulo: Ceres, v.2. 2000.

LORENZETTI, E.R. *et al.* Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu*, v.13, p.619-627, 2011. Número especial.

MORAIS, L.A.S. de. Óleos essenciais no controle fitossanitário. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. (ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. Cap. 9, p.139-152.

NAVARRETE MUÑOZ, A. *et al.* Improvement of essential oil steam distillation by microwave pretreatment. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v.50, n.8, p.4667-4671, Apr.2011.

NEVES, W.S. *et al.* Efeito, in vitro, do extrato de sementes de mamão sobre a eclosão de juvenis de *Meloidogyne* spp. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, v.2, p.9-14. 2008.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas: hortaliças**. Viçosa, MG: Editora UFV, v.1. 2000. 444p.



AGRICULTURA,
PECUÁRIA E
ABASTECIMENTO



**MINAS
GERAIS**

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS
Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União - CEP 31170-495 Belo Horizonte - MG
Telefax: (31) 3489-5000 - www.epamig.br

EPAMIG SUDESTE
Campus UFV, nº 46 e 47 - Caixa Postal 216
Vila Gianetti - CEP: 36571-000 Viçosa - MG
Tel.: (31) 3891-2646 - epamigsudeste@epamig.br



ISBN 978-65-866500-03-5