



KLS

Fitopatología Aplicada

Fitopatología Aplicada

Melina Korres Raimundi

© 2019 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação e de Educação Básica

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Danielly Nunes Andrade Noé

Grasiele Aparecida Lourenço

Isabel Cristina Chagas Barbin

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Carolina Belei Saldanha

Ruy Flávio de Oliveira

Editorial

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Raimundi, Melina Korres

R153f Fitopatología aplicada / Melina Korres Raimundi. –
Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.
208 p.

ISBN 978-85-522-1396-3

1. Doença agrícola. 2. Fitopatógenos. 3. Culturas
agrícolas. I. Raimundi, Melina Korres. II. Título.

CDD 580

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

2019

Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza

CEP: 86041-100 — Londrina — PR

e-mail: editora.educacional@kroton.com.br

Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

Unidade 1

Introdução à fitopatologia agrícola	7
---	---

Seção 1.1

Fitopatologia aplicada às culturas de importância econômica.....	9
--	---

Seção 1.2

Princípios gerais e medidas de controle de doenças de plantas	25
---	----

Seção 1.3

Manejo integrado de doenças de plantas	40
--	----

Unidade 2

Fitopatologia aplicada às culturas anuais	55
---	----

Seção 2.1

Doenças da soja e algodoeiro.....	57
-----------------------------------	----

Seção 2.2

Doenças do arroz e feijoeiro	82
------------------------------------	----

Seção 2.3

Doenças do milho e trigo	95
--------------------------------	----

Unidade 3

Fitopatologia aplicada às culturas perenes e semi-perenes	113
---	-----

Seção 3.1

Doenças do cafeeiro e citros	115
------------------------------------	-----

Seção 3.2

Doenças da seringueira e dendezeiro	130
---	-----

Seção 3.3

Doenças do eucalipto e pinheiro	144
---------------------------------------	-----

Unidade 4

Estudo das doenças de frutíferas, hortaliças e plantas ornamentais.....	161
---	-----

Seção 4.1

Principais doenças das frutíferas.....	163
--	-----

Seção 4.2

Principais doenças das hortaliças.....	177
--	-----

Seção 4.3

Principais doenças das plantas ornamentais.....	190
---	-----

Palavras do autor

Olá, aluno! Você já parou para pensar que o setor agrícola é o principal responsável pela alimentação mundial? Portanto, com o objetivo de atender às demandas por alimentos, as culturas precisam estar saudáveis e bem desenvolvidas para garantir boa produtividade. No entanto, vários tipos de doenças, de origem biótica ou abiótica podem afetar as plantas, ocasionando sérios prejuízos no âmbito biológico, econômico, sociocultural e ambiental.

Dessa forma, a fitopatologia aplicada é de grande importância para a formação de profissionais ligados à agricultura. Engenheiros agrônomos são constantemente solicitados para realizar diagnose de doenças em plantas e recomendar medidas de controle. Sendo assim, você precisa conhecer os sintomas, a etiologia e as medidas de controle das doenças que ocorrem nas principais culturas agrícolas nos dias de hoje, como as culturas anuais, sejam elas perenes ou semiperenes, frutíferas, hortaliças e plantas ornamentais. Além disso, é necessário que você compreenda a importância e saiba aplicar adequadamente as medidas de manejo integrado para o controle das doenças nestas culturas.

Para que você possa conhecer e compreender os aspectos das principais doenças que ocorrem nas principais culturas de importância agrícola e econômica, visando saber aplicar medidas de manejo integrado adequadas, a disciplina está dividida em quatro unidades. A primeira unidade faz uma introdução à fitopatologia agrícola, abordando a aplicação da fitopatologia às culturas de importância econômica; os princípios gerais e as medidas de controle de doenças de plantas, além do manejo integrado de doenças de plantas. Na segunda unidade, vamos estudar os principais aspectos referentes às doenças das principais culturas anuais (soja, algodoeiro, arroz, feijoeiro, milho e trigo). Na terceira unidade, abordaremos os principais aspectos referentes às doenças das principais culturas perenes e semiperenes (cafeeiro, citros, seringueira, dendêzeiro, eucalipto e pinheiro). Por fim, na quarta unidade, estudaremos os principais aspectos referentes às doenças das principais frutíferas, hortaliças e plantas ornamentais.

Prezado aluno, disponibilizamos para você neste livro conteúdos básicos, porém abrangentes, permitindo o autoestudo e uma formação adequada para que você possa aplicar na sua área de atuação.

Seja bem-vindo e ótimos estudos!

Unidade 1

Introdução à fitopatologia agrícola

Convite ao estudo

Olá, aluno! Seja bem-vindo!

As plantas não apenas fornecem alimento à população, como também fornecem fibras, medicamentos, madeira e bioenergia. Sendo assim, a sanidade das plantas cultivadas é de suma importância para os setores econômico, social e ambiental. Nesse contexto, o estudo da fitopatologia aplicada às culturas agrícolas assume papel fundamental, pois possibilita ao profissional conhecer a doença que está ocorrendo em determinada cultura e recomendar medidas de controle adequadas, contribuindo para a melhoria da produtividade e qualidade dessas culturas. Por exemplo, qual agrônomo nunca foi solicitado, até mesmo por algum conhecido, para identificar e solucionar problemas de doenças que estão afetando as plantas na horta? Se você ainda não passou por alguma situação semelhante a essa, certamente ainda passará no decorrer da sua vida cotidiana e/ou profissional. Sendo assim, você precisa conhecer os sintomas, a etiologia e as medidas de controle das doenças que ocorrem nas principais culturas agrícolas.

Estamos iniciando a primeira unidade da disciplina de *Fitopatologia Aplicada*. Estudaremos nesta unidade algumas noções básicas sobre a importância da fitopatologia aplicada às culturas agrícolas. Também iremos abordar os princípios gerais e as medidas de controle de doenças de plantas, bem como o manejo integrado, ressaltando a importância, a influência e as aplicações dessas medidas para as principais culturas de importância econômica.

Dessa forma, ao final desta unidade esperamos que você saiba como e quando aplicar as técnicas utilizadas no manejo integrado de doenças de plantas com o objetivo de controlar de forma efetiva os patógenos agrícolas, compreendendo a importância dessas medidas no sentido de sanar os problemas e prejuízos que as doenças causam nas lavouras, aumentando sua produtividade e qualidade.

Para você aplicar os conhecimentos dos assuntos estudados, reflita sobre a seguinte situação:

Você, engenheiro agrônomo, foi solicitado para prestar consultoria em uma lavoura de citros, que trabalha com a produção e comercialização de laranjas doces, limões e tangerinas. A empresa solicitou sua consultoria para

identificar a doença que estava afetando sua lavoura, provocando sintomas de manchas corticosas nas folhas e frutos, ocasionando a redução do rendimento e qualidade da produção dos frutos, que estavam refletindo em queda no lucro da comercialização dos seus produtos.

Diante desta situação, como você faria para identificar os fatores que podem estar influenciando na produtividade da lavoura e qualidade dos frutos? O que você faria e como faria para solucionar estes problemas? Baseado em quais princípios você recomendaria essas soluções? Qual é a importância dessas medidas? Você acha que o produtor poderia ter evitado a ocorrência destes problemas em sua lavoura? Se sim, de que maneira ele poderia ter evitado?

Vamos começar?

Fitopatologia aplicada às culturas de importância econômica

Diálogo aberto

Prezados alunos, abordaremos nesta seção a evolução e a importância da fitopatologia aplicada às culturas de importância econômica. Estudaremos também os principais aspectos relacionados às doenças que ocorrem na parte aérea, no sistema vascular, no sistema radicular de plantas e em sementes. Dessa forma, baseado nos conhecimentos adquiridos ao longo da disciplina, ao ver plantas doentes, apresentando, por exemplo, sintomas como manchas em folhas e/ou frutos, murchas ou tombamento e podridão na raiz, após fazer algumas análises, você será capaz de identificar o tipo e os principais aspectos relacionados à etiologia da doença.

Vamos relembrar a situação descrita no *Convite ao estudo*: você, engenheiro agrônomo, foi solicitado a prestar consultoria em uma lavoura de produção de citros, a qual está apresentando problemas de baixa produtividade e qualidade. Assim que você chegou na lavoura, o citricultor foi logo lhe mostrando os sintomas que estavam ocorrendo nas plantas: algumas folhas apresentavam pequenos pontos translúcidos, de aspecto “encharcado”, outras folhas e frutos, com sintomas mais evoluídos, apresentavam lesões corticosas, eruptivas e de cor parda. Ao redor de algumas dessas lesões, foi possível observar um halo amarelo (Figura 1.1).

Figura 1.1 | Sintomas observados em folhas e frutos de limão



Fonte: iStock.

Você também verificou que nas folhas as lesões corticosas e de cor parda são visíveis e salientes tanto na face abaxial como na adaxial e, além disso, observou lesões típicas causadas pelo minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*). Em seguida, você analisou os relatórios de manejo da área e verificou que o solo estava adequadamente adubado e com o pH corrigido. Diante dessa análise inicial, você diria que os sintomas observados nas plantas foram provocados por fatores bióticos ou abióticos? Por que você chegou a esta conclusão? Você acha que estes são os fatores responsáveis pela redução da produtividade na lavoura? Qual o tipo de agente causal está afetando as plantas? O que você faria para confirmar este fato? Ao final da sua consultoria, você irá elaborar um relatório descrevendo, em tópicos, todos os resultados obtidos a partir de cada observação e análise feita na lavoura.

Para auxiliá-lo a responder essas questões, nesta seção estudaremos os tipos de doenças de plantas (bióticas e abióticas) e os principais aspectos das doenças que afetam as sementes, a parte aérea, o sistema vascular e o sistema radicular das plantas.

Mãos à obra!

Não pode faltar

Fitopatologia é uma palavra de origem grega (*phyton* = planta, *pathos* = doença e *logos* = estudo), sendo definida como a ciência que estuda as doenças de plantas, bem como os seus aspectos: a diagnose, sintomatologia, etiologia, epidemiologia e controle (BERGAMIN FILHO; KITAJIMA, 2018).

A Fitopatologia tornou-se uma disciplina autônoma somente no século passado, visto que inicialmente era uma ciência ligada diretamente à Botânica, no entanto, elas continuam intimamente relacionadas, tanto nos conhecimentos básicos, como nas técnicas utilizadas.



Assimile

“Doença é o mau funcionamento de células e tecidos do hospedeiro que resulta da sua contínua irritação por um agente patogênico ou fator ambiental e que conduz ao desenvolvimento de sintomas. Doença é uma condição envolvendo mudanças anormais na forma, fisiologia, integridade ou comportamento da planta. Tais mudanças podem resultar em dano parcial ou morte da planta ou de suas partes” (AGRIOS, 2005, p. 5).

Conforme já foi apresentado na disciplina de Fitopatologia Geral, as doenças inerentes às plantas são conhecidas desde a Antiguidade, quando o homem começou a cultivar as plantas, e as perdas decorrentes de doenças começaram a surgir, juntamente com o problema da escassez de alimentos. Portanto, o estudo de doenças de plantas sempre foi de grande importância e alvo de estudos e pesquisas de historiadores de várias épocas, em decorrência das epidemias que causaram e causam ainda hoje, problemas nos mais diversos setores agrícolas, econômicos e sociais. Devido a todos estes fatores, a Fitopatologia é de suma importância no dia a dia das pessoas.

As doenças infecciosas ou bióticas são causadas por microrganismos como fungos, oomicetos, procariotos (bactérias, fitoplasmas e espiroplasmas), vírus, viroides, nematóides e alguns protozoários.

Os agentes causadores de doenças interagem com a planta, vivendo dentro ou fora dela, invadindo seus tecidos e causando infecção. Nessa interação, a planta na qual o patógeno se estabelece foi designada como hospedeiro. Os patógenos, ao colonizar as plantas, são caracterizados como parasitas e se beneficiam de seus hospedeiros. Dessa forma, pode-se dizer que doença é o resultado da interação entre o patógeno, o hospedeiro e o ambiente.

As doenças não infecciosas ou abióticas são aquelas causadas por condições desfavoráveis do ambiente como: temperaturas baixas ou elevadas, umidade baixa ou elevada, deficiência ou excesso de luz, deficiência ou excesso de nutrientes, efeitos de fatores químicos, dentre outras (ALBERTO et al., 2018).

O processo de desenvolvimento da doença interfere na fisiologia do hospedeiro, podendo comprometer processos vitais como: armazenamento de nutrientes em órgãos de reserva, desenvolvimento de tecidos jovens, absorção de água e nutrientes, translocação de água e nutrientes, fotossíntese e distribuição de fotoassimilados pelas plantas. Baseando-se nestes aspectos, McNew (1960) classificou as doenças de plantas de acordo com o processo fisiológico afetado:

Grupo I – Doenças que destroem os órgãos de armazenamento;

Grupo II – Doenças que causam danos em plântulas;

Grupo III – Doenças que danificam as raízes;

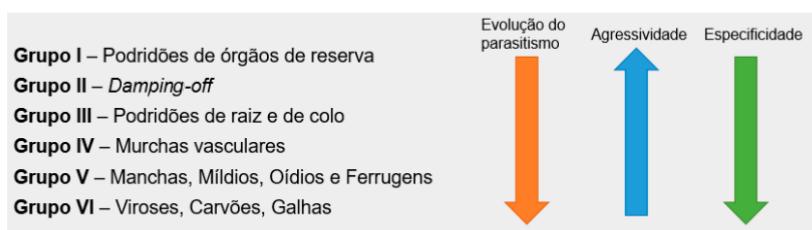
Grupo IV – Doenças que atacam o sistema vascular;

Grupo V – Doenças que interferem com a fotossíntese;

Grupo VI – Doenças que alteram o aproveitamento das substâncias fotossintetizadas.

Como estes processos fisiológicos podem ser interferidos por diferentes patógenos, McNew (1960) propôs seis grupos de doenças correspondentes aos processos afetados. Partindo do fato de que a ação de diferentes patógenos pode envolver processos semelhantes nos seus hospedeiros, esta classificação é pertinente do ponto de vista prático e teórico. Por fim, este sistema de classificação também permite o estabelecimento de graus de parasitismo, agressividade e especificidade (BEDENDO, 2018). Dessa forma, de um modo geral, constata-se que o grau de evolução do parasitismo e a especificidade do patógeno aumentam do grupo I para o grupo VI, enquanto o grau de agressividade do patógeno diminui do grupo I para o grupo VI (Figura 1.2).

Figura 1.2 | Grupo de doenças relacionadas à evolução do parasitismo, agressividade e especificidade do agente patogênico



Fonte: elaborada pela autora.

Doenças que ocorrem em sementes e no sistema radicular

Os patógenos que causam doenças em sementes e no sistema radicular de plantas, já incluídos nos grupos I, II e III segundo a classificação oferecida por McNew (1960) (Figura 1.2), apresentam elevado grau de agressividade em relação aos seus hospedeiros, sendo altamente destrutivos e provocando rapidamente a morte da planta. Isso ocorre porque os patógenos são organismos saprofíticos, que primeiramente causam a morte da planta para então colonizá-las. Além disso, são pouco específicos em relação aos seus hospedeiros, sendo capazes de atacar uma ampla gama deles, ou seja, apresentam parasitismo pouco evoluído.

Os patógenos que atacam sementes interferem no acúmulo de nutrientes em órgãos de reserva, os quais são produtos de valor econômico, e causam as chamadas podridões duras ou secas, que se manifestam na forma de deterioração desses órgãos, podendo haver produção de micotoxinas (Figura 1.3). Os principais gêneros de fungos que causam podridões em sementes são: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Diplodia* e *Cladosporium*. Esses patógenos são favorecidos por temperatura e umidade elevadas (BEDENDO, 2018; AMORIM et al., 2016).

Figura 1.3 | *Penicillium* spp. em grãos de feijão



Fonte: iStock.

Alguns patógenos afetam tecidos vegetais jovens, interferindo na utilização das reservas nutricionais contidas na semente, e podem atacar seus hospedeiros antes da emergência da plântula, causando a doença referida como *damping-off* de pré-emergência. Caso o ataque ocorra após a emergência da plântula, a doença é referida como *damping-off* de pós-emergência.



Vocabulário

damping-off: termo em inglês, que não possui tradução adequada na língua portuguesa. É utilizado para denominar as doenças que são favorecidas por condições de alta umidade no solo, causando danos ou tombamento de plântulas.

Os sintomas observados antes da emergência das plântulas são o escurecimento, a perda de rigidez e a decomposição dos tecidos da semente. Após a plântula emergir, pode haver destruição dos seus tecidos tenros, provocando o sintoma conhecido como tombamento. A morte de sementes e plântulas são evidenciadas no campo pela redução da densidade de plantas, as chamadas reboleiras, causando redução da produtividade e levando a prejuízos econômicos.

Os agentes causais mais comuns de *damping-off* são os fungos e oomicetos, sendo os gêneros *Pythium*, *Rhizoctonia* e *Phytophthora* os mais importantes. Algumas espécies de fungos pertencentes aos gêneros *Fusarium*, *Botrytis*, *Cercospora* e *Phoma* e algumas espécies dos gêneros *Xanthomonas* e *Pseudomonas* também são responsáveis por causar *damping-off*. As condições favoráveis para esses patógenos são: excesso de umidade no solo, falta de aeração, excesso de nitrogênio e temperaturas amenas para

Pythium e *Phytophthora* e mais elevadas para *Rhizoctonia* (BEDENDO, 2018; AMORIM et al., 2016).

Os patógenos que causam podridões de raiz e de colo afetam principalmente o sistema radicular, podendo afetar também o colo da planta. Os sintomas causados são o escurecimento gradual das raízes acompanhado pelo processo de decomposição. Os danos causados às raízes comprometem a absorção de água e nutrientes pelas plantas. No campo, observa-se que a doença ocorre em reboleiras, reduzindo a produtividade da cultura afetada, causando sérios prejuízos econômicos. Além disso, sintomas reflexos podem ser expressos na parte aérea como murcha, amarelecimento, seca e morte (Figura 1.4).

Os principais agentes causais dessas doenças são os oomicetos e fungos. Dentro os oomicetos, os principais gêneros são *Pythium* e *Phytophthora* e dentre os fungos os principais gêneros são *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, e a espécie *Fusarium solani*. As condições favoráveis a essa doença são: alta umidade no solo, falta de aeração, temperaturas amenas para *Pythium*, *Phytophthora* e mais elevadas para *Sclerotium* e *Fusarium solani* (BEDENDO, 2018; AMORIM et al., 2016).

Figura 1.4 | Requeima do tomateiro causado por *Phytophthora infestans*



Fonte: iStock.

Doenças que ocorrem no sistema vascular e na parte aérea

Os patógenos causadores de murchas vasculares (afetam o sistema vascular) e manchas foliares (afetam a parte aérea) são parasitas facultativos, sendo capazes de sobreviver na ausência do hospedeiro, como em restos de cultura e na matéria orgânica do solo. Esses agentes patogênicos são mais específicos em relação aos seus hospedeiros, quando

comparados aos patógenos que atacam os órgãos de reserva, como as sementes, as plântulas (*damping off*) e os que causam podridões de raízes, sendo, portanto, mais evoluídos em termos de parasitismo.

As murchas vasculares ocorrem no sistema vascular (vasos do xilema) das plantas, afetando a translocação de água e nutrientes, interferindo no desenvolvimento da planta e comprometendo sua longevidade e produção.

Fungos e bactérias podem causar murchas vasculares. As espécies fúngicas típicas desse grupo são: *Verticillium dahliae*, *Verticilium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum* e algumas espécies de *Ceratocystis*. As espécies bacterianas pertencentes aos gêneros *Ralstonia*, *Xylella* e *Xanthomonas* são as mais comumente associadas às doenças vasculares.

Os sintomas causados por fungos e bactérias são semelhantes, caracterizando-se por escurecimento dos vasos do xilema (sintomas internos) e os sintomas externos apresentam-se como amarelecimento e necrose marginal das folhas (no caso de etiologia fúngica) e murchas e seca de folhas, caule e ponteiros (no caso de etiologia bacteriana). O corte transversal da haste ou caule da planta doente permite observar o escurecimento dos vasos. Ao cortarmos essa mesma haste ou caule e imediatamente colocarmos em um recipiente com água, perceberemos a exsudação de um “pus” viscoso do material vegetal, indicando a etiologia bacteriana da doença.



Vocabulário

Exsudação bacteriana: inúmeras colônias bacterianas que saem das lesões em direção ao ambiente aquoso, utilizado para a confirmação da etiologia bacteriana da doença.

As condições favoráveis às murchas são temperaturas mais elevadas para *Fusarium oxysporum* e *Ralstonia solanacearum* e temperaturas mais amenas para *Verticilium* spp. O plantio em solos arenosos, a presença de nematoides e baixo pH também são fatores que favorecem a ocorrência de murchas.



Refletá

Por que você acha que a presença de nematoides pode favorecer a ocorrência das murchas vasculares?

Como saber se a murchas nas plantas é causada por fatores ambientais ou se é causada por patógenos?



Assimile

Para saber se os sintomas de murcha apresentados pela planta foram causados por fungos ou bactérias, deve-se fazer o “teste do copo”, basta cortar um pedaço da haste apresentando escurecimento nos vasos e colocar em um recipiente com água. Se houver a exsudação de um “pus” viscoso, a etiologia da doença é bacteriana.

Vamos abordar agora algumas das doenças que afetam a parte aérea: manchas foliares, mísrios, oídios e ferrugens (BEDENDO, 2018).

As manchas foliares afetam principalmente as folhas, causando danos como: redução da área foliar, o que interfere diretamente no processo de fotossíntese, destruição do tecido vegetal, crestamentos ou queimas (necroses em grandes extensões da folha). Dessa forma, verifica-se menor desenvolvimento vegetativo e redução do rendimento e qualidade da produção.

Com relação aos sintomas, os tipos de manchas são bastante variáveis nas formas, cores e dimensões entre os diferentes agentes causais e vão depender também da suscetibilidade do hospedeiro e das condições ambientais. Cabe ressaltar que os sintomas iniciais causados por bactérias são pontos translúcidos, lesões encharcadas, as quais aumentam de tamanho tornando-se necróticas. Já os sintomas iniciais causados por fungos são pequenos pontos cloróticos, e não há ocorrência de encharcamento dos tecidos. Essas manchas também evoluem tornando-se necróticas.

As manchas foliares podem ser causadas por fungos e bactérias. A grande maioria dos fungos são Ascomicetos, sendo os principais gêneros: *Alternaria*, *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Botrytis*, *Bipolaris*. Os gêneros de fungos mais restritos a determinados hospedeiros são: *Septoria*, *Pyricularia*, *Venturia*, *Microcyclus*, *Phyllosticta* e *Stemphylium*. Os principais gêneros de bactérias causadoras de manchas foliares são *Pseudomonas*, *Xanthomonas* (BEDENDO, 2018; AMORIM et al., 2016).

As condições favoráveis a essas doenças são geralmente temperaturas e umidade elevadas.



Exemplificando

O cancro cítrico é uma doença que ocorre em diferentes espécies de citros, causada pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, causando sintomas como lesões eruptivas e corticosas em folhas e frutos, que podem ser circundadas por halo amarelo. A penetração da bactéria pode ocorrer através dos estômatos ou por ferimentos causados pelo minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*).

Figura 1.5 | Sintomas de cancro cítrico nos lados abaxial e adaxial das folhas de citros



UGA1262029

Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Citrus_canker_Xanthomonas_citri_-_symptoms_on_leaves_UGA1262029.jpg. Acesso em: 28 set. 2018.



Pesquise mais

Caro aluno, nós abordamos cinco grupos de doenças (I, II, III, IV e IV), segundo a classificação de McNew (1960). Com relação ao grupo VI, não menos importante, o qual inclui os **Carvões, Galhas e Viroses**, como são bem específicos, sugerimos que leiam os capítulos referentes a eles no Manual de Fitopatologia:

O capítulo sobre cada uma dessas doenças aborda os principais aspectos relacionados à doença como: **Sintomatologia, Etiologia, Ciclo da relação Patógeno-Hospedeiro, Controle e Doenças-tipo**. Ao ler esses capítulos, você terá todas as informações essenciais a respeito dessas doenças.

Bibliografia a ser consultada:

BEDENDO, Ivan Paulo. Carvões. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. Cap. 30. p. 361-364.

BEDENDO, Ivan Paulo. Galhas. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. Cap. 31. p. 365-368.

BEDENDO, Ivan Paulo. Viroses. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. Cap. 32. p. 369-375.

Aluno, para complementar o que abordamos sobre os outros grupos de doenças (I, II, III, IV e IV), segundo a classificação de McNew (1960), você pode ler também, os capítulos do Manual de Fitopatologia referentes a essas doenças, cujas referências bibliográficas constam no final da seção.

Os mísiodios e oídios também causam doenças que atacam a parte aérea, afetando principalmente as folhas, mas também podem afetar ramificações novas e frutos nos estágios iniciais de desenvolvimento. Assim como as manchas, causam redução da área foliar interferindo no processo fotossintético. Além disso, destroem o tecido vegetal, ocasionando menor desenvolvimento vegetativo e redução no rendimento e qualidade da produção.

Os mísiodios são causados por Oomicetos, pertencentes às famílias Peronosporaceae: *Plasmopara*, *Peronospora*, *Pseudoperonospora* e *Bremia*.

Os sintomas de mísiodios observados na face superior da folha são manchas de cor verde-clara, primeiramente amareladas e finalmente escuras (necrose) e na face inferior da folha observa-se eflorescência esbranquiçada, constituída por estruturas do patógeno (hifas cenocíticas, esporangióforos e esporângios) (Figura 1.6) (BEDENDO, 2018).

Figura 1.6 | Pulverulência branca na parte abaxial da folha de videira causada pelo mísiodio da videira (*Plasmopora viticola*)



Fonte: iStock.

Os oídios são causados por fungos da classe dos Ascomicetos, principalmente os gêneros: *Erysiphe*, *Blumeria*, *Sphaerotheca*, *Podosphaera*, *Brasiliomyces*, *Phyllactinia*, *Uncinula*, *Leveillula*, *Pleochaeta*, *Sawadaea*, *Cystotheca*, *Golovinomyces*, *Arthrocladiella* e *Neoerysiphe*.

Os sintomas causados por oídios ocorrem frequentemente na face superior da folha, na forma de eflorescência ou bolor pulverulento de cor branca ou levemente cinza, constituída por estruturas do patógeno (micélio, conidióforos e conídios) (Figura 1.7). Essas manchas podem se tornar amareladas e, posteriormente, necróticas (BEDENDO, 2018).

Figura 1.7 | Sintomas de oídio (*Oidioopsis haplophylli*- Teliomorfo = *Leveilula taurica*) no tomateiro



Fonte: iStock.

Quadro 1.1 | Principais características que diferenciam mísldios de oídios

Característica	Mísldios	Oídios
Temperatura favorável	Amenas	Mais elevadas
Umidade favorável	Elevada- acima de 95%	Baixa
Face de folha onde frequentemente contém sinais do patógeno	Abaxial (inferior)	Adaxial (superior)
Colonização do patógeno	Ocorre desenvolvimento inter ou intracelular das hifas	Não ocorre desenvolvimento inter ou intracelular das hifas

Fonte: elaborado pela autora.

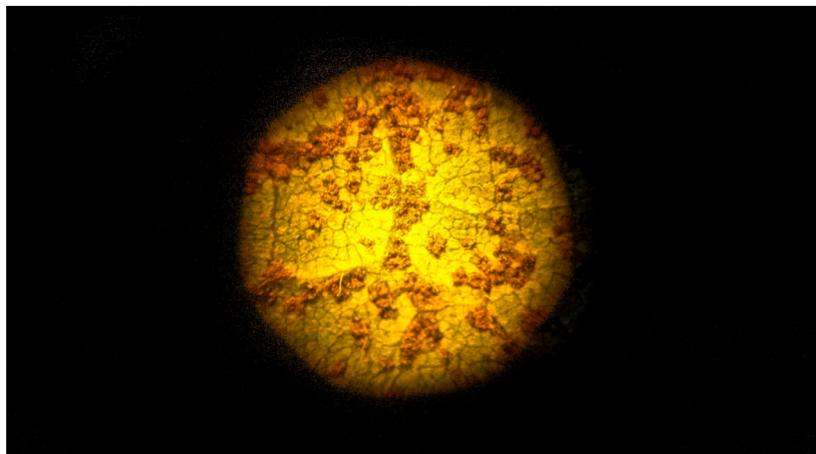
As ferrugens também atacam a parte aérea das plantas, principalmente as folhas, mas também podem afetar colmos, ramos novos, flores e frutos em início de desenvolvimento. Os patógenos causadores das ferrugens interferem no processo fotossintético, devido à redução da área foliar e destruição do tecido vegetal. Essas doenças causam enormes perdas e redução na produção de gramineas, cafeeiro, soja, feijoeiro, ornamentais, frutíferas e hortícolas.

As ferrugens são causadas por fungos da Classe dos Basidiomicetos, e os principais gêneros são: *Puccinia*, *Hemileia*, *Uromyces*, *Phakopsora*, *Melampsora*. Esses fungos são favorecidos por amplas faixas de temperatura e umidade.

Os sintomas observados nas folhas são inicialmente pequenas manchas amarelas, circulares ou elípticas, recobertas pela cutícula da planta. Com o

avanço da doença, as manchas aumentam de tamanho e a cutícula se rompe, expondo a massa de uredinísporos, denominados de pústulas (cor amarela ou alaranjada) (Figura 1.8) (BEDENDO, 2018).

Figura 1.8 | Uredinísporos produzidos pelo fungo *Pachyrhizi*, causador da Ferrugem asiática da soja, visto através de uma lente de microscópio



Fonte: iStock.

Caro aluno, acabamos de recordar a importância da Fitopatologia, abordamos as doenças bióticas e abióticas e os aspectos centrais relacionados às principais doenças que afetam o sistema radicular e as sementes, além do sistema vascular e a parte aérea. Relembramos da disciplina de Fitopatologia Geral aspectos como a etiologia dessas doenças, sintomatologia, condições favoráveis à ocorrência. Abordamos, também, a importância dessas patologias para as culturas agrícolas, a forma como afetam as culturas e qual sua importância econômica.

Vamos, então, fazer alguns exercícios para treinar o que aprendemos?

Sem medo de errar

Prezado aluno, como você já aprendeu um pouco mais sobre a importância da Fitopatologia, sobre doenças bióticas e abióticas e sobre os principais aspectos relacionados às doenças que ocorrem em sementes, no sistema radicular, no sistema vascular e na parte aérea das plantas, vamos agora resolver a situação-problema apresentada no *Diálogo aberto*, em que você, engenheiro agrônomo foi solicitado a prestar consultoria em uma lavoura de citros, a qual estava apresentando produtividade e qualidade reduzida. Ao analisar as

plantações, você observou a presença de lesões corticosas nas folhas e frutos de citros, pequenos pontos “translúcidos e encharcados” e lesões típicas causadas pelo minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*) em algumas folhas. Ao analisar os relatórios de manejo da área, você constatou que o solo estava adequadamente adubado e com o pH corrigido. Diante dessa análise inicial, você diria que os sintomas observados nas plantas foram provocados por fatores bióticos ou abióticos? Por que você chegou a essa conclusão? Você acha que esses são os fatores responsáveis pela redução da produtividade na lavoura? Qual o tipo de agente causal está afetando as plantas? O que você faria para confirmar esse fato? Ao final da sua consultoria, você irá elaborar um relatório descrevendo, em tópicos, todos os resultados obtidos a partir de cada observação e análise feita na lavoura.

Alguns fatores podem ser considerados para afirmar que os sintomas observados nas plantas foram provocados por **fatores bióticos**, como o fato de o solo estar adequadamente adubado e com o pH corrigido, indicando que não há deficiências nutricionais nas plantas. Além disso, os sintomas apresentados pelas plantas, como pequenos pontos translúcidos, de aspecto “encharcado”, lesões corticosas, eruptivas, de cor parda e a presença de halo amarelo ao redor de algumas dessas lesões, são sintomas típicos provocados por determinados patógenos.

Você pode imaginar quais seriam esses patógenos? Outros fatores seriam os ventos fortes que ocorrem na área e a ausência de quebra-ventos e a constante movimentação de pessoas e máquinas na lavoura, que são condições favoráveis para disseminação dos patógenos. Além desses fatores, verificou-se a ocorrência de lesões típicas do minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*), que causam ferimentos, facilitando a entrada dos microrganismos patogênicos. Dessa forma, a doença observada na lavoura de citros está sendo causada por agentes patogênicos (natureza biótica da doença), que podem sim estar ocasionando a redução na produtividade e qualidade da lavoura. Você então deverá apresentar um relatório ao citricultor no qual estarão descritas todas as análises feitas por você e as conclusões às quais você chegou.

Avançando na prática

Consultoria em lavoura de produção de batatas

Descrição da situação-problema

Um produtor de batatas solicitou a sua ajuda como engenheiro agrônomo para identificar o que estava causando os seguintes problemas em sua lavoura:

algumas plantas ficavam murchas somente nas horas mais quentes do dia e à noite ficavam túrgidas novamente. Depois de alguns dias, o produtor observou que as plantas de batata murcharam, porém não se recuperaram, mesmo sob temperaturas mais amenas. Diante dessa situação, o produtor lhe pergunta se as plantas de batatas estão sendo atacadas por patógenos. O que você faria antes de responder à pergunta para ter a confirmação? Você sabe dizer qual é a etiologia da murcha?

Resolução da situação-problema

Como vimos nesta seção, fungos e bactérias causadores de murchas vasculares provocam escurecimento nos vasos do xilema das plantas, dessa forma, você deve primeiramente fazer um corte transversal na haste da planta, se for observado o escurecimento dos vasos, a murcha foi causada por patógenos. Outro fato que contribui para a confirmação da natureza biótica da doença é o fato de as plantas apresentarem murcha irreversível, ou seja, não se recuperarem mesmo sob temperaturas mais amenas. Para saber se a etiologia da murcha é fúngica ou bacteriana, basta fazer o “teste do copo”, que consiste em cortar um pedaço da haste apresentando escurecimento e colocar em um recipiente com água, se for observada a exsudação de um “pus” viscoso do material vegetal, indica a etiologia bacteriana da doença.

Faça valer a pena

1. Para que a doença se desenvolva é necessário um fator causal, seja ele um organismo vivo ou fator ambiental. Nem todas as doenças são causadas por organismos vivos, algumas podem ser causadas por condições ambientais adversas ao desenvolvimento das plantas. No entanto, maioria das doenças de plantas é causada por organismos vivos.

Com relação aos tipos de doenças de plantas: bióticas ou abióticas, assinale a alternativa correta:

- Doenças bióticas são causadas somente por fungos e bactérias.
- Doenças abióticas são causadas somente por fungos e bactérias.
- Doenças bióticas são aquelas causadas por fatores ambientais como: extremos de temperatura e umidade, excesso ou deficiência de luz e/ou nutrientes, entre outros fatores.
- Doenças bióticas são causadas por fungos, oomicetos, bactérias, fitoplasmas, espiroplasmas, vírus, viroides, nematoides e alguns protozoários.
- Doenças bióticas são causadas apenas por fungos, bactérias, vírus e viroides.

2. A ocorrência de fungos em grãos armazenados estão entre as principais causas de deterioração dos grãos, podendo causar sérios danos aos produtos se as condições de armazenagem forem propícias a esses patógenos, tais como temperaturas elevadas, alta umidade relativa, presença de insetos, dentre outras.

Dentre as alternativas a seguir, marque aquela que contém os principais gêneros de fungos que afetam grãos armazenados:

- a) *Aspergillus*, *Oidium*, *Phoma*.
- b) *Phytophthora*, *Pythium*, *Fusarium*.
- c) *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Pythium*.
- d) *Fusarium*, *Aspergillus*, *Colletotrichum*.
- e) *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*.

3. O processo doença interfere na fisiologia do hospedeiro, podendo comprometer processos vitais como: armazenamento de nutrientes em órgãos de reserva, desenvolvimento de tecidos jovens, absorção de água e nutrientes, translocação de água e nutrientes, fotossíntese e distribuição de fotoassimilados pelas plantas. Baseando-se nesses aspectos, George L. McNew, em 1960 classificou as doenças de plantas, de acordo com o processo fisiológico afetado:

Grupo I – Doenças que destroem os órgão de Armazenamento

Grupo II – Doenças que causam danos em plântulas

Grupo III – Doenças que danificam as raízes

Grupo IV – Doenças que atacam o sistema vascular

Grupo V – Doenças que interferem com a fotossíntese

Grupo VI – Doenças que alteram o aproveitamento das substâncias fotossintetizadas

E como esses processos fisiológicos podem ser interferidos por diferentes patógenos, McNew propôs seis grupos de doenças correspondentes a estes processos afetados:

Grupo I – Podridões de órgãos de reserva

Grupo II – *Damping-off*

Grupo III – Podridões de raiz e de colo

Grupo IV – Murchas vasculares

Grupo V – Manchas, Mildios, Oídios e Ferrugens

Grupo VI – Viroses, Carvões, Galhas

Esse sistema de classificação também permite o estabelecimento de graus de parasitismo, agressividade e especificidade.

Com base neste sistema de Classificação de McNew (1960), analise as alternativas seguintes e marque a correta:

- a) Patógenos que causam doenças em sementes são muito específicos em relação aos seus hospedeiros, sendo, portanto, pouco agressivos a estes, pois dependem do hospedeiro vivo para sobreviverem.

- b) Os patógenos causadores de murchas vasculares são parasitas facultativos e são mais específicos em relação aos seus hospedeiros e mais evoluídos em termos de parasitismo quando comparados aos patógenos que causam doenças em sementes.
- c) Os patógenos causadores de manchas foliares são menos específicos em relação aos seus hospedeiros e menos evoluídos em termos de parasitismo quando comparados aos patógenos que atacam o sistema vascular das plantas.
- d) Os patógenos que afetam o sistema radicular, causando podridões de raiz e de colo são mais específicos em relação aos seus hospedeiros quando comparados aos patógenos que causam manchas foliares.
- e) Os patógenos causadores de damping-off são mais evoluídos em termos de parasitismo quando comparados aos patógenos causadores de doenças no sistema radicular.

Princípios gerais e medidas de controle de doenças de plantas

Diálogo aberto

Caro aluno, é importante que você saiba quais cuidados deverá tomar em relação ao preparo da área e as medidas de controle que devem ser tomadas antes, durante e após o plantio, para que você consiga atingir a produtividade e a qualidade dos frutos esperada. Nesta seção, você conhecerá os princípios e os métodos de controle essenciais para obter eficiência produtiva na instalação de uma lavoura. Diante da importância do controle de doenças de plantas, abordaremos nesta seção os princípios gerais de controle, bem como iremos relacionar estes princípios ao triângulo da doença (patógeno, hospedeiro e ambiente). Estudaremos também as medidas de controle de doenças de plantas, bem como a importância e aplicação dos princípios e métodos de controle para as culturas de importância agrícola e econômica. Com base nos conhecimentos adquiridos por meio do estudo dos conteúdos desta seção, você será capaz, como profissional, de recomendar medidas eficientes de controle de doenças em diversas culturas agrícolas.

Vamos relembrar a situação descrita no *Convite ao estudo*. Você, engenheiro agrônomo, está prestando consultoria em uma lavoura de produção de citros, a qual está apresentando problemas de baixa produtividade e qualidade. Na primeira etapa do seu trabalho você verificou que algumas folhas apresentavam pequenos pontos translúcidos, de aspecto “encharcado”, outras folhas e frutos, com sintomas mais evoluídos, apresentavam lesões corticosas, eruptivas, de cor parda. Ao redor de algumas dessas lesões foi possível observar um halo amarelo (Figura 1.1). Além disso, você notou que essas lesões corticosas eram visíveis e salientes tanto na face abaxial como na adaxial das folhas. Você também observou em algumas folhas lesões típicas causadas pelo minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*). Em seguida, você analisou os relatórios de manejo da área e verificou que o solo estava adequadamente adubado e com o pH corrigido. A partir das análises iniciais você determinou que os fatores que provocaram esses sintomas são bióticos e também identificou o agente causador da doença.

Nessa segunda etapa do seu trabalho você fez uma análise geral da área e verificou que era sujeita a ventos muito fortes e que não havia quebra de ventos ao redor. Além disso, chamou-lhe a atenção o constante acesso e circulação de pessoas, veículos e máquinas na lavoura. Dessa forma, as condições ambientais do local são favoráveis à ocorrência dessa doença?

De acordo com as características da doença e dos fatores ambientais que a favorecem, baseado em quais princípios de controle de doenças de plantas você recomendaria medidas de manejo para a doença em questão? Em qual vértice do triângulo de doenças de plantas esses princípios atuam?

Ao final da sua consultoria, você irá elaborar um relatório descrevendo, em tópicos, todos os resultados obtidos a partir de cada observação e análise feita na lavoura, estabelecendo possíveis soluções para aumentar a produtividade da lavoura de citros e melhorar a qualidade dos frutos. Para auxiliá-lo a responder essas questões, nesta seção estudaremos os princípios e métodos de controle. Vamos começar?

Não pode faltar

Caro aluno, você já pensou que o controle de doenças de plantas é o principal objetivo da fitopatologia? Estudamos os aspectos da doença, como sintomatologia, etiologia, diagnose e epidemiologia, para que possamos saber como controlar uma doença em determinada cultura. Para que se tenha um controle eficiente, precisamos conhecer o tipo de agente causal da doença, as condições ambientais que são favoráveis à sua ocorrência, os ciclos das relações patógeno-hospedeiro e a eficiência dos métodos de controle disponíveis (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018).



Vocabulário

Veja alguns conceitos importantes de controle de doenças de plantas:

Conotação biológica: “Redução na incidência ou severidade da doença” (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1968).

Conotação econômica: “Prevenção dos prejuízos de uma doença” (WHETZEL et al., 1925) mas “aceito como válido para fins práticos somente quando lucrativo” (WHETZEL, 1929).

“Na prevenção e no tratamento de doenças devem ser sempre considerados a eficiência dos métodos e o custo nos tratamentos, sendo óbvio que os métodos empregados devem custar menos que os prejuízos ocasionados” (FAWCETTI; LEE, 1926).

Os princípios de controle, segundo Whetzel et al. (1925) e Whetzel (1929) aplicam-se somente às doenças bióticas (infecciosas) e levam em consideração o ciclo das relações patógeno-hospedeiro:

Exclusão é a prevenção da entrada do patógeno em área livre dele, enquanto a **erradicação** é a eliminação do patógeno de uma área em que foi

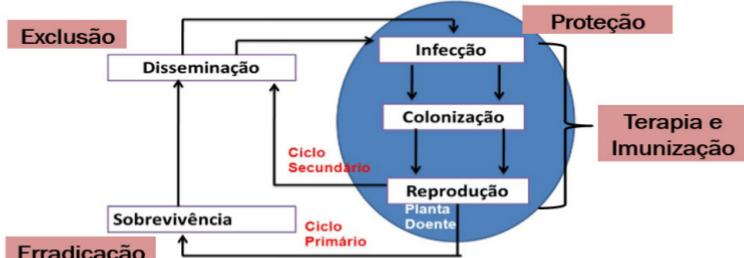
introduzido, impedindo o seu estabelecimento. A **proteção** é o impedimento do contato direto entre a planta e o patógeno, por meio de uma barreira protetora, antes de ocorrer a deposição do inóculo. Já a **imunização** relaciona-se ao desenvolvimento de plantas resistentes ou imunes. Por fim, a **terapia** é o tratamento da planta ou partes dela, visando reestabelecer sua sanidade.

Os princípios atuam sobre o patógeno (exclusão e erradicação) e sobre o hospedeiro (proteção, imunização e terapia). Como nenhum desses princípios têm atuação sobre o terceiro vértice do triângulo, que é o ambiente, Marchionato (1949) propôs dois princípios baseados em modificações do ambiente: **regulação**, que é a alteração do ambiente visando desfavorecer a ocorrência da doença, correspondendo à ação humana contra o patógeno, e a **evasão**, que envolve táticas de “fuga” à doença, como plantio em épocas em que não há ocorrência do inóculo e plantio em áreas sem ocorrência do inóculo. Esses dois últimos princípios, então, atuam sobre o ambiente (Figura 1.9).

Prezado aluno, vamos ver agora onde os princípios de Whetzel et al. (1925) e

Whetzel (1929) atuam no ciclo patógeno-hospedeiro: o **princípio da exclusão** interfere na fase de disseminação do patógeno, a erradicação na fase de sobrevivência, a proteção na fase de deposição do inóculo e pré-penetrção, a imunização interfere nas fases de infecção e colonização e a terapia, na fase de pós-infecção (Figura 1.10).

Figura 1.10 | Fases do ciclo das relações patógeno-hospedeiro em que atuam os princípios de controle de Whetzel



Fonte: adaptada de Bergamim Filho e Amorim (2018, p. 216).

Figura 1.9 | Atuação dos princípios gerais de controle nos componentes do triângulo da doença (patógeno, hospedeiro e ambiente)



Fonte: adaptada de Bergamim Filho e Amorim (2018, p. 217).

Os princípios de controle são fundamentados em fatores epidemiológicos, visto que atuam no triângulo da doença, impedindo ou retardando o desenvolvimento das fases do ciclo das relações patógeno-hospedeiro. Vanderplank (1963) estabeleceu que a proporção de doença é determinada pelo inóculo inicial (y_0), pela taxa média de infecção (r) e pelo tempo (t) durante o qual o hospedeiro é exposto ao patógeno. Dessa forma, estratégias baseadas nesses fatores são sugeridas, como: a) eliminar ou reduzir o inóculo inicial (y_0); b) reduzir a taxa de desenvolvimento ou progresso da doença (r); c) reduzir o tempo de exposição da planta ao patógeno (t) (BERGER, 1977). Assim, Vanderplank (1963) propôs medidas de controle baseadas nos fatores epidemiológicos (y_0 , r e t) e nos fatores do triângulo da doença (patógeno, hospedeiro e ambiente), como demonstrado no Quadro 1.2:

Quadro 1.2 | Princípios e métodos de controle e seus efeitos predominantes sobre o patógeno (P), hospedeiro (H) ou ambiente (A) e sobre variáveis e parâmetros epidemiológicos: inóculo inicial (y_0), taxa de progresso da doença (r) e tempo de exposição da planta ao patógeno (t)

PRINCÍPIOS MEDIDAS DE CONTROLE	EFEITO PREDOMINANTE SOBRE					
	P	H	A	y_0	r	t
EVASÃO						
Escolha da área geográfica	+		+	+	+	
Escolha do local de plantio	+	+	+	+		
Escolha da data de plantio	+	+				+
Profundidade plantio		+				+
Variedade precoce	+	+				+
EXCLUSÃO						
Sementes e mudas sadias	+			+		
Inspeção e certificação	+			+		
Quarentena	+			+		
Eliminação de vetores	+			+		
Vazio sanitário	+			+		+
ERRADICAÇÃO						
Roguing	+			+		
Eliminação de hospedeiros alternativos	+			+		
Rotação de culturas	+			+		
Tratamento de sementes e solo	+			+		
PROTEÇÃO						
Pulverização de partes aéreas		+				
Controle de vetores			+		+	
Tratamento de sementes		+		+	+	

REGULAÇÃO					
Modificações de práticas culturais			+		+
Modificações do ambiente e nutrição			+		+
IMUNIZAÇÃO					
Resistência horizontal			+		+
Resistência vertical			+	+	
Premunização química e biológica			+	+	+
Variedade multilinha			+	+	+
TERAPIA					
Termoterapia			+	+	
Quimioterapia			+	+	
Cirurgia			+	+	

Fonte: adaptado de Bergamim Filho e Amorim (2018, p. 218).

Com esses princípios em mente, você conhecerá agora os principais tipos de controle de doenças de plantas:

Controle genético

Baseia-se no sistema de defesa da planta contra fitopatógenos, por meio da utilização de características genéticas do hospedeiro que impedem ou reduzem a ação desses microrganismos ou dos danos por eles causados.

A principal medida de controle genético é a utilização de variedades resistentes, que é considerado o método ideal de controle, devido ao fato de poder ser aplicado em grandes áreas e apresentar menor impacto ambiental quando comparado aos defensivos químicos (CAMARGO, 2018).

Em qualquer programa de obtenção e utilização de cultivares resistentes, deve-se considerar as três etapas básicas: a) identificar as fontes de resistência, ou seja, identificar os genes nas cultivares procuradas; b) por meio do melhoramento, incorporar esses genes em cultivares comerciais; c) após a obtenção da cultivar resistente, estabelecer estratégias para que a resistência seja durável (MICHEREFF, 2014).



Refletá

Por que a utilização de variedades resistentes é uma medida de controle eficiente apenas para patógenos que apresentam alta especificidade em relação ao seu hospedeiro?

Controle químico

Consiste na aplicação de defensivos agrícolas para o controle de fitopatógenos. Em muitos casos, trata-se de uma medida bastante eficiente e economicamente viável para garantir altas produtividades.

Os defensivos agrícolas mais utilizados são os fungicidas, devido à maior ocorrência de doenças fúngicas do que as causadas pelos outros grupos de agentes fitopatogênicos. Outros tipos de defensivos utilizados são os bactericidas (para controle de bactérias fitopatogênicas), nematicidas (para controle de nematoides que causam doença em plantas), inseticidas e acaricidas, os quais agem sobre os vetores de fitopatógenos e os herbicidas que possuem ação sobre os hospedeiros alternativos dos fitopatógenos (SILVA JUNIOR; BEHLAU, 2018).

Para que se tenha eficiência no controle químico, é necessário realizar a diagnose corretamente; utilizar produtos registrados; utilizar equipamentos de aplicação adequados, calibrados e regulados; aplicar os produtos no momento/frequência adequados; e levar em consideração condições do ambiente/clima no momento da aplicação.

Controle biológico

O controle biológico consiste na destruição parcial ou total de populações de patógenos por outros organismos encontrados na natureza (AGRIOS, 2005). Ou seja, é o controle de um microrganismo patogênico utilizando-se um microrganismo não patogênico. Os mecanismos das interações antagônicas são:

Antibiose: ocorre a produção de moléculas com ação direta sobre o crescimento ou fisiologia do fitopatógeno. Exemplo: a bactéria *Bacillus subtilis* produz compostos orgânicos voláteis que inibem o crescimento de várias espécies de *Fusarium* (BRAGA JUNIOR et al., 2017).

Competição: o microrganismo cresce rapidamente sobre o tecido do hospedeiro, de forma a não restar espaço para colonização do patógeno (competição por espaço) ou o microrganismo utiliza os nutrientes do hospedeiro antes dos patógenos (competição por nutrientes). Exemplo: Microrganismos antagonistas de patógenos pós-colheita utilizam os nutrientes mais rapidamente que os patógenos e impedem que os esporos patogênicos germinem próximo aos ferimentos (SHARMA et al., 2009).

Parasitismo e predação: agentes de controle biológico parasitam as estruturas do patógeno por penetração e colonização de hifas e/ou produção enzimas hidrolíticas. Exemplo: Fungos oportunistas como *Purpureocillium lilacinum* e *Pochonia chlamydosporia* parasitam ovos e fêmeas de nematoides, especialmente os gêneros *Meloidogyne* spp, *Heterodera* spp. e *Globodera* spp) destruindo grande quantidade de indivíduos (COSTA, 2015).

Indução de resistência: possui ação indireta sobre o patógeno. Ocorre indução de resistência na planta por agentes de controle biológico, por meio

da ativação das rotas de defesa da planta. Exemplo: utilização de produtos à base de *Bacillus* spp., que produzem moléculas que são reconhecidas por receptores específicos da planta, desencadeiam a sua resposta de defesa (PREECHA et. al., 2010).

Promoção de crescimento: possui ação indireta sobre o patógeno. Os agentes de controle biológico podem contribuir com a produção de hormônios, aquisição de nutrientes e absorção de água pela planta. Exemplo: bactérias promotoras de crescimento, como do gênero *Rizobium*, as quais são capazes de fixar nitrogênio da atmosfera (HAYAT et al., 2010).

Controle cultural

As práticas culturais podem ser usadas de maneira combinada para minimizar os efeitos de doenças sobre as culturas agrícolas (BEDENDO, MASSOLA JÚNIOR; AMORIM, 2018). Os métodos de controle cultural podem atuar no patógeno, no hospedeiro e no ambiente. As principais práticas adotadas neste tipo de controle são:

- Rotação de culturas: prática que visa diminuir a exaustão do solo e consiste na troca de culturas a cada novo plantio, na mesma área de cultivo e na mesma época do ano, ao longo dos anos;
- Utilização de sementes, mudas e órgãos de propagação vegetativa saudáveis;
- *Roguing*;



Vocabulário

Roguing: eliminação de plantas vivas doentes da própria cultura. Por meio dessa prática, a planta infectada deixa de atuar como fonte de inóculo para plantas saudáveis, devido à redução do inóculo e sua disseminação na cultura.

- Vazio sanitário (Figura 1.11);
- Eliminação de hospedeiros alternativos e plantas voluntárias;
- Eliminação de restos de cultura;
- Preparo do solo;
- Escolha da época de plantio: evitar que a época mais favorável para determinado patógeno coincida com o estádio fenológico de maior suscetibilidade do hospedeiro;
- Manejo da irrigação e drenagem;

- Correção do pH do solo;
- Podas;
- Barreiras físicas (fileiras com plantas ou utilização de telas);
- Cuidados na colheita e embalagem.



Exemplificando

O vazio sanitário (Figura 1.11) consiste na proibição do plantio de determinada espécie vegetal em algumas épocas (BERGAMIN FILHO; AMORIM, p. 216, 2018). É muito utilizado para o controle da Ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyhizi* (Figura 1.12). Consiste em um período que varia de 60 a 90 dias sem plantas de soja vivas e plantas voluntárias no campo.

Essa medida ajuda a reduzir o inóculo do fungo na entressafra, retardando assim a ocorrência da doença na próxima safra, uma vez que o ciclo do patógeno é “quebrado”, pois não passará pela fase de sobrevivência do ciclo patógeno-hospedeiro.

Figura 1.11 | Vazio sanitário da soja



Fonte: Istock.

Figura 1.12 | Ferrugem asiática (*Pachyrhizi pachyrhizi*) na folha de soja



Fonte: Istock.

Controle físico

O controle por métodos físicos tem como objetivo erradicar patógenos de partes vegetais ou substratos, empregando-se basicamente calor e radiação (BEDENDO; MASSOLA JÚNIOR; AMORIM, 2018). As principais práticas adotadas no controle físico são:

- Refrigeração de produtos armazenados (medida de controle físico mais utilizada para doenças de pós-colheita de frutos, raízes, tubérculos e sementes);
- Tratamento térmico de frutas, legumes e órgãos de propagação (tratamento com ar quente ou água quente);
- Solarização do solo;
- Uso de radiação ultravioleta germicida;
- Uso de radiação ionizante;
- Armazenamento em atmosfera controlada ou modificada.



Exemplificando

A solarização do solo (Figura 1.13) é uma das práticas de controle físico e baseia-se no aproveitamento da energia solar por intermédio de um filme de plástico transparente colocado sobre a superfície do solo previamente umedecido, durante os meses mais quentes do ano, (período de 20 a 60 dias) – provocando uma elevação da temperatura do solo e destruindo os propágulos dos agentes patogénicos (KATAN et al., 1976). Essa técnica é muito eficaz para patógenos de solo, como *Fusarium* spp., *Rizhoctonia* spp., *Sclerotium* spp., *Verticillium* spp., nematoides e bactérias de solo.

Figura 1.13 | Solarização do solo



Fonte: iStock.



Assimile

Prezado aluno, nós vimos que o controle de doenças de plantas é baseado em princípios gerais de controle: exclusão, erradicação, proteção, terapia, imunização, regulação e evasão. Esses princípios atuam no triângulo da doença (patógeno-hospedeiro-ambiente) e nas fases do ciclo patógeno-hospedeiro e são fundamentados nos fatores epidemiológicos inóculo inicial (y_0), taxa média de infecção (r) e tempo (t) durante o qual o hospedeiro é exposto ao patógeno. Dessa forma, medidas de controle para as doenças de plantas baseadas nos princípios de controle podem ter efeito predominante sobre o patógeno, o hospedeiro e/ou o ambiente e também sobre os fatores epidemiológicos y_0 , r e t .



Pesquise mais

Caro aluno, para complementar sua compreensão sobre o assunto abordado, sugerimos a leitura do seguinte artigo sobre o controle genético de doenças de plantas:

MICHEREFF, Sami J. **Controle Genético de doenças de plantas.** 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242580646_CONTROLE_GENETICO_DE_DOENCAS_DE_PLANTAS>. Acesso em: 9 out. 2018.

Sugere-se também a leitura do capítulo 14 (páginas 215 a 227): **Princípios gerais de controle**, do Manual de Fitopatologia – Princípios e Conceitos:

BERGAMIN FILHO, Armando; AMORIM, Lilian. Princípios gerais de controle. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando (Ed.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos.** 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. Cap. 14. p. 215-227.

A compreensão de como os princípios de controle de doenças de plantas atuam em cada vértice no triângulo (planta, patógeno e ambiente) irá influenciar na sua tomada de decisão sobre qual o método de controle utilizar, sendo, portanto, de suma importância para o controle racional da doença. Esses princípios fundamentam-se, principalmente, em conhecimentos epidemiológicos, evitando ou retardando as etapas do ciclo das relações patógeno-hospedeiro. Dessa forma, os métodos de controle podem atuar reduzindo o inóculo inicial (Y_0), a taxa média de infecção, ou taxa de progresso da doença (r) ou o tempo durante o qual o hospedeiro é exposto ao patógeno (t). Algumas medidas que fazem parte do controle cultural como: escolha adequada da época de plantio, por exemplo antecipando o plantio para “escapar” da doença, que é um método baseado no princípio da evasão, agindo sobre o ambiente no triângulo da doença, atua reduzindo t . Enquanto

outras medidas como a eliminação de hospedeiros alternativos, rotação de culturas, baseados no princípio da erradicação, agem sobre o patógeno, reduzindo Y_o . (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018).

Sendo assim, conhecendo-se os aspectos epidemiológicos da doença, os seus efeitos sobre patógeno, hospedeiro e ambiente e baseando-se nos princípios de controle, podemos estabelecer medidas de manejo, que irão atuar em cada vértice do triângulo (patógeno, hospedeiro e ambiente). Por isso o conhecimento desses princípios e medidas de controle, sua associação com o triângulo da doença e os fatores epidemiológicos são essenciais para prevenir a doença ou levar à diminuição dos danos por ela causados. A falta de conhecimento de um desses fatores poderá ocasionar uma tomada de decisão inadequada, comprometendo toda a produção agrícola.

Sem medo de errar

Prezado aluno, como você já aprendeu um pouco mais sobre os princípios gerais e sobre os tipos de controle de doenças de plantas, bem como a importância das suas aplicações, vamos agora resolver a situação-problema apresentada no *Diálogo aberto desta seção*, em que você, engenheiro agrônomo, está prestando consultoria em uma lavoura de produção de citros, que está apresentando problemas de baixa produtividade e qualidade. A confirmação da etiologia da doença foi feita por meio do teste de exsudação em gotas, agora na segunda etapa do seu trabalho você verificou que a área era sujeita a ventos fortes, que não havia quebra de ventos ao redor e que era frequente a circulação de máquinas e veículos no local. Diante dessas novas observações, você acha que as condições ambientais do local são favoráveis à ocorrência dessa doença? De acordo com as características da doença e dos fatores ambientais que a favorecem, baseado em quais princípios de controle de doenças de plantas, você recomendaria medidas de manejo para a doença em questão? Em qual vértice do triângulo de doenças de plantas esses princípios atuam?

O vento, as máquinas e os veículos são formas de disseminação da bactéria causadora da doença. Por isso, a ocorrência de ventos fortes na área e a frequente circulação de máquinas e veículos são fatores que favorecem a sua ocorrência. Dessa forma as condições ambientais do local são sim favoráveis à doença.

As medidas de controle para a doença devem ser baseadas principalmente no princípio da **exclusão**, agindo sobre o patógeno. Esse princípio consiste em impedir ou evitar que a bactéria seja introduzida na área, além de ser crucial no manejo da doença, visto que o agente etiológico é uma bactéria

quarentenária presente no país, que apresenta potencial expressão econômica e está sob controle oficial. Medidas baseadas no princípio da imunização, que agem sobre o hospedeiro, e consistem na utilização de variedades resistentes também podem ser utilizadas.

Outras medidas podem ser tomadas, como aquelas baseadas no princípio da **evasão**, que agem sobre o patógeno e sobre o ambiente, as quais visam a prevenção da doença por meio da “fuga” em relação ao patógeno e/ou as condições ambientais que o favorecem; o princípio da **regulação**, que age sobre o ambiente, e diz respeito as alterações de fatores ambientais; e o princípio da **proteção**, que age sobre o hospedeiro e consiste em impedir o contato direto entre este e o patógeno.

Você, engenheiro agrônomo, entregará ao produtor um relatório descrevendo esses princípios que irão “nortear” as medidas de manejo integrado a serem recomendadas para controlar a doença em questão.

Avançando na prática

Aplicação dos princípios e métodos de controle para doença fúngica ocorrendo em tomates

Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, foi contratado a prestar consultoria em uma lavoura de tomates (*Solanum lycopersicum*), a qual estava apresentando problemas de baixa produtividade devido à ocorrência de uma doença de etiologia fúngica. Os sintomas observados eram de tombamento e morte de plântulas. A doença foi verificada em reboleiras em áreas de maior sombreamento e umidade e de pH mais baixo dentro da lavoura. Ficou constatado que a transmissão dessa doença é por meio de sementes e mudas contaminadas. Verificou-se também que determinado fungicida foi eficaz na proteção das plântulas de tomate contra a doença. Diante da situação apresentada, com base em quais princípios você recomendaria medidas de controle? Quais seriam essas medidas e onde elas atuam no triângulo da doença (patógeno, hospedeiro e ambiente)?

Resolução da situação-problema

Com base no princípio da **erradicação** (eliminação do patógeno de uma área em que ele foi introduzido), que atua sobre o patógeno, podem ser realizadas medidas como: tratamento de sementes e solo com fungicidas, rotação de culturas, *roguing*, entre outras. Com base no princípio da **proteção** (impedimento do contato direto entre a planta e o patógeno), que age sobre o

hospedeiro, pode-se realizar o tratamento químico das sementes. Com base no princípio da **evasão** (táticas de “fuga” à doença, como plantio em épocas em que não há ocorrência do inóculo e plantio em áreas sem ocorrência do inóculo), as seguintes medidas podem ser tomadas: evitar o plantio em locais sujeitos à inundação, instalar a cultura em solos com boa drenagem (já que o patógeno é favorecido por alta umidade) e plantio em profundidade adequada. Com base no princípio da **regulação** (alteração do ambiente visando desfavorecer a ocorrência da doença), as seguintes medidas podem ser tomadas: realizar adubação equilibrada, diminuir a densidade de plantas para diminuir o sombreamento e aumentar a aeração entre as plantas, fazer o controle da irrigação (irrigações excessivas favorecem o fungo) e corrigir o pH do solo. Tanto o princípio da evasão quanto o da regulação atuam sobre o ambiente.

Faça valer a pena

1. Whetzel et al. (1925) e Whetzel (1929) estabeleceram quatro princípios biológicos baseados em métodos de controle de doenças em plantas até então conhecidos: exclusão, erradicação, proteção e imunização. Posteriormente, o da terapia foi acrescentado a esses princípios.

Analise as afirmativas a seguir:

- I) O princípio da exclusão consiste em eliminar o patógeno de uma área em que ele foi introduzido.
- II) O princípio da erradicação consiste em prevenir a entrada do patógeno em áreas em que ele não foi introduzido.
- III) III - O princípio da proteção consiste em impedir o contato direto entre a planta e o patógeno, antes de ocorrer a deposição do inóculo.
- IV) IV - O princípio da imunização consiste em tratar a planta ou suas partes, visando reestabelecer sua sanidade.
- V) V - O princípio da terapia consiste em desenvolver plantas resistentes ou imunes a determinado patógeno.

Com relação a esses princípios de controle, marque a alternativa **correta**:

- a) A afirmativa I está correta.
- b) As afirmativas II e III estão corretas.
- c) A afirmativa III está correta.
- d) A afirmativa IV está correta.
- e) As afirmativas IV e V estão corretas.

2. Para os patógenos que possuem maior especificidade em relação ao seu hospedeiro, a utilização de cultivares resistentes é uma prática eficaz, ao contrário do que ocorre com patógenos que são pouco específicos em relação ao seu hospedeiro, uma vez que conseguem sobreviver na ausência do hospedeiro vivo, sendo mais agressivos a ele. No caso dos patógenos menos específicos ao hospedeiro, práticas culturais associadas ao controle químico são mais eficazes.

Com base nessas medidas de controle, julgue os seguintes itens:

- I) A solarização do solo é uma prática cultural eficiente para o controle de *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Sclerotinia* e *Verticillium* e é baseada no princípio da erradicação.
- II) A utilização de variedades resistentes é uma medida muito utilizada para o controle de doenças que causam podridões de órgãos de reserva, como a podridão-mole em batata, causada pela bactéria *Pectobacterium carotovorum*.
- III) O uso de variedades resistentes é a principal medida de controle para patógenos que atacam o sistema vascular das plantas, causando murchas. Essa medida é baseada no princípio da proteção.
- IV) O *roguing* é uma medida que consiste em eliminar plantas vivas doentes da própria cultura e é baseada no princípio da evasão.
- V) A utilização de fungicidas à base de enxofre, utilização de variedades resistentes e a eliminação de plantas voluntárias ou hospedeiros alternativos são medidas eficientes para controle dos ódios e baseiam-se nos princípios da imunização, proteção e regulação, respectivamente.

Com relação às práticas de controle de doenças em plantas e os princípios de Whetzel et al. (1925) e Whetzel (1929), nos quais são baseadas, marque a alternativa correta:

Somente a afirmativa I está correta.

- a) Somente a afirmativa I está correta.
- b) Somente as afirmativas I, II e III estão corretas.
- c) Somente a afirmativa IV está correta.
- d) As afirmativas III, IV e V estão corretas.
- e) As afirmativas I, II e V estão corretas.

3. As ferrugens são causadas por fungos que são parasitas obrigatórios e apresentam alta especificidade em relação ao hospedeiro. As principais medidas que controlam as ferrugens são: utilização de variedades resistentes, utilização de fungicidas específicos, eliminação de hospedeiros alternativos e o vazio sanitário – que corresponde ao período sem plantas vivas no campo, visando diminuir o inóculo na entressafra da cultura, sendo muito utilizado para o controle da ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyhizi*.

Com relação às medidas de controle empregadas para as ferrugens, julgue os itens a seguir:

- I) Uma das medidas mais eficientes no controle das ferrugens é a utilização de variedades resistentes, que é um tipo de controle biológico, em que o mecanismo

da interação antagônica utilizado é a indução de resistência. Esse tipo de controle é baseado no princípio da proteção e atua na fase de infecção no ciclo patógeno-hospedeiro.

- II) A utilização de fungicidas, que é um tipo de controle químico, é baseado no princípio da proteção e atua na fase de sobrevivência do patógeno no ciclo patógeno-hospedeiro.
- III) A eliminação de hospedeiros alternativos, que é um tipo de controle cultural, é baseado no princípio da exclusão e atua na fase de disseminação do patógeno no ciclo patógeno-hospedeiro.
- IV) Uma das medidas mais eficientes no controle das ferrugens é a utilização de variedades resistentes, que é um tipo de controle genético, baseado no princípio da imunização e pode atuar nas fases de infecção, colonização e reprodução do patógeno no ciclo patógeno-hospedeiro.
- V) O vazio sanitário é um tipo de controle cultural, baseado no princípio da erradicação e atua na fase de colonização do patógeno no ciclo patógeno-hospedeiro.

Com relação a essas medidas citadas no texto-base, assinale a alternativa que contém a (s) afirmativa (s) que relaciona corretamente cada medida com o princípio e o tipo de controle em que é baseada, e em qual fase do ciclo patógeno-hospedeiro ela atua:

- a) Somente as afirmativas I e II estão corretas.
- b) Somente a afirmação III está correta.
- c) Somente as afirmativas III, IV e V estão corretas.
- d) Somente a afirmativa IV está correta.
- e) Todas as afirmativas estão corretas.

Manejo integrado de doenças de plantas

Diálogo aberto

Prezado aluno, o Manejo Integrado de Doenças de Plantas tem sido cada vez mais utilizado para o controle de doenças, principalmente de pragas quarentenárias. Esse sistema utiliza várias combinações de métodos de manejo de doenças, apresentando maior eficácia do que quando essas medidas são utilizadas separadamente. Ele tem mostrado grande importância principalmente no quesito ecológico, visto que o enfoque não é dado no controle químico ou somente nesse tipo de controle, mas sim em outras técnicas, principalmente, culturais, que em conjunto se mostram eficazes no controle de muitas doenças fitopatológicas. Dessa forma, é essencial que o engenheiro agrônomo conheça quais são essas medidas de manejo, como e quando elas devem ser aplicadas e qual a importância delas para a produção agrícola. Portanto, nesta seção estudaremos a respeito do conceito e dos objetivos do Manejo Integrado de Doenças de Plantas; de sua importância e veremos quais medidas podem ser aplicadas às principais culturas de importância econômica.

Relembremos a situação descrita no início desta unidade. Você, engenheiro agrônomo, está finalizando sua consultoria em uma lavoura de citros, a qual solicitou que você identificasse e solucionasse os problemas de baixa produtividade e perda de qualidade dos frutos, que estavam refletindo em redução nos lucros da comercialização dos seus produtos. Na primeira etapa do seu trabalho, a partir dos sintomas verificados nas folhas e das análises dos relatórios de manejo da área, você determinou que os fatores que provocaram esses sintomas são bióticos, e também identificou o agente causador da doença. A confirmação da etiologia da doença foi feita por meio do teste de exsudação em gotas.

Na segunda etapa do seu trabalho, você fez uma análise geral da área e verificou que era sujeita a ventos fortes e que não havia quebra-ventos ao redor, e chamou-lhe a atenção o constante acesso e circulação de pessoas, veículos e máquinas na lavoura. De acordo com as características da doença observada na primeira etapa e dos fatores ambientais que a favorecem, você determinou os princípios em que as medidas de controle para a doença deveriam ser baseadas.

Considerando as análises feitas e os princípios de controle de doenças nos quais você se baseou, quais os tipos (genético, cultural, físico, biológico, químico) e medidas de manejo você recomendaria para o controle da doença?

Qual a importância de se saber como e quando aplicar essas medidas? Diante da importância da doença em questão, de que maneira o citricultor poderia ter evitado a ocorrência da doença na lavoura?

Ao final dessa consultoria você será capaz de entregar ao citricultor um relatório com todas as observações e análises feitas na área e os resultados obtidos a partir delas, incluindo as respostas para os questionamentos propostos. Além disso, conseguirá estabelecer um plano de ação, recomendando medidas que visem erradicar a doença presente na área e medidas que visem evitar que a doença se estabeleça, propondo, dessa forma, possíveis soluções para aumentar a produtividade da lavoura de citros e melhorar a qualidade dos frutos.

Vamos lá!

Não pode faltar

Caro aluno, começaremos esta etapa falando sobre algumas definições importantes. O que seria o controle integrado de doenças de plantas? Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 1968), o controle integrado consiste em um sistema de manejo em que medidas apropriadas e compatíveis são utilizadas para manter as populações de organismos nocivos em níveis abaixo daqueles que causam injúria econômica. Posteriormente, foi proposto pela National Academy of Science (NAS, 1969) o termo Manejo Integrado de Doenças (MID), análogo ao Manejo Integrado de Pragas (MIP), porém mais específico à fitopatologia, como sendo a utilização de todas as técnicas disponíveis dentro de um programa unificado, visando manter a população de organismos nocivos abaixo do Limiar de Dano Econômico (LDE).



Vocabulário

Limiar de Dano Econômico (LDE) é “o nível de ataque do organismo nocivo no qual o benefício do controle iguala seu custo” (MUMFORD; NORTON, 1984, p. 163). Ou ainda pode ser definido como “a menor densidade populacional que causa dano econômico” (ZADOKS, 1985, p. 458).

O conhecimento do Limiar de Dano Econômico (LDE) é fundamental para se efetuar tanto o controle como o manejo integrado (ZADOKS, 1985). No entanto, é difícil estimá-lo na área fitopatológica, visto que não se aplica à maioria das doenças, pois a injúria não pode ser evitada. Na entomologia, por exemplo, o LDE e o limiar de ação são geralmente expressos em número

de ovos ou de larvas jovens de determinado inseto por planta. Então a cultura pode ser pulverizada com um pesticida adequado quando o limiar de ação é alcançado, evitando o dano que poderia ocorrer na ausência do tratamento, visto que os ovos e as larvas ainda não causaram danos à cultura.

No entanto, na fitopatologia é diferente, devido à impossibilidade prática de se quantificar o número de patógenos e também devido ao fato de que a simples presença de propágulos no ar ou no solo não é garantia para a ocorrência da doença. Devido a esses fatores, alguns programas do MIP na fitopatologia utilizam a severidade da doença (injúria) para expressar o LDE e o limiar de ação. O problema é que parte do dano já terá ocorrido quando o limiar de ação for alcançado. Assim, o problema na área fitopatológica consiste na ausência de parâmetros populacionais do patógeno para expressar o LDE e o limiar de ação, antes que a injúria ocorra.



Vocabulário

O limiar de ação é definido como “a severidade de doença na qual medidas de controle necessitam ser tomadas para impedir que o LDE seja excedido” (ZADOKS; SCHEIN, 1979).



Assimile

Qual a diferença entre **controle** e **manejo** de doenças?

O termo **controle** significa erradicar totalmente um patógeno, transmitindo a ideia de radicalismo e o LDE é baseado apenas em considerações econômicas. Enquanto o termo **manejo**, ao contrário do controle, baseia-se no princípio de manter a doença abaixo do LDE ou minimizar a ocorrência acima do LDE, portanto, almeja a minimização do dano e não a erradicação total, como enfatiza o termo controle. Além disso, no manejo o LDE não é em função apenas de considerações econômicas, mas também de aspectos sociais e ecológicos (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018).

Para contornar esses problemas os fitopatologistas desenvolveram modelos de previsão em programas do MIP para doenças, como o sistema holandês EPIRE, utilizado para o manejo de diversas doenças da cultura do trigo (ZADOKS; RIJSDIJK; RABBINGE, 1984). Outros sistemas, como o Blitecast (KRAUSE et al., 1975) e o Prophy (SCHEPERS, 1995) são utilizados para o patossistema batata-*Phytophthora infestans* (MACKENZIE, 1981).



Refletá

Porque os sistemas de previsão de doenças de plantas são considerados ferramentas importantes para o manejo de doenças?

O uso indiscriminado de pesticidas no passado, quando o modelo predominante da agricultura convencional baseava-se somente no retorno econômico, provocou sérias perturbações no ecossistema e, além disso, alguns fatores de ordem econômica e uma maior consciência ecológica e social fizeram com que o Manejo Integrado de Doenças (MID) tivesse maior aceitação pela maioria, visto que satisfaz as exigências técnicas e ecológicas de sustentabilidade na agricultura (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018). Dessa forma, o MID envolve três ações principais:

- Estabelecer modificações no ciclo vital do patógeno, objetivando mantê-lo abaixo do limiar de dano econômico.
- Exercer a ecologia aplicada, combinando os conhecimentos com a tecnologia disponível para se alcançar a modificação necessária.
- Desenvolver métodos de controle adaptados às tecnologias disponíveis e compatíveis com aspectos ecológicos, sociais e econômicos (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018).

Quais seriam então os objetivos do MID? É justamente manter o patógeno em níveis toleráveis, abaixo do limiar de dano econômico (LDE), por meio da otimização, do ponto de vista ecológico e econômico, da utilização de técnicas compatíveis para o controle de doenças (LUCKMANN; METCALF, 1994). Além disso, visa reduzir os custos de produção, manter o equilíbrio ecológico, reduzir os riscos de intoxicação do aplicador com produtos químicos e também preservar a saúde do consumidor.



Assimile

Quando os defensivos químicos são utilizados dentro da abordagem do MID, são ferramentas eficientes e economicamente viáveis para se garantir altas produtividades, ou seja, não quer dizer que os defensivos químicos são “excluídos” por aqueles que utilizam técnicas do manejo integrado, mas, como foi dito, tem de estar dentro da abordagem e dos fundamentos desse tipo de manejo.



Exemplificando

Nos citros, a forma mais eficiente de controle do “cancro cítrico”, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* pv. *citri*, é por meio do manejo integrado. Algumas das principais medidas recomendadas são: implantar

quebra-ventos ao redor da lavoura (áreas sujeitas a ventos fortes apresentam condições favoráveis à ocorrência do cancro cítrico) (Figura 1.14); implantar medidas quarentarias (fiscalização do material vegetal utilizado para plantio) (Figura 1.15); utilizar mudas sadias na implantação de pomares ou em replantios; controlar o minador dos citros; restringir o acesso e fiscalizar a circulação de pessoas, veículos, máquinas, implementos e materiais de colheita. Se necessário, o controle químico pode ser associado a essas medidas, realizando-se a pulverização preventiva das plantas com produtos à base de cobre. A utilização de variedades resistentes também é recomendada.

Figura 1.14 | Implantação de quebra-ventos arbóreos no entorno da propriedade



Fonte: iStock.

Figura 1.15 | Adoção de medidas quarentenárias



Fonte: iStock.

O manejo integrado de doenças fundamenta-se principalmente em medidas preventivas, que podem ser baseadas em diferentes princípios de controle de doenças, atuando tanto no hospedeiro quanto no patógeno ou no ambiente, e um ou mais tipos de controle (por exemplo, o controle cultural e químico) são utilizados, e é importante ressaltar que o controle integrado é a integração de técnicas apropriadas de manejo e não deve ser visto somente como a utilização concomitante de duas ou mais técnicas de controle (FAO,1968).

Assim, a implementação do manejo integrado de doenças em larga escala possibilita o aumento da estabilidade da produção agrícola, exploração de novas áreas agricultáveis ou utilização de antigas áreas com novas culturas, padronização de procedimentos de controle integrado, respostas mais rápidas a surtos epidêmicos por ocorrência de patógenos e menor agressão ao meio ambiente (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018).



Pesquise mais

Leia o artigo indicado que aborda os sistemas de previsão para o controle eficiente da requeima em batata, causada pelo fungo *Phytophthora infestans*:

BOSCO, L. C. et al. Sistemas de previsão de requeima em cultivos de batata em Santa Maria, RS. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 3, p. 649-660, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052010000300017&script=sci_abstract&tlang=pt>. Acesso em: 17 out. 2018.

O controle de plantas pela utilização de defensivos químicos é atraente, pelo fato de apresentar características como previsibilidade, simplicidade e menor exigência de entendimento de processos básicos do agroecossistema para a sua aplicação. Porém têm surgido sérios problemas ambientais decorrentes do uso indiscriminado desses defensivos, como contaminação da água, do solo, de alimentos, animais, intoxicação de agricultores, erradicação de organismos benéficos e, consequentemente, desequilíbrio ecológico e redução da biodiversidade (BETTIOL; GHINI, 2001).

Vale et al. (2004) relata que o uso de defensivos agrícolas pode atingir organismos não alvo, além de favorecer o surgimento de fitopatógenos resistentes aos princípios-ativos dos agrotóxicos, devido à pressão de seleção. Portanto torna-se necessária a adoção de medidas de manejo menos agressiva ao ambiente, sendo o (MID) o ideal.

O MID é fundamentado em uma série de conceitos que objetiva a otimização econômica do controle de doenças pelo uso compatível de medidas

que mantenham a redução da produção agrícola abaixo do limiar de dano econômico, sem causar prejuízos ao homem, aos animais, às plantas e ao ambiente (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1999).

Como no MID o que se busca é o estabelecimento do equilíbrio biológico, as seguintes medidas podem ser empregadas: manejo correto do solo; adubação balanceada, com fornecimento equilibrado de nutrientes para as plantas; irrigação adequada; o uso de rotação e consorciação de culturas; utilização de sementes e mudas saudáveis. O controle químico deve ser utilizado em último caso, de maneira controlada e no momento certo para combater cada tipo de patógeno.

Agora que você estudou um pouco mais a respeito do manejo integrado de doenças, é momento de colocar em prática os seus conhecimentos, exercitando a aplicação das medidas de manejo integrado às culturas de importância agrícola.

Sem medo de errar

Caro aluno, como você já conheceu um pouco mais sobre o conceito, os objetivos e a importância do Manejo Integrado de Doenças de Plantas, agora resolveremos a situação-problema apresentada no início da seção: você, engenheiro agrônomo, está prestando consultoria em uma lavoura de citros, a qual apresenta problemas de baixa produtividade e qualidade. Primeiramente, você determinou que a doença que estava causando redução na produtividade da lavoura é causada por fatores bióticos e também determinou o agente causal da doença e, posteriormente, em quais princípios as medidas de controle para a doença devem ser baseadas. Considerando todas as análises feitas e os princípios de controle de doenças nos quais você se baseou, quais os tipos (genético, cultural, físico, biológico, químico) e medidas de controle você recomendaria para o controle da doença?

Você identificou que a doença que estava ocorrendo nos citros é o cancro cítrico, cujo agente etiológico é a bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*. Essa é uma bactéria quarentenária presente no país, ou seja, apresenta potencial expressão econômica e está sob controle oficial. Portanto, a forma mais eficiente e racional de controle do cancro cítrico, causado pela bactéria, é por meio do manejo integrado. São utilizadas principalmente medidas de controle cultural, as quais são baseadas no princípio da exclusão: utilizar mudas saudáveis na implantação de pomares ou em replantios; quarentena internacional e doméstica (fiscalização do material vegetal utilizado para plantio); controle do minador dos

citros; restringir o acesso e fiscalizar a circulação de pessoas, veículos, máquinas, implementos e materiais de colheita antes de eles adentrarem os pomares; durante a colheita, utilizar equipes e materiais de colheita próprios.

A medida cultural baseada no princípio da evasão seria evitar a instalação de pomares em áreas sujeitas a ventos fortes e constantes, visto que são condições ambientais muito favoráveis ao desenvolvimento da doença. A medida cultural baseada no princípio da regulação seria a implantação de quebra-ventos arbóreos ao redor da propriedade, visto que áreas sujeitas a ventos fortes apresentam condições favoráveis à ocorrência do cancro cítrico. Outro tipo de controle que pode ser realizado é o químico, por meio da pulverização preventiva das plantas com produtos à base de cobre, que objetiva proteger as brotações e frutos jovens e é uma medida baseada no princípio da proteção. É realizado também o controle genético, pela utilização de variedades resistentes ou moderadamente resistentes, baseando-se no princípio da imunização.

Qual a importância de se saber como e quando aplicar essas medidas? Se o citricultor tivesse adotado tais medidas ele poderia ter evitado a ocorrência da doença, pois o ideal é que a bactéria não seja introduzida na área. Caso seja introduzida, outras medidas podem ser adotadas, conforme citado anteriormente. Por isso é de extrema importância conhecer os princípios, os tipos e as medidas de controle, bem como saber quando e como aplicá-las, uma vez que só assim é possível evitar que a doença se estabeleça na área e cause grandes prejuízos.

Dante da importância da doença em questão, de que maneira o citricultor poderia ter evitado a ocorrência da doença na lavoura? Como se trata de uma doença extremamente importante, já que o agente causal é uma bactéria quarentenária presente no país, causadora de grandes danos à citricultura, ocasionando perdas de produtividade e qualidade dos frutos, a principal forma de controle da doença seria impedir que o patógeno seja introduzido na área, ou seja, utilizar medidas culturais baseadas no princípio da exclusão, como já apresentado. Dessa forma o produtor poderia ter evitado que a doença ocorresse em sua lavoura.

Agora, ao final dessa consultoria, você é capaz de entregar ao citricultor um relatório com todas as observações e análises feitas na área, e os resultados delas, incluindo todas as respostas para os questionamentos propostos, e então estabelecer um plano de ação, recomendando medidas que visem erradicar a doença presente na área e medidas para evitar que a doença se estabeleça.

Manejo integrado para a Sigatoka negra

Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, foi contratado para prestar consultoria a uma empresa de produção de bananas, que apresentava problemas de baixa produtividade devido à ocorrência da *Sigatoka negra*, causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis*, considerada uma praga quarentenária presente no país. Os sintomas observados eram de lesões necróticas nas folhas. Sabe-se que essa doença é favorecida por condições de fortes ventos, temperatura e umidade elevadas e que determinados fungicidas são eficazes no controle da doença. Também sabe-se que o patógeno apresenta alta especificidade em relação ao hospedeiro, visto que só sobrevive em tecido vivo e precisa da planta para se reproduzir. Considerando que o controle eficaz dessa doença é realizado por meio do manejo integrado, quais medidas de manejo você recomendaria?

Resolução da situação-problema

Como o fungo *Mycosphaerella fijiensis* é uma praga quarentenária presente no país, as práticas de manejo integrado tornam-se ainda mais imprescindíveis. Como o fungo é favorecido por alta umidade e alta temperatura, algumas práticas de controle cultural podem ser adotadas como: aumentar a aeração, diminuir o sombreamento na cultura, drenar o terreno e outras medidas, como realizar adubação equilibrada, eliminar plantas e frutos contaminados também contribuem para o controle. Como o patógeno é específico ao hospedeiro, a utilização de variedades resistentes (controle genético) é uma opção eficaz de controle. Também deve ser utilizada a pulverização com fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura (controle químico), porém, cuidados devem ser tomados durante a utilização desses produtos, de forma a minimizar os riscos para o homem e o ambiente.

Faça valer a pena

1. No passado, o uso indiscriminado de pesticidas, predominante nas práticas da agricultura convencional, a qual baseava-se somente no retorno econômico, provocou sérias perturbações no agroecossistema. Além disso, alguns fatores de ordem econômica e uma maior consciência ecológica e social fizeram com que o Manejo Integrado de Doenças (MID) tivesse maior aceitação pela maioria, visto que satisfaz as exigências técnicas e ecológicas de sustentabilidade da agricultura.

Com relação aos objetivos do MID, julgue as alternativas a seguir:

- I) Manter o patógeno em níveis toleráveis, abaixo do limiar de dano econômico (LDE).
- II) Erradicar completamente o patógeno.
- III) Não utilizar, em hipótese alguma, defensivos químicos.
- IV) Manter o equilíbrio ecológico.

Marque a alternativa correta:

- a) Apenas as afirmativas I e IV estão corretas.
- b) Apenas a afirmativa I está correta.
- c) Apenas a afirmativa II está correta.
- d) Apenas a afirmativa IV está correta.
- e) Todas as afirmativas estão corretas.

2. O controle do cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, é feito principalmente por meio do manejo integrado de doenças. Algumas principais medidas são primordiais para o manejo efetivo dessa bacteriose nos citros.

Marque a alternativa que contém medidas importantes para o manejo do cancro cítrico.

- a) Utilização de quebra-ventos ao redor da área, utilização de mudas sadias, pulverização com produtos à base de enxofre.
- b) Quarentena internacional e doméstica e fiscalização da circulação de pessoas, máquinas e implementos.
- c) Pulverização com inseticidas para o controle do inseto vetor.
- d) Solarização do solo.
- e) Vazio fitossanitário.

3. O Manejo Integrado de Doenças (MID) consiste em se utilizar todas as técnicas disponíveis dentro de um programa unificado, objetivando manter a população de organismos nocivos abaixo do Limiar de Dano Econômico (LDE) (NAS, 1969).

Com relação a alguns conceitos importantes, que servem de embasamento para entender a definição de Manejo Integrado de Doenças, julgue os itens a seguir:

- I) Limiar de dano econômico (LDE) é o nível de ataque do organismo nocivo em que o benefício do controle iguala seu custo.
- II) O limiar de ação é definido como a severidade de doença na qual medidas de controle necessitam ser tomadas para impedir que o Limiar de dano econômico (LDE) seja excedido.
- III) Na fitopatologia, a severidade da doença é utilizada para expressar o LDE e o limiar de ação.
- IV) O termo manejo leva em consideração apenas fatores econômicos, enquanto o termo controle leva em consideração os aspectos econômicos, sociais e ecológicos.

Marque a alternativa correta:

- e) Apenas a afirmativa I é verdadeira.
- f) As afirmativas I e II são falsas.
- g) As afirmativas II e IV são falsas.
- h) As afirmativas III e IV são verdadeiras.
- i) As afirmativas I, II e III são verdadeiras.

Referências

- AGRIOS, G. **Introduction to plant pathology.** [S.l.]: Elsevier Academic Press Publication, 2005.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. 810 p.
- _____. **Manual de Fitopatologia:** princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. 573 p.
- BEDENDO, I. P.; JUNIOR, N. S. M.; AMORIM, L. Controles cultural e físico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. cap. 14, p. 215-227.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Manejo integrado: problemas conceituais para sua aplicação em Fitopatologia. **Manejo Integrado de Doenças e Pragas. Primeiro Encontro,** Viçosa, p. 6-46, 1999.
- _____; _____. Princípios gerais de controle. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia:** princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. cap. 14. p. 215-227.
- BERGER, R. D. Application of epidemiological principles to achieve plant disease control. **Annual Review Of Phytopathology,** Florida, p. 165-183, out. 1977.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: _____; _____. **Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário.** [S.l.: s.n.], 2001.
- BRAGA JUNIOR, G. M. et al. Controle biológico de fitopatógenos por *Bacillus subtilis* in vitro. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota),** v. 7, n. 3, p. 45-51, 2017.
- CAMARGO, L. E. A. Controle genético. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. cap. 14, p. 229-238.
- COSTA, M. A. da. **Biocontrole de nematoídes com fungos.** 2015. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, 2015.
- FAO. **Report of the first session of the FAO Panel of Experts on Integrated Pest Control.** Rome, Italy: FAO, 1968.
- FAWCETT, H. S.; LEE, H. A. **Citrus diseases and their control.** New York: McGraw-Hill Book Company, 1926.
- HAYAT, R. et al. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. **Annals of Microbiology,** v. 60, n. 4, p. 579-598, 2010.
- KRAUSE, R. A. et al. Blitecast: a computerized forecast of potato late blight. **Plant Disease Reporter,** v. 59, n. 2, p. 95-98, 1975.
- LUCKMANN, W. H.; METCALF, R. L. The pest management concept. **Introduction to insect pest management,** v. 3, p. 1-34, 1994.
- MACKENZIE, D. R. Scheduling fungicide applications for potato late blight with BLITECAST. **Plant Disease,** [S.l.], 1981.

MARCHIONATO, J. B. Directivas en la lucha contra las enfermedades de las plantas. **Revista Argentina de Agronomia**, v. 16, p. 29-32, 1949.

MCNEW, G. L. The nature, origin, and evolution of parasitism. **Plant pathology: an advanced treatise**. New York: Academic Press, 1960. v. 2, p. 19-69.

MICHEREFF, S. J. **Controle genético de doenças de plantas**. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242580646_CONTROLE_GENETICO_DE_DOENCAS_DE_PLANTAS>. Acesso em: 9 out. 2018.

MUMFORD, J. D.; NORTON, G. A. Economics of decision making in pest management. **Annual review of entomology**, v. 29, n. 1, p. 157-174, 1984.

NAS (National Academy of Science). **Insect Pest Management and Control**. Washington: National Academy of Science, 1969.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). **The FAO-UNESCO Soil Map of the World**. [S.I.]: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1968.

PREECHA, C.; SADOWSKY, M. J.; PRATHUANGWONG, S. Lipopeptide surfactin produced by *Bacillus amyloliquefaciens* KPS46 is required for biocontrol efficacy against *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines*. **Kasetsart Journal (Natural Science)**, v. 44, p. 84-99, 2010.

REZENDE, J. A. M.; JUNIOR, N. S. M.; BEDENDO, I. P. Conceito de doenças, sintomatologia e diagnose. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. cap. 3, p. 27-43.

SCHEPERS, H. T. A. M. ProPhy: a computerized expert system for control of late blight in potatoes in the Netherlands. In: INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONGRESS, 13., 1995, The Hague, the Netherlands. Proceedings... The Hague, the Netherlands: [s.n.],1995.

SHARMA, R. R.; SINGH, D.; SINGH, R. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: a review. **Biological control**, v. 50, n. 3, p. 205-221, 2009.

SILVA JUNIOR, G. J. da S.; BEHLAU, F. Controle químico. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. cap. 14, p. 239-260.

STERN, V. M. R. F. et al. The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid: the integrated control concept. **Hilgardia**, v. 29, n. 2, p. 81-101, 1959.

VALE, F. X. R. et al. Manejo integrado das doenças do tomateiro: epidemiologia e controle. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. p. 217-302.

VANDERPLANK, J. E. **Plant Diseases: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963. p. 349.

WHETZEL, H. et al. **Laboratory outlines in plant pathology**. Philadelphia: W. B. Sauders, 1925.

WHETZEL, H. H. The terminology of phytopathology. **Proceedings the International Congress of Plant Sciences**, v. 2, p. 1204-1215, 1929.

ZADOKS, J. C.; SCHEIN, R. D. **Epidemiology and plant disease management**. New York: Oxford University Press Inc., 1979.

ZADOKS, J. C.; RIJSDIJK, F. H.; RABBINGE, R. EPIPREG: a systems approach to supervised control of pests and diseases of wheat in the Netherlands. In: CONWAY, G. R. **Pest and pathogen control**: strategic, tactical and policy models. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 1984. p. 344-351.

ZADOKS, J. C. On the Conceptual Basis of Crop Loss Assessment: The Threshold Theory. **Annual Review Of Phytopathology**, [S.l.], v. 23, n. 1, p. 455-473, set. 1985. Annual Reviews. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.py.23.090185.002323>.

Unidade 2

Fitopatologia aplicada às culturas anuais

Convite ao estudo

Olá aluno! Bem-vindo à segunda unidade da disciplina de Fitopatologia Aplicada!

Você lembra o que são culturas anuais? As culturas anuais são culturas de ciclo curto, ou seja, finalizam seu ciclo produtivo em um ano ou em menos tempo. Após a colheita, é necessário realizar novamente todas as etapas para implantação da cultura, como o preparo do solo, adubação, sementeira, manejo, entre outros. No Brasil, as principais culturas anuais cultivadas são: algodão, arroz, feijão, milho, soja, sorgo e trigo. No entanto, as doenças causadas por diferentes agentes etiológicos podem afetar a produtividade dessas culturas. Sendo assim, devido à sua grande importância para o agronegócio brasileiro, você, como engenheiro agrônomo, precisa saber identificar as principais doenças que ocorrem nelas, realizando o diagnóstico e recomendando medidas eficazes de controle.

Portanto, estudaremos nesta unidade os principais aspectos das doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides que afetam a soja, algodoeiro, arroz, feijoeiro, milho e trigo. Dessa forma, ao finalizar seus estudos esperamos que você possa conhecer os sintomas, a etiologia e as medidas de controle de algumas das principais doenças das culturas anuais de maior importância agrícola e econômica, ou seja, você será capaz de identificar os aspectos referentes às doenças e aplicar as técnicas para o controle delas.

Nesse contexto, você, engenheiro agrônomo, foi contratado para trabalhar em uma empresa de sementes que realiza pesquisas com diferentes culturas de importância agrícola e econômica, dentre elas as culturas da soja, feijão e milho. Você atuará especificadamente na área de fitossanidade da empresa e a sua função será a de testar se as sementes de variedades de soja, feijão e milho produzidas pela empresa vão gerar plantas resistentes às doenças que afetam estas culturas, visto que o objetivo da empresa é fornecer aos produtores sementes de boa qualidade, livre de patógenos, que irão gerar plantas produtivas.

Dessa forma, para testar a resistência das variedades de soja, feijão e milho à determinadas doenças, você deverá seguir os seguintes passos:

1) Inocular as plantas com os patógenos para o qual se quer testar a resistência; 2) submeter as plantas inoculadas à condições de temperatura e umidade que sejam favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos inoculados e 3) Observar o aparecimento dos sintomas nas plantas e compará-los com os sintomas apresentados por uma variedade sabidamente suscetível (controle positivo) e anotar suas características.

Com os resultados desses experimentos, você estará contribuindo com os melhoristas genéticos de plantas da empresa na tomada de decisão de quais híbridos e variedades podem ser recomendadas aos produtores, por serem produtivas e resistentes à doenças. Assim, essas variedades poderão ser registradas no mercado.

O primeiro experimento a ser realizado (Experimento 1) consiste em testar a resistência de variedades de soja aos nematoïdes *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines*. O segundo experimento (Experimento 2) será testar a resistência de variedades de feijoeiro ao crescimento bacteriano (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* e *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans*) e o terceiro experimento (Experimento 3) objetiva testar a resistência de variedades de milho às ferrugens que ocorrem na cultura: Ferrugem Comum (*Puccinia sorghi*); Ferrugem Polysora (*Puccinia polysora*) e Ferrugem Tropical (*Physopella zae*).

Sendo assim, quais os sintomas apresentados pelas variedades suscetíveis? Quais as condições favoráveis à ocorrência da doença? Quais medidas de controle da doença podem ser recomendadas? O que você, como profissional, poderia elaborar para apresentar aos melhoristas e ao dono da empresa os resultados obtidos com a realização dos experimentos que fundamentarão a sua recomendação das variedades resistentes?

A partir dos conhecimentos que serão adquiridos nesta unidade, você será capaz de responder esses questionamentos e compreender mais sobre as principais doenças da soja e do algodão. Mão à obra!

Doenças da soja e algodoeiro

Diálogo aberto

Abordaremos nesta seção os aspectos históricos, importância, sintomas, etiologia e controle das principais doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides que afetam as culturas do algodoeiro e da soja.

Dessa forma, você profissional, ao ver plantas de algodão e/ou soja doentes, apresentando, por exemplo, sintomas de manchas em folhas e/ou frutos, murchas ou apresentando tombamento e podridão na raiz, após fazer algumas análises e baseado nos conhecimentos adquiridos ao longo da disciplina, será capaz de identificar os principais aspectos relacionados à doença que está afetando as culturas.

Prezado aluno, vamos relembrar a situação descrita no *Convite ao estudo*: você, Engenheiro agrônomo, foi selecionado para trabalhar na área de fitosanidade em uma empresa de sementes que realiza pesquisas com soja, feijão e milho. A sua função será a de testar se as sementes de diferentes variedades dessas culturas produzidas pela empresa vão gerar plantas resistentes às doenças que podem afetá-las. Sendo assim, você estará contribuindo com os melhoristas genéticos de plantas da empresa na tomada de decisão de quais variedades podem ser recomendadas aos produtores e registradas no mercado, visto que a empresa objetiva fornecer sementes sadias e de qualidade para seus clientes.

No primeiro experimento você trabalhará com variedades de soja, testará a resistência de variedades desta cultura aos nematoides *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* e, por fim, você deve ter a resposta para os seguintes questionamentos:

Quais os sintomas apresentados pelas variedades suscetíveis? Quais as condições favoráveis à ocorrência da doença? Quais medidas de controle da doença podem ser recomendadas? O que você, como profissional, poderia elaborar para apresentar aos melhoristas e ao dono da empresa a respeito dos resultados obtidos com a realização dos experimentos, que fundamentarão a sua recomendação das variedades resistentes?

Para lhe auxiliar a responder essas questões, nesta seção estudaremos as principais doenças que ocorrem nas culturas da soja e algodoeiro.

Vamos começar?

Caro aluno, primeiramente, vamos estudar sobre a importância da cultura do algodoeiro. O **algodoeiro** (*Gossypium hirsutum*) é uma das culturas anuais mais importantes do Brasil devido ao seu valor econômico e social. O Brasil é o quinto maior produtor mundial de algodão e o terceiro em exportação. A cultura é produzida principalmente nos cerrados, mas especificamente nos estados da Bahia e Mato Grosso, nessas regiões predominam condições que propiciam elevada qualidade e produtividade de fibra, mas que ao mesmo tempo são favoráveis à ocorrência de doenças. Já foram relatadas no Brasil cerca de 40 agentes causadores de doenças na cultura do algodoeiro, dentre eles, os mais importantes, devido a agressividade, histórico de ocorrência, distribuição e dificuldade de controle, são: mancha de *Ramularia* (*Ramularia areola*), nematoides (*Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis*, *Pratylenchus brachyurus*), mosaico das nervuras (*Cotton leafroll dwarf virus*), murcha de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*), mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), ramulose (*Glomerella gossypii*) e mancha angular (*Xanthomonas citri* subsp. *malvacearum*) (CIA; GALBIERI, 2016). Vamos estudar então os principais aspectos relacionados a essas doenças?

Doenças causadas por fungos

A **mancha de ramularia** também é conhecida como mildio, mildio areolado, falso mildio ou oídio. A doença é causada pelo fungo *Ramularia areola* (teleomorfo: *Mycosphaerella areola*). Até o ano de 1990, era considerada doença secundária na cultura do algodoeiro no Brasil. No entanto, devido a fatores ambientais favoráveis

presentes nas regiões de cultivo, alta capacidade de reprodução e disseminação do patógeno, atualmente é considerada a principal doença do algodoeiro.

Os sintomas iniciais da doença podem ser observados nas folhas mais velhas, geralmente na face inferior, podendo também ocorrer na face superior, sendo chamadas de “manchas azuladas”. Com o avanço da doença, as manchas tornam-se angulosas (1 a 4 mm), de cor branca a amarealada e apresentam aspecto

Figura 2.1 | Folhas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) apresentando sintomas de mancha de ramularia (*Ramularia areola*)



Fonte: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2551143/pesquisadores-orientam-sobre-controle-da-mancha-de-ramularia>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

pulverulento (Figura 2.1). Já em casos severos, as manchas se distribuem por todo o limbo foliar, provocando queda das folhas.

Os esporos de *Ramularia areola* são disseminados pela chuva, vento e circulação de implementos agrícolas nas lavouras. A sobrevivência do fungo pode se dar em plantas de algodoeiro voluntárias no solo ou em restos de cultura. As condições favoráveis à ocorrência da doença são alta umidade e sombreamento.

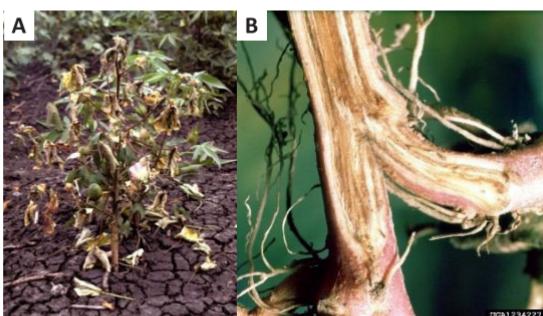
O método de controle mais recomendado para a mancha de ramularia é a utilização de variedades resistentes. Caso as variedades de algodão utilizadas apresentem algum nível de suscetibilidade, é necessário utilizar também o controle químico (principalmente dos grupos dos triazóis organoestânico e estrobilurinas) associado ao constante monitoramento da doença no campo. A utilização de práticas culturais também é importante, como diminuir a umidade e sombreamento entre as plantas por meio da aplicação correta de reguladores de crescimento (CHITARRA, 2014; CIA e GALBIERI, 2016).

A **murcha de *Fusarium* ou fusariose** ocorre principalmente no Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais. A doença é causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, o qual pode afetar hospedeiros alternativos (secundários). O fungo produz clamidósporos, que são estruturas de resistência, fazendo com que o patógeno permaneça na área de cultivo por longo período.

Os sintomas causados pelo fungo iniciam-se com a perda de turgescência, amarelecimento, crestamento do limbo e queda das folhas basais. Ocorre também murcha das folhas devido a obstrução dos vasos ocasionada pela deposição de esporos, micélio, tiloses, etc. (Figuras 2.2 A). As plantas afetadas são menores e, ao cortar o caule transversalmente, é possível observar um escurecimento dos feixes vasculares (Figura 2.2 B).

A disseminação do patógeno ocorre por meio de sementes contaminadas, partículas de solo, água e vento. O início da infecção se dá pelas raízes, sendo

Figura 2.2 | Sintomas de murcha de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*) em algodoeiro. Perda de turgescência e crestamento (a); escurecimento dos feixes vasculares (b)



Fonte: <https://www.agrolink.com.br/problemas/fusariose_2763.html>. Acesso em: 20 dez. 2018.

facilitada pela ocorrência de nematoides, especialmente *Meloidogyne incognita*, os quais provocam ferimentos no sistema radicular, que servem como porta de entrada para os fungos, e também predispõem a planta à infecção por tais patógenos.

As condições favoráveis para a ocorrência da doença são a ocorrência de nematoides, solos arenosos, de pH baixo e de fertilidade desequilibrada e altas temperaturas e umidade. As principais medidas de controle adotadas são utilização de variedades resistentes, rotação de culturas com espécies não hospedeiras, utilização de sementes saudáveis e assepsia de implementos agrícolas (CHITARRA, 2014; CIA; GALBIERI, 2016).

O **mofo branco** é causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, o qual é disseminado principalmente através das sementes. Este patógeno é favorecido por temperaturas mais baixas e alta umidade relativa.

A incidência dessa doença é maior em áreas irrigadas, após plantio de soja ou feijão. No entanto, pode ocorrer também em áreas de sequeiro, em regiões com temperaturas mais amenas e alta umidade relativa. O mofo branco ocorre principalmente nas áreas produtoras nos estados de Goiás e do Mato Grosso.

O fungo pode infectar folhas, hastes e maçãs. Os sintomas geralmente se concentram mais na parte de baixo das plantas. Inicialmente são observadas lesões aquosas, contendo micélio fúngico. É possível observar uma coloração branca, de aspecto “cotonoso” nas hastes, tornando-as quebradiças. Os tecidos atacados pelo fungo apodrecem e depois de secos, produzem os escleródios, que são as estruturas de sobrevivência do patógeno no solo (Figura 2.3).

Figura 2.3 | Presença de escleródios na
maçã do algodoeiro



Fonte: Chitarra (2014, p. 29).

As principais medidas de controle adotadas para a doença são a utilização de sementes saudáveis, utilização de variedades de algodão com arquitetura mais ereta para não haver a formação de microclima úmido na parte baixa das plantas, rotação de culturas, aplicação de fungicidas (como procimidone, fluazinan) e o controle biológico, principalmente utilizando espécies do gênero *Trichoderma*. Ainda não há variedades de algodoeiro resistentes ao mofo branco (CHITARRA, 2014; CIA; GALBIERI, 2016).

A **Ramulose** foi primeiramente constatada em 1936 no município de

Rancheira – SP e hoje em dia está amplamente disseminada em todas as regiões produtoras de algodoeiro do Brasil. O agente etiológico da doença é o fungo *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporiooides*, uma variedade fisiológica do agente causal da Antracnose (*Colletotrichum gossypii*). O fungo é disseminado principalmente através das sementes, as quais são a principal forma de sobrevivência do patógeno, juntamente com o solo contaminado. Boa fertilidade do solo, altas temperaturas e alta pluviosidade são fatores favoráveis ao desenvolvimento da doença.

Os sintomas podem ser observados primeiramente nas folhas novas, caracterizando-se por manchas necróticas mais ou menos circulares quando situadas no limbo entre as nervuras e alongadas quando no sentido longitudinal. O tecido afetado tende a cair, formando perfurações nas folhas. As lesões são reconhecidas como “manchas estreladas”. Também ocorrem lesões nas nervuras, acarretando o desenvolvimento desigual dos tecidos foliares, provocando o enrugamento do limbo, fazendo com que as folhas fiquem retorcidas (Figura 2.4). O fungo também afeta o meristema apical, provocando necrose e desenvolvimento de brotos laterais (superbrotamento) e os internódios apresentam-se intumescentes, fazendo com que as plantas apresentem porte reduzido.

Figura 2.4 | Sintomas de Ramulose em folhas de algodoeiro



Fonte: <https://www.agrolink.com.br/problemas/ramulose_1891.html>. Acesso em: 20 dez. 2018.

A medida ideal de controle da Ramulose é a utilização de variedades resistentes. Outras medidas complementares são a rotação de culturas, destruição de soqueiras de algodoeiro e aplicações de fungicidas (CHITARRA, 2014; CIA; GALBIERI, 2016).

Outras doenças fúngicas importantes para a cultura do algodoeiro são: **Murcha de *Verticillium*** (*Verticillium dahliae*); “**Damping-off**” (*Pellicularia filamentosa*; *Glomerella gossypii*); murcha de *Myrothecium* (*Myrothecium roridum*); **Corynespora ou Mancha alvo do algodoeiro** (*Corynespora cassiicola*); **Mancha de *Alternaria*** (*Alternaria macrospora*) e **Ferrugem** (*Phakopsora gossypii*) (CHITARRA, 2014; CIA; GALBIERI, 2016).

Doenças causadas por vírus

O **mosaico das nervuras** é causado pelo vírus *Cotton leafroll dwarf virus* (CLRDV). O vírus é transmitido pelo pulgão do algodoeiro (*Aphis gossypii*). Os sintomas provocados pelo vírus são o encurtamento dos entrenós, ocasionando a redução do porte das plantas e nas folhas são mosaico das nervuras, curvatura dos bordos e rugosidade (Figura 2.5). As principais medidas de controle recomendadas são o controle do inseto-vetor e a utilização de variedades resistentes (CIA; GALBIERI, 2016).

O **Vermelhão**, causado pelo vírus *Cotton anthocyanosis virus*, foi a virose mais importante do algodoeiro, ocorrendo em todas as regiões produtoras. No entanto, com a utilização de novas variedades resistentes e/ou controle mais rigoroso do pulgão vetor (*Aphis gossypii*), a doença passou a ter importância secundária, com incidência reduzida.

O vírus é transmitido por meio do pulgão *Aphis gossypii* e não por sementes. A sua sobrevivência pode ocorrer em plantas hospedeiras nativas, como quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*), Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), *Pavonia* sp., *Sida micrantha* e *S. rhombifolia*.

Os sintomas do vermelhão somente são detectados quando as plantas apresentam pelo menos 4 a 5 folhas definitivas, e consistem em áreas avermelhadas ou arroxeadas, geralmente delimitadas pelas nervuras, nas folhas baixeiros e região mediana da planta. Porém, em estágios mais avançados, os sintomas também podem ser observados em folhas superiores. Em algumas folhas, o avermelhamento pode ocorrer por todo o limbo, exceto ao longo das nervuras principais e em faixas paralelas a estas (Figura 2.6).

Figura 2.5 | Sintomas causados pelo vírus *Cotton leafroll dwarf virus* (CLRDV) em folhas de algodoeiro



Fonte: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/274818/1/CIRTEC97.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

Figura 2.6 | Sintomas do vermelhão (*Cotton anthocyanosis virus*) em folhas de algodoeiro



Fonte: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/274818/1/CIRTEC97.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

As principais medidas de controle recomendadas são controle do pulgão vetor, eliminação de plantas hospedeiras nativas e utilização de variedades resistentes (CHITARRA, 2014; CIA; GALBIERI, 2016).

No Brasil, outras doenças causadas por vírus que podem ocorrer no algodoeiro são: **Mosaico comum** (*Abutilon mosaic virus* – AbMV) e **Mosaico tardio** (*Tobacco streak virus* – TSV) (CHITARRA, 2014; CIA; GALBIERI, 2016).



Pesquise mais

Para que você possa conhecer mais sobre doenças víroicas que afetam a cultura do algodoeiro, o Mosaico comum e o Mosaico tardio, faça a leitura das páginas 38 a 45 da seguinte cartilha:

CHITARRA, Luiz Gonzaga. Identificação e controle das principais doenças do algodoeiro. 3. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2014. 82 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102476/1/Cartilha-2014-Grafica.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

Leia também as páginas **47 a 50** do Manual de Fitopatologia.

CIA, E. e GALBIERI, R. Doenças do Algodoeiro. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**: Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. p. 47-62.

Doenças causadas por nematoides

Os principais nematoides que causam doenças em algodoeiro são ***Meloidogyne incognita*** (nematoide das galhas), considerado o mais agressivo e destrutivo para a cultura, ***Rotylenchulus reniformis*** (nematoide reniforme), considerado o mais persistente, apresentando mecanismos eficientes de sobrevivência no campo e ***Pratylenchus brachyurus*** (nematoide das lesões radiculares), o qual é o mais amplamente distribuído, frequente em praticamente todas as regiões de cultivo. Os nematoides das galhas provocam principalmente ferimentos que servem de “porta de entrada” para o *Fusarium*, predispondo a planta para a infecção desse fungo. Os nematoides das galhas provocam o intumescimento do tecido vegetal, devido a ocorrência do aumento do número e tamanho das células do tecido atacado. Esse intumescimento é chamado de “galhas” (Figura 2.1).

De maneira geral, as plantas infectadas por nematoides são menos desenvolvidas, devido aos danos que esses patógenos causam no seu sistema radicular. Na parte aérea, é comum observar o sintoma conhecido como “carijó”, em que as folhas apresentam mosqueado de cor amarelada, contrastando com o verde do tecido sadio.

Meloidogyne incognita é favorecido por altas temperaturas e solos arenosos. Dentre as quatro raças descritas para esta espécie, apenas as raças 3 e 4 são patogênicas ao algodoeiro, sendo a raça 3 a mais comum no Brasil.

Rotylenchulus reniformis é uma espécie semi-endoparasita, tem a capacidade de entrar em anidrobiose na ausência do hospedeiro. Apesar de ser encontrado em diferentes tipos de solo, são mais comumente encontrados em solos de textura fina e argilosos.

Pratylenchus brachyurus é uma espécie partenogênica e apresenta hábito parasita migrador. Esse nematoide tem preferência por solos arenosos. Apesar de *P. brachyurus* apresentar menor importância para o algodoeiro quando comparado às outras duas espécies de nematoides, é a espécie mais frequente na cultura.

Com relação ao controle desses fitonematoídes, o ideal é impedir a entrada deles em áreas onde ainda não ocorrem. Para isso, é necessário restringir a circulação de implementos pela lavoura ou fazer a assepsia deles. O controle mais eficiente é pela utilização de variedades resistentes ou tolerantes. Como medida de controle cultural pode se realizar a rotação de cultura, utilizando-se espécies não hospedeiras dos nematoides. O tratamento químico pode ser usado para o tratamento de sementes, sendo que os princípios ativos principalmente empregados são: Abamectin ou Thiodicarb, ou aplicação de Carbofuran ou Cadusafos no sulco de plantio. O controle biológico para a contenção de fitonematoídes vem ganhando espaço, e alguns organismos que tem se destacado são: *Pasteuria penetrans*, *Trichoderma* sp., *Pochonia chlamydosporia*, *Bacillus* sp., *Paecilomyces lilacinus* (CHITARRA, 2014; CIA; GALBIERI, 2016).



Exemplificando

As galhas formadas por seus respectivos nematoides (*Meloidogyne spp.*), resultam da hipertrofia (aumento no tamanho das células) e hiperplasia (aumento do número de células) ao redor do corpo do nematoide em desenvolvimento, sendo formadas pela própria planta ao reagirem às toxinas introduzidas pelos fitonematoídes.

Figura 2.7 | Sintomas de galhas causados pelo nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.)



Fonte: iStock.

Doenças causadas por bactérias

A **mancha angular** ocorre de maneira generalizada em todas as regiões produtoras de algodão, apresentando alto potencial destrutivo relatado no Brasil e em outros países produtores.

A doença é causada pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *malvacearum*. A disseminação na bactéria dentro das lavouras ocorre por meio da chuva associada a ventos. O patógeno é favorecido por condições de alta umidade e temperaturas mais baixas durante a noite (20 °C) e mais quentes durante o dia (36 °C). O encharcamento e a presença de ferimentos no tecido da planta hospedeira facilita a penetração da bactéria. *X. citri* subsp. *Malvacearum*, sendo altamente resistente à dissecação permitindo sua sobrevivência por vários anos nas sementes, folhas, capulhos e caule.

Nas folhas, é possível observar lesões angulosas, inicialmente de cor verde e aspecto oleoso que posteriormente adquirem a cor parda e aspecto necrosado (Figura 2.8). Com o avanço da doença, as lesões coalescem e ocasionam a rasgadura da folha. Pode haver também a ocorrência de brotos apicais devido à morte da célula apical do ponteiro causada pela bactéria. Nas maçãs, inicialmente observa-se manchas arredondadas ou irregulares de cor verde e aspecto oleoso que depois tornam-se deprimidas no centro e de cor parda. Nesta lesão pode ser encontrado o fungo *Colletotrichum gossypii*, que juntamente com a bactéria, causa a podridão das maçãs.



Assimile

A confirmação da **etiologia bacteriana** de uma doença é feita pela realização do **teste de exsudação em gotas**, que consiste em: 1) Realizar cortes milimétricos no tecido vegetal, pegando parte do tecido sadio e parte do tecido doente; 2) colocar os cortes sobre uma lâmina de vidro contendo uma gota de água; 3) cobrir com uma lamínula e levar ao microscópio óptico para ser observado. Se for verificada uma “nuvem” saindo da lesão em direção à água, significa que a doença é causada por uma bactéria.

O método ideal de controle da mancha angular é a utilização de variedades resistentes. No entanto, outras medidas podem ser adotadas, como pulverização com fungicidas cúpricos e/ou antibióticos, deslentamento de sementes com ácido sulfúrico e rotação de culturas (CHITARRA, 2014; CIA; GALBIERI, 2016).

Figura 2.8 | Lesões em folhas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), causadas pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *malvacearum*, agente etiológico da mancha angular



Fonte: Disponível em: <https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5453980>

Vamos falar agora um pouco sobre a cultura da soja. A **soja** (*Glycine max*) é uma cultura de grande importância econômica para o Brasil, sendo a principal cultura do agronegócio brasileiro. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos Estados Unidos (EMBRAPA

SOJA, 2018). No entanto, as doenças estão entre os principais fatores que limitam a obtenção de alta produtividade da cultura. Já foram relatadas no Brasil cerca de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides que afetam a cultura da soja (GODOY et al., 2016).

A importância econômica de cada doença varia de acordo com a região e depende das condições climáticas de cada safra (GODOY et al., 2016). A seguir, veja algumas das principais doenças que afetam essa cultura.

Doenças causadas por fungos

A **ferrugem asiática** da soja é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. O primeiro relato desse fungo no Brasil foi feito em 2001. Atualmente, a doença é considerada a mais severa da cultura da soja, sendo observadas reduções de produtividade acima de 80%. Os sintomas da ferrugem asiática podem ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, sendo as características iniciais pontos minúsculos nas folhas mais escuros que o tecido sadio, de cor esverdeada, com correspondente protuberância (urédias) na face abaxial da folha. As urédias apresentam coloração castanho-claro a castanho-escuro e um poro de abertura, através do qual são expelidos os esporos (urediniósporos), que podem se acumular ao redor dos poros ou serem disseminados pelo vento. Com o avanço dos sintomas, aumento da densidade de lesões, as folhas coalescem e caem precocemente, interferindo na formação e no enchimento das vagens, peso final dos grãos e qualidade das sementes (HENNING et al., 2014; GODOY ET AL., 2016; FORCELINI, 2017) (Figura 2.2).

O processo de infecção do patógeno na planta depende da disponibilidade de água livre na superfície da folha, sendo necessárias no mínimo 6 horas de molhamento. As medidas mais utilizadas para o controle da ferrugem asiática são: vazio sanitário, utilização de cultivares de ciclo precoce e semeadura no início da época recomendada, fazer o monitoramento periódico da lavoura para detectar a ocorrência da doença no seu início e utilização de fungicidas dos grupos dos triazóis e estrobilurinas. Com relação à utilização de variedades resistentes, há um número limitado que são resistentes à doença (GODOY ET AL., 2016; FORCELINI, 2017).



Refletá

O vazio sanitário, que consiste na proibição do plantio de determinada espécie vegetal em algumas épocas mais favoráveis à ocorrência de determinadas doenças, é uma das principais medidas recomendadas para o controle da Ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo

Phakopsora pachyhizi. Como você acha que essa técnica pode controlar a Ferrugem asiática na cultura da soja?

Figura 2.9 | Sintomas em folhas causados pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, causador da Ferrugem asiática da soja



Fonte: iStock .

O **mofo branco** é causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, o qual é favorecido por condições de alta umidade e temperaturas amenas. Os sintomas iniciais são de lesões encharcadas nas folhas ou outro órgão da parte aérea da planta. Com o avanço da doença, é possível observar uma pulverulência branca, com aspecto “cotonoso” parecendo algodão, que constitui o micélio do fungo, representando os sinais desse patógeno. Após algum tempo, o micélio dá origem aos escleródios, que são as estruturas de resistência do fungo e se caracterizam como uma massa negra e rígida que podem ser formados na superfície da haste ou no seu interior e em vagens infectadas.

Figura 2.10 | Presença de pulverulência branca e escleródios na planta de soja, produzidos pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*



Foto: Henning (2014).

Para o controle do mofo branco, são recomendadas medidas como utilização de sementes saudáveis e certificadas, rotação de culturas com gramíneas, cobertura do solo com *Brachiaria*, formando barreira física à germinação de escleródios; utilização de organismos de controle biológico como *Trichoderma* spp., utilização de fungicidas registrados para a cultura, para tratamento de sementes e parte aérea. Ainda não estão disponíveis cultivares de soja resistentes a *S. sclerotiorum* (HENNING et al., 2014; GODOY et al., 2016; FORCELINI, 2017).

O **Oídio** é uma doença comum nas lavouras de soja, sendo causada pelo fungo *Microsphaera diffusa* (sin. *Erysiphe diffusa*), o qual é um parasita biotrófico. A disseminação do patógeno ocorre por meio do vento e da água na forma de respingos, podendo sobreviver na forma de micélio ou conídios, no próprio hospedeiro, em hospedeiros alternativos ou em forma de cleistotecios. O patógeno é favorecido por temperaturas amenas e baixa umidade.

Os sintomas se constituem por uma eflorescência, ou bolor pulverulento, de cor branca ou levemente cinza, constituída por estruturas do patógeno (micélio, conidióforos e conídios). Com o avanço da doença, as manchas tornam-se castanha-acinzentadas e, posteriormente, necróticas, podendo causar seca e queda prematura das folhas (Figura 2.11).

As principais medidas de controle recomendadas é a utilização de variedades resistentes e o controle químico com aplicação de fungicidas (HENNING et al., 2014; GODOY et al., 2016; FORCELINI, 2017; BEDENDO, 2018).

Figura 2.11 | Pulverulência branca causada por oídio (*Microsphaera diffusa*) em folhas de soja, que correspondem aos sinais do patógeno



Fonte: iStock .

A **Mancha-alvo**, causada pelo fungo *Corynespora cassicola*, ocorre em praticamente todas as regiões produtoras de soja do Brasil. O fungo pode sobreviver em sementes infectadas e restos de cultura. A alta umidade relativa favorece a infecção pelo patógeno.

Os sintomas iniciam-se nas folhas como pontuações pardas, envoltas por halo amarelado, que evoluem para grandes manchas circulares e de cor castanha, com cerca de 2 cm de diâmetro. Geralmente, é possível verificar uma pontuação escura e anéis concêntricos no centro das manchas, semelhante a um alvo (Figura 2.12). O fungo pode causar desfolha da planta e infectar as raízes. Nas vagens se observa manchas circulares com cerca de 1 mm de diâmetro, com centro roxo ou preto, levemente deprimidas.

Figura 2.12 | Sintomas da mancha-alvo (*Corynespora cassicola*) na folha de soja (*Glycine max*)



Foto: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107814/1/CT104.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

As medidas de controle recomendadas para a doença são utilização de variedades resistentes, rotação de culturas com o milho e outras gramíneas, tratamento de sementes e utilização de fungicidas (HENNING et al., 2014; GODOY et al., 2016; FORCELINI, 2017).

Outras importantes doenças fúngicas que podem ocorrer na cultura da soja são: **Antracnose** (*Colletotrichum truncatum*, *Colletotrichum* spp.); **Crestamento foliar de Cercospora** e **Mancha púrpura da semente** (*Cercospora kikuchii*); **Mancha parda ou Septoriose** (*Septoria glycines*); **Mancha olho-de-rã** (*Cercospora sojina*); **Mela** (*Rhizoctonia solani*); **Seca**

da haste e da vagem (*Phomopsis sojae*, *Phomopsis spp.*); **Cancro da haste** (*Diaporthe aspalathi* e *Diaporthe caulivora*); **Mildio** (*Peronospora manshurica*); **Podridão parda da haste** (*Cadophora gregata*); **Podridão vermelha da raiz** (*Fusarium brasiliense*, *F. tucumaniae*, *F. crassi stipitatum*); **Podridão radicular de Phytophthora** (*Phytophthora sojae*) e **Podridão de carvão das raízes** (*Macrophomina phaseolina*) (GODOY et al., 2016).



Pesquise mais

Para que você possa conhecer um pouco mais sobre as doenças fúngicas que afetam a cultura da soja e as principais medidas de controle, sugerimos a leitura das páginas 3 a 16 do seguinte E-book:

FORCELINI, Carlos Alberto. **Doenças fúngicas na cultura da soja: Como controlar?** Portal Syntenta, 1 nov. 2017. Disponível em: <https://www.portalsyngenta.com.br/sites/default/files/pdf/171101_Syngenta_EBOOK_CarlosAlbertoForcelini_FINAL.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2019.

Doenças causadas por vírus

A **Necrose da haste da soja** é causada pelo vírus *Cowpea mild mottle virus* (CpMMV), o qual é transmitido pela mosca-branca (*Bemisia tabaci*). Os danos causados por esta doença são sempre severos e, dependendo da cultivar, pode causar a morte de todas as plantas. Os sintomas iniciais da doença é a ocorrência de mosaico com formação de bolhas no limbo foliar. Durante a floração e início da formação de vagens, os sintomas provocados são a queima do broto, necrose das hastes e morte das plantas. Ao cortar as hastes no sentido longitudinal, é possível observar o escurecimento da medula. As plantas que não morrem apresentam tamanho reduzido e folhas deformadas (Figura 2.13). A medida de controle recomendada é a utilização de cultivares tolerantes ou resistentes (HENNING et al., 2014; GODOY et al., 2016).

O **Mosaico comum da soja** ocorre em todas as regiões do Brasil onde a cultura é cultivada. A doença é causada pelo vírus *Soybean mosaic virus* (SMV), o qual

Figura 2.13 | Sintomas causados pelo vírus *Cowpea mild mottle virus* em folhas e hastes da soja



Fonte: Henning (2014, p. 63).

é transmitido por diversas espécies de pulgões. Os sintomas causados pela doença são a ocorrência de trifólios deformados com bolhas e áreas verde-claras entremeadas a áreas verde-escuras sobre o limbo foliar (Figura 2.14). Genótipos suscetíveis podem produzir sementes que apresentam manchas marrons ou pretas, cobrindo total ou parcialmente o tegumento ou produzindo sementes não manchadas, mas que podem transmitir o vírus e originar plantas infectadas. O método ideal de controle é a utilização de variedades resistentes (HENNING et al., 2014; GODOY et al., 2016).

Figura 2.14 | Sintomas do mosaico comum da soja (*Soybean mosaic virus*) nos trifólios da soja (*Glycine max*)



Foto: Henning (2014, p. 61).

Outras viroses importantes que podem ocorrer na cultura da soja são: **Queima do broto da soja** (*Tobacco strak virus* – TSV); **Mosaico rugoso da soja** (*Bean rugose mosaic virus* – BRMV) e o **Mosqueado do Feijoeiro** (*Bean pod mottle virus* – BPMV).



Pesquise mais

Conheça mais sobre a Queima do broto da soja, o Mosaico rugoso da soja e o Mosqueado do Feijoeiro, realizando a leitura das páginas 57 a 64 do seguinte manual:

HENNING, Ademir Assis et al. **Manual de identificação de doenças de soja**. 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105942/1/Doc256-OL.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

Leia também as páginas 657 a 660 do Manual de Fitopatologia (somente impresso):

GODOY, C.V et al. Doenças da soja. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, Luis Eduardo Aranha. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 67. p. 657-676.

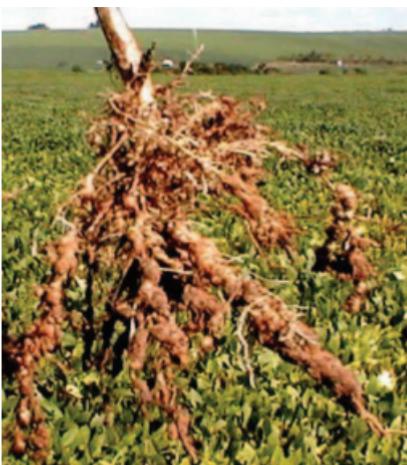
Doenças causadas por nematoides

As espécies de nematoides mais importantes para a cultura da soja são: **nematoides das galhas**: *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*, **nematoide de cisto da soja**: *Heterodera glycines*, **nematoide reniforme**: *Rotylenchulus reniformis* e o **nematoide das lesões radiculares** *Pratylenchus brachyurus*. Enquanto *Meloidogyne javanica* tem ocorrência generalizada, a espécie *Meloidogyne incognita* tem ocorrência mais restrita, sendo mais comumente observado em áreas cultivadas anteriormente com algodão e café.

Os principais sintomas observados em lavouras com ocorrência do nematoide das galhas são plantas subdesenvolvidas e amareladas distribuídas em reboleiras. Nas folhas podem ser observados os sintomas conhecidos como “carijó”, em que as folhas apresentam mosqueado de cor amarelada, contrastando com o verde do tecido sadio. Nas raízes das plantas doentes é possível observar as galhas em tamanho e número variados (Figura 2.15). As principais medidas de controle recomendadas para essa espécie são a utilização de cultivares de soja resistentes ou tolerantes, rotação de culturas, eliminação de plantas daninhas, entre outras (HENNING et al., 2014; GODOY et al., 2016).

O **nematoide do cisto da soja**, *Heterodera glycines*, causa redução da planta e clorose da parte aérea, por isso a doença é conhecida como nanismo amarelo da soja. Estes sintomas ocorrem em reboleiras e são ocasionados devido à penetração dos nematoides nas raízes das plantas, dificultando a absorção de água e nutrientes. Para o diagnóstico correto da doença, é

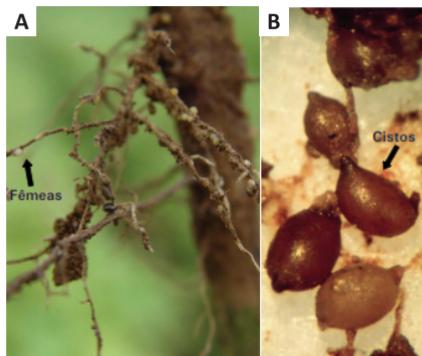
Figura 2.15 | Presença de galhas em raízes de soja infectada com *Meloidogyne spp*



Fonte: Henning (2014, p. 67).

preciso observar fêmeas do nematoide no sistema radicular (Figura 2.16a) e/ou cistos no solo (Figura 2.16b). *H. glycines* tem limitada gama de hospedeiros, portanto, sua disseminação ocorre principalmente por meio do transporte de solo infestado, que pode se dar pelo vento, sementes não beneficiadas adequadamente, equipamentos agrícolas, água ou animais.

Figura 2.16 | Fêmeas em raízes de soja infectada com *Heterodera glycines* (a); cistos dos nematoídeos (b)



Fonte: Henning (2014, p. 68 e 69).

radicular da planta afetada e, em alguns pontos da raiz, é possível verificar massas de ovos do nematoide misturados ao solo. No caso desta espécie de nematoide, não ocorre reboleiras e não há formação de galhas. As principais medidas de controle adotadas para este fitonematoide são a utilização de cultivares resistentes e sucessão/rotação com culturas não hospedeiras, sendo que, em alguns casos, dependendo da densidade populacional, faz-se necessário cultivar a espécie não hospedeira por pelo menos dois anos, visto que se trata de um nematoide que é muito persistente no solo (HENNING et al., 2014; GODOY et al., 2016).

O nematoide das lesões radiculares, *Pratylenchus brachyurus*, ocorre mais comumente em solos arenosos e causam sintomas em reboleiras, provocando o subdesenvolvimento das plantas. Além disso, ocorre a necrose do sistema radicular, especialmente da raiz principal, fazendo com que o sistema radicular se torne escurecido e reduzido (Figura 2.17). Os ferimentos provocados pelo nematoide na raiz favorece a entrada de fungos como *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, entre outros.

Para o controle desse nematoide, recomenda-se a sucessão/rotação de culturas com espécies resistentes ou tolerantes. Cultivares de soja resistentes ao nematoide das lesões ainda não estão disponíveis (HENNING et al., 2014; GODOY et al., 2016).

É bastante difícil erradicar esta espécie de nematoide em áreas onde ela foi identificada, então, o produtor deve conviver com o problema. Algumas medidas podem diminuir as perdas causadas, por exemplo a rotação de culturas com plantas não hospedeiras e também a utilização de cultivares resistentes (HENNING et al., 2014; GODOY et al., 2016).

O nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) provoca redução do sistema

Doenças causadas por bactérias

O Crestamento bacteriano, causado pela bactéria *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*, é a doença bacteriana mais comum em soja, ocorrendo em todas as regiões onde a soja é cultivada, mas não tem grande importância econômica. Os sintomas nas folhas iniciam-se como pequenas manchas de aspecto translúcido e “encharcado”, envoltas por halo amareulado.

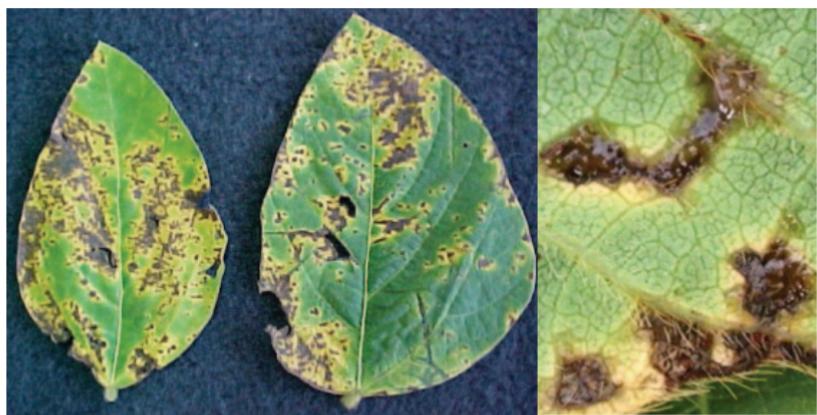
Posteriormente, essas manchas necrosam, apresentando contornos angulares e coalescem formando extensas áreas de tecido morto entre as nervuras (Figura 2.18 A). Na face inferior da folha, as manchas apresentam coloração quase negra e, na presença de orvalho, é possível observar uma película brilhante, que é formada pelo exsudato bacteriano (Figura 2.18 B). A bactéria é favorecida por condições de elevada umidade e temperaturas médias entre 20 a 26 °C. As medidas de manejo para esta bacteriose devem ser preventivas (HENNING et al., 2014; GODOY et al., 2016).

Figura 2.18 | Manchas necróticas entre as nervuras na face superior da folha de soja (a); manchas escuras com uma “película brilhante” na face inferior da folha de soja (b)

Figura 2.17 | Sistema radicular da soja reduzido e escurecido devido à infecção por *Pratylenchus brachyurus*



Fonte: Henning (2014, p. 73).



Fonte: Henning (2014, p. 49).

A **Pústula bacteriana** é causada pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*. O patógeno pode ser transmitido através da semente (não mostra sintoma típico) e restos de cultura. A bactéria pode ser disseminada com a chuva e o vento, resultando em infecções secundárias, além disso, alta umidade relativa do ar e temperaturas elevadas (acima de 28 °C) favorecem o processo infeccioso do patógeno.

Os sintomas são mais comuns nas folhas e são caracterizados por manchas arredondadas, nunca angulares, de cor verde-amarelada e com centro elevado apresentando cor amarelo-palha, que rapidamente se tornam necróticas, geralmente são envoltas por halo amarelo estreito, que pode alargar-se nas lesões mais velhas. Em ataques severos da doença, ocorre o coalescimento das lesões, tornando a folha quase totalmente necrosada.

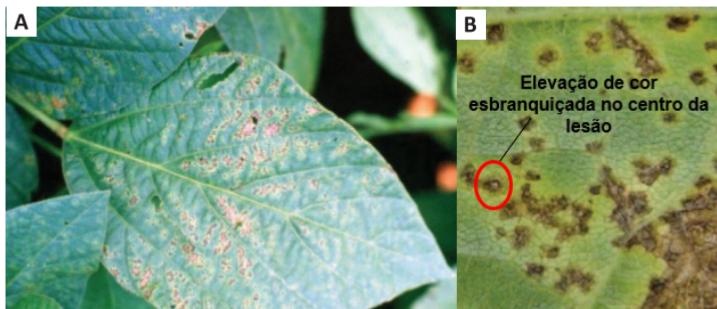
A principal medida de controle para esta bacteriose é a utilização de variedades resistentes (HENNING et al., 2014; GODOY et al., 2016).



Assimile

Nos estágios iniciais da doença, é possível diferenciar a **pústula bacteriana** do **crestamento bacteriano** devido ao fato de que a **mancha necrótica da pústula bacteriana apresenta coloração parda, sem brilho e contornos arredondados** (Figura 2.19 A), enquanto a mancha necrótica do crestamento bacteriano apresenta coloração pardo-escura a negra, com brilho e contornos angulares. Outra diferença é a existência de uma **pequena elevação de coloração esbranquiçada** no centro da mancha da pústula bacteriana, presente na face inferior da folha (Figura 2.19 B). Em estágios avançados dessas duas doenças, com base apenas nos sintomas, elas não podem ser diferenciadas (GODOY et. al., 2016).

Figura 2.19 | Manchas necróticas de coloração parda, sem brilho e contornos arredondados, provocados pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*, agente causal da Pústula bacteriana (a); manchas de Pústula bacteriana na face inferior da folha, apresentando pequenas elevações de cor esbranquiçada (b)



Fonte: Henning (2014, p. 47).

Outra bacteriose que pode ocorrer na cultura da soja é a **Murcha bacteriana marrom**, causada pela bactéria *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. A sobrevivência do patógeno se dá em restos culturais, em sementes e no solo. A disseminação ocorre, principalmente, por ferimentos causados pelo contato entre folhas e temperaturas entre 25 e 30º C favorecem a infecção.

Os principais sintomas ocasionados pela bactéria são pequenas lesões cloróticas nas folhas, que aumentam de tamanho e podem tomar todo o folíolo. A clorose inicia de forma oval ou alongada, geralmente na margem das folhas, e progridem para o centro. Com o avanço da doença, as lesões podem coalescer, tornando-se necróticas, de coloração marrom e o tecido seco pode ser rasgado pelo vento (Figura 2.20). Pode haver descoloração das sementes e as plântulas originadas de sementes infectadas podem apresentar enfezamento. Raramente ocorre murcha da planta de soja infectada sistemicamente por *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, como ocorre no feijoeiro.

As medidas de controle recomendadas são a utilização de variedades resistentes, utilização de sementes saudáveis e rotação de culturas com espécies não hospedeiras (GODOY et. al., 2016; SOARES, 2017).

Figura 2.20 | Sintomas em folhas de soja, causados pela bactéria *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*



Fonte: <https://www.researchgate.net/publication/319112085_Curtobacterium_flaccumfaciens_pv_flaccumfaciens_na_cultura_da_soja>. Acesso em: 7 jan. 2019.

Pudemos abordar as principais doenças que afetam a cultura da soja e algodoeiro, culturas de extrema importância para o agronegócio brasileiro. Vamos agora praticar os conhecimentos acerca dos aspectos destas doenças.

Prezado aluno, como você já conheceu um pouco mais sobre os aspectos das principais doenças da cultura da soja, vamos resolver a situação-problema descrita no *Convite ao estudo*: você, engenheiro agrônomo, foi contratado para atuar na área de Fitossanidade por uma empresa que trabalha com sementes de soja, feijão e milho. No seu primeiro experimento (Experimento 1), você trabalhará com variedades de soja produzidas pela empresa, testando a resistência dessas variedades aos nematoídes *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines*.

Com este experimento, você estará contribuindo com os melhoristas genéticos de plantas da empresa na tomada de decisão de quais híbridos e variedades podem ser recomendadas aos produtores, bem como contribuirá para o cumprimento dos objetivos da empresa, que é fornecer aos produtores sementes de boa qualidade e livre de patógenos, que irão gerar plantas produtivas e resistentes à doenças. Dessa forma, você deve ter a resposta para os seguintes questionamentos:

Quais os sintomas apresentados pelas variedades suscetíveis? As plantas de soja suscetíveis infectadas com *Meloidogyne javanica* tornam-se amareladas, apresentando necrose internerval (folha carijó) e podem ser de tamanho reduzido. Nas raízes atacadas, observam-se galhas em número e tamanho variados. No interior da galha é possível observar as fêmeas do nematoíde, que possuem formato de pera e coloração branco-pérola. As plantas de soja infectadas com *Heterodera glycines* apresentam tamanho reduzido e clorose na parte aérea. O sistema radicular fica reduzido e após 30-40 dias de semeadura da soja é possível observar as fêmeas minúsculas do nematoíde, de coloração branca e com formato de limão ligeiramente alongado.

Quais as condições favoráveis à ocorrência das doenças? Umidade elevada e temperaturas em torno de 28°C.

Quais medidas de controle da doença podem ser recomendadas? As principais medidas de controle recomendadas são a utilização de cultivares resistentes e sucessão/rotação com culturas não hospedeiras.

O que você, como profissional, poderia elaborar para apresentar aos melhoristas e ao dono da empresa os resultados obtidos com a realização dos experimentos, que fundamentarão a sua recomendação das variedades resistentes? Ao final de cada experimento, você deverá elaborar um relatório contendo as seguintes informações: a) patógeno que foi inoculado; b) condições ambientais para o desenvolvimento da doença às quais as plantas foram submetidas; c) identificação das variedades suscetíveis (que apresentaram

sintomas) e resistentes (sem sintomas) e descrição dos sintomas observados nas variedades suscetíveis e, por fim, d) recomendações de medidas de manejo para a doença em questão.

Avançando na prática

Identificação de doença na lavoura de algodão e estabelecimento de medidas de controle

Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, foi contratado para dar assistência em uma lavoura de algodão, que está tendo problemas com uma doença, causando redução na produtividade da cultura. O cotonicultor quer saber qual a doença está afetando a lavoura dele e como ele poderia controlá-la. Você observou no campo os seguintes sintomas: algumas folhas apresentavam lesões angulosas, de cor verde e aspecto “encharcado”, em outras, foi possível observar lesões de cor parda e aspecto necrosado e algumas folhas rasgadas. Nas maçãs de algumas plantas você verificou manchas arredondadas de cor verde e aspecto “encharcado”, enquanto em outras plantas as lesões nas maçãs eram de cor parda e deprimidas no centro.

Diante de tais sintomas que você observou, qual doença está afetando o algodoeiro? O que você pode fazer para confirmar o agente causal da doença? Quais medidas de controle podem ser recomendadas para a doença?

Resolução da situação-problema

Os sintomas descritos são típicos da mancha angular, uma das principais doenças do algodoeiro causada pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *malvacearum*. Para confirmar a etiologia bacteriana da doença, deve-se coletar o material vegetal sintomático e levar ao laboratório de análise para se fazer o teste de exsudação em gotas, que consiste em: primeiramente realizar pequenos cortes (milimétricos) no tecido vegetal, pegando parte do tecido sadio e parte do tecido doente. Em seguida, colocar os cortes sobre uma lâmina de vidro contendo uma gota de água, cobrir com uma lamínula e levar ao microscópio para ser observado. Se for verificado uma “nuvem” saindo da lesão em direção à água, significa que a etiologia da doença é bacteriana, visto que este teste de exsudação em gotas é utilizado para confirmar a etiologia bacteriana de uma doença.

As principais medidas de controle recomendadas para a mancha angular são: utilização de variedades resistentes, pulverização com fungicidas cúpricos e/ou antibióticos, deslintamento das sementes com ácido sulfúrico e rotação de culturas.

Faça valer a pena

1. A soja é uma cultura de grande importância econômica para o Brasil, o qual é o segundo maior produtor mundial da oleaginosa. No entanto, as doenças estão entre os principais fatores que limitam a obtenção de alta produtividade da cultura. Já foram relatadas no país cerca de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides que afetam a cultura da soja.

Assinale a alternativa que contém espécies de fungos que são importantes para a cultura da soja:

- a) *Phakopsora pachyrhizi*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Corynespora cassiicola*.
- b) *Colletotrichum gossypii*, *Phakopsora pachyrhizi*, *Ramularia areola*.
- c) *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum gossypii*, *Corynespora cassiicola*.
- d) *Corynespora cassiicola*, *Ramularia areola*, *Colletotrichum gossypii*.
- e) *Phakopsora pachyrhizi*, *Colletotrichum gossypii*, *Sclerotinia sclerotiorum*.

2. A mancha de ramularia, também conhecida como míldio, míldio areolado, falso míldio ou ódio, é causada pelo fungo *Ramularia areola*. Anteriormente, já foi considerada doença secundária na cultura do algodoeiro no Brasil, porém, devido a fatores ambientais favoráveis presentes nas regiões atuais de cultivo, alta capacidade de reprodução e disseminação do patógeno, atualmente, é considerada a principal doença do algodoeiro.

Os principais sintomas causados pela mancha de *Ramularia* são:

- a) Inicialmente, ocorre “manchas azuladas” na face inferior das folhas mais velhas da planta que, com o avanço da doença, tornam-se angulosas, de cor branca a amarelada e apresentam aspecto pulverulento. Em casos severos da doença pode haver queda das folhas.
- b) Inicialmente, ocorre “manchas estreladas” na face superior da folha e, com o avanço da doença, tornam-se necróticas, ocasionando a queda das folhas.
- c) Lesões delimitadas pelas nervuras, inicialmente de aspecto encharcado, tornando-se pardas posteriormente.
- d) Manchas irregulares na face inferior das folhas, de coloração marrom no centro e bordas negras, as quais evoluem para manchas maiores, causando o coalescimento e queda das folhas.
- e) Inicialmente, ocorre “manchas amareladas” na face superior das folhas.

tornam-se angulosas, de cor castanho a marrom com o avanço da doença. Em casos severos pode haver queda das folhas.

3. O algodoeiro e a soja estão entre as culturas anuais de maior importância para o Brasil. O Brasil é o quinto maior produtor mundial de algodão e o segundo maior produtor mundial de soja. No entanto, as doenças estão entre os principais fatores que afetam a produtividade e a qualidade dessas culturas e seus produtos. Já foram relatadas no Brasil, cerca de 40 agentes causadores de doenças na cultura do algodoeiro, e também cerca de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides afetando a cultura da soja.

Com relação às doenças da soja e algodoeiro, julgue as afirmativas a seguir, que faz associação entre o agente etiológico das doenças, a cultura afetada, os sintomas causados e as principais medidas de controle utilizadas

- I) O mosaico das nervuras é uma doença que ocorre no algodoeiro causado pelo vírus *Cotton leafroll dwarf virus* (CLRDV). O principal sintoma causado pelo vírus é o superbrotamento e a principal medida de controle utilizada é a rotação de culturas.
- II) A murcha de *Fusarium* ou fusariose que ocorre no algodão é causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f sp. *vasinfectum*. O patógeno causa sintomas como amarelecimento, crestamento e murcha das folhas. Dentre as principais medidas de controle recomendadas para a doença estão a rotação de culturas com espécies não hospedeiras e a utilização de variedades resistentes.
- III) A ferrugem asiática da soja é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*. Os sintomas iniciais são pequenos pontos escuros nas folhas, de cor esverdeada, com correspondente protuberância (urédias) na face inferior da folha. A medida mais utilizada para o controle dessa doença é o plantio de variedades resistentes.

Considerando o que foi exposto no texto-base, marque a alternativa correta:

- a) Somente a afirmativa I está correta.
- b) Somente a afirmativa II está correta.
- c) Somente a afirmativa III está correta.
- d) As afirmativas I e II estão corretas.
- e) As afirmativas II e III estão corretas.

Doenças do arroz e feijoeiro

Diálogo aberto

As culturas do arroz (*Oryza sativa*) e do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) são de grande importância para o agronegócio no Brasil e no mundo, além de constituírem produtos básicos para a alimentação dos brasileiros. No entanto, diversos fatores, dentre eles as doenças, podem limitar a obtenção de altas produtividades e qualidade dessas culturas. Sendo assim, é essencial conhecer as doenças que as afetam. Por isso, abordaremos nesta seção os principais aspectos, como importância, sintomas, etiologia e controle das principais doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides que ocorrem nas culturas do arroz e do feijoeiro.

Para que você compreenda como esses conteúdos são aplicados, analise a seguinte problemática: você, engenheiro agrônomo, foi selecionado para trabalhar na área de fitossanidade em uma empresa de sementes que realiza pesquisas com soja, feijão e milho. A sua função será testar se as sementes de diferentes variedades das culturas produzidas pela empresa vão gerar plantas resistentes às doenças que podem afetá-las. Sendo assim, você estará contribuindo com os melhoristas genéticos de plantas da empresa na tomada de decisão de quais variedades podem ser recomendadas aos produtores e registradas no mercado, visto que a empresa objetiva fornecer sementes saudáveis e de qualidade para seus clientes.

No Experimento 1 você testou a resistência de variedades de soja aos nematoides *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines*. Nesta segunda etapa (Experimento 2), você irá testar a resistência de variedades de feijoeiro ao crescimento bacteriano, causado pelas bactérias *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* e *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans*. Ao final do Experimento 2, quais os sintomas apresentados pelas variedades suscetíveis? Quais as condições favoráveis à ocorrência das doenças? Quais medidas de controle da doença podem ser recomendadas? O que você, como profissional, poderia elaborar para apresentar aos melhoristas e ao dono da empresa, a respeito dos resultados obtidos com a realização dos experimentos que fundamentarão a sua recomendação das variedades resistentes?

Para ajudá-lo a responder essas questões, nesta seção estudaremos as principais doenças que ocorrem nas culturas do arroz e do feijoeiro.

Mãos à obra, bons estudos!

Caro aluno, vamos falar a respeito de duas culturas de extrema importância do ponto de vista econômico e social no Brasil e no mundo: o arroz (*Oryza sativa*) e o feijão (*Phaseolus vulgaris*), os quais estão entre as principais culturas agrícolas cultivadas no Brasil, sendo componentes básicos da dieta alimentar da população brasileira. No entanto, a ocorrência de doenças nessas culturas causam redução na produtividade e qualidade das lavouras, podendo causar perdas superiores a 50% na produção nacional, ou até mesmo perdas totais caso não sejam empregadas medidas de manejo adequadas (NAVES; BASSINELLO, 2006). Assim, o produtor deve ter em mente a importância do manejo preventivo, obedecendo à fase de desenvolvimento dessas culturas. Vamos ver primeiramente quais são as principais doenças que afetam a cultura do arroz e os principais aspectos relacionados a elas.

Doenças do arroz

A **brusone** é considerada a principal doença do arroz no Brasil, sendo foi constatada pela primeira vez no país em 1912, no estado de São Paulo e, atualmente, é amplamente distribuída, e encontrada desde o Rio Grande do Sul até o Amazonas. Os danos causados pela brusone são maiores nos plantios de terras altas, como feitos nas regiões Centro-Oeste e Norte, do que em cultivos irrigados feitos na região Sul, como no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. No Brasil, algumas variedades de terras altas como Bonança, Canastra, Caiapó e Primavera, chegaram a apresentar redução de 60% na produtividade (BEDENDO; PRABHU, 2016).

A doença é causada pelo fungo Ascomiceto *Magnaporthe oryzae* (anamorfo *Pyricularia oryzae*), o qual pode sobreviver, na forma de micélio ou conídio, em sementes e plantas de arroz e em restos culturais. A disseminação dos esporos ocorre principalmente por meio do vento e o desenvolvimento da doença é acelerado por alta umidade relativa, como sob condições de molhamento foliar pela chuva ou pela deposição de orvalho. O excesso de adubação nitrogenada aumenta a severidade da brusone nas folhas e panículas, enquanto a adubação potássica diminui a incidência da doença em solos deficientes desse elemento (BEDENDO; PRABHU, 2016; SILVA-LOBO; FILIPPI, 2017).



Refletá

Visto que o potássio aumenta a espessura da parede celular em plantas, proporcionando maior rigidez aos tecidos (HUBER; ARNY, 1885) e que

maiores doses de nitrogênio propiciam o maior desenvolvimento de tecidos tenros e suculentos (FREITAS ET AL., 2010), porque será que o excesso de adubação nitrogenada aumenta a severidade da brusone e a adubação potássica diminui a severidade da doença?

Os sintomas da brusone podem ocorrer desde os estágios iniciais de desenvolvimento até a fase final de produção dos grãos e podem ser observados em todas as partes aéreas da planta. Os sintomas nas folhas têm início com pequenos pontos de cor castanha que posteriormente se tornam elípticas, com extremidades agudas, apresentando 1 a 2 cm de comprimento por 0,3 a 0,5 cm de largura (Figura 2.21a). Com o avanço da doença, as manchas aumentam no sentido das nervuras, apresentando centro de coloração cinza, constituído por tecido necrosado, no qual são encontradas estruturas reprodutivas do fungo causador da doença, bem como bordos marrom-avermelhados, às vezes envoltas por halo amarelo (Figura 2.21b). As manchas podem coalescer e tomar extensas áreas do limbo foliar, reduzindo a taxa fotossintética e, consequentemente, a produção de grãos.

Nos colmos são observadas manchas elípticas escuras com centro de coloração cinza e bordos marrom-avermelhados. Nos nós são observadas lesões de coloração marrom (Figura 2.22a) que provocam ruptura do tecido da região nodal, causando a morte do tecido situado acima desse ponto e quebra do colmo.

Nas panículas podem ser observados sintomas no nó basal, na raque e nas ramificações. Na raque e nas ramificações ocorrem manchas marrons de forma irregular e dão origem a grãos “chochos”. A infecção do nó da base da panícula causa lesão marrom que circunda a região nodal, provocando um “estrangulamento”, por isso é conhecida como “brusone do pescoço”. Pode ocorrer o chochamento total das espiguetas quando as panículas são atacadas imediatamente após a emissão até a fase do surgimento de grãos leitosos (Figura 2.22b). E quando a infecção nas panículas ocorre mais tarde, há uma redução do peso dos grãos e quebra da panícula na região afetada, sendo esse sintoma conhecido como “pescoço quebrado”.



Exemplificando

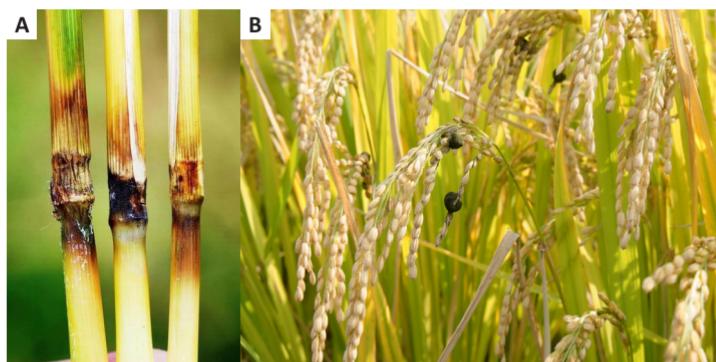
Os sintomas da brusone do arroz, causada pelo fungo *Magnaporthe oryzae*, pode ser observado nas folhas (Figura 2.21), no colmo (Figura 2.22a) e nas panículas (Figura 2.22b).

Figura 2.21 | Lesões causadas pelo fungo *Magnaporthe oryzae* em folhas de arroz, nos estádios iniciais da doença (a); lesões apresentando centro de coloração cinza, constituído por tecido necrosado, no qual são encontradas estruturas reprodutivas do patógeno, nos estágios mais avançados da doença



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/archive/c/1/20060926014344%21Rice_blast_Magnaporthe_grisea.jpg>; <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c1/Rice_blast_Magnaporthe_grisea.jpg>. Acesso em: 7 jan. 2019.

Figura 2.22 | Sintomas de brusone nos nós dos colmos de plantas de arroz (a) e nas panículas de plantas de arroz (b)



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/Rice_blast_symptoms.jpg>; iStock .

O controle da brusone é feito principalmente por meio da utilização de variedades resistentes ou moderadamente resistentes, de práticas culturais e utilização de fungicidas no tratamento de sementes e pulverização da parte aérea.

As principais práticas culturais recomendadas para o controle da brusone são utilização de sementes saudáveis, bom preparo do solo, aração profunda, uniformidade de plantio, iniciar o plantio no sentido contrário à direção do vento e implantar barreiras que sirvam como quebra-ventos, eliminação de plantas de arroz remanescentes do plantio anterior, entre outras. Não é

recomendado pulverizar as plantas de arroz com fungicidas na fase vegetativa. O período de maior suscetibilidade da planta à brusone é entre 30 e 60 dias após a semeadura, sendo que após este período a doença não causa mais danos significativos. Portanto, é importante realizar o tratamento das sementes com a mistura *carboxina + tiram* para proteger as plantas na fase vegetativa. Para a proteção contra a brusone nas panículas, recomenda-se a utilização de fungicidas sistêmicos como azoxistrobina, casugamicina, tetraconazol, triciclam, propiconazol, tebuconazol ou misturas de triazóis com estrobilurinas (BEDENDO; PRABHU, 2016; SILVA-LOBO; FILIPPI, 2017).

A doença **escaldadura das folhas** já foi constatada em praticamente todo território brasileiro, sendo de especial importância na região Norte, podendo ocorrer tanto nas condições de cultivo irrigado como nas condições de sequeiro. No cultivo de sequeiro, a ocorrência de chuvas contínuas e presença de orvalho nos tecidos da planta são condições favoráveis ao desenvolvimento da doença.

O agente causal da escaldadura é o fungo *Gerlachia oryzae* (fase perfeita: *Monographella albescens*). A sobrevivência do patógeno se dá em restos culturais, sementes e hospedeiros alternativos. Para que haja a germinação do conídio, é necessário haver um filme de água na superfície da folha. As principais formas de disseminação dos conídios são por meio do vento e de sementes infectadas.

Figura 2.23 | Sintomas de escaldadura na região apical (a) e nas bordas (b) em folhas de arroz



Fonte: Silva-Lobo e Filippi (2017, p. 20).

Os sintomas nas folhas iniciam-se com manchas de cor verde-oliva no ápice e/ou margens, sendo os bordos bem definidos e de aspecto “encharcado”. Com o avanço da doença, é possível observar faixas concêntricas em tons de marrom-claro e marrom-escurinho (Figura 2.23).

Como medidas de controle, recomenda-se principalmente a redução da densidade de plantio, maior espaçamento entre as linhas de plantio e adubação equilibrada (evitar excesso de nitrogênio) (BEDENDO; PRABHU, 2016; SILVA-LOBO; FILIPPI, 2017).



Agora você poderá conhecer mais sobre outras doenças que apresentam grande relevância para a cultura do arroz!



Pesquise mais

Caro aluno, para aprofundar seus conhecimentos a respeito das doenças do arroz que foram abordadas e saber mais sobre as doenças citadas no parágrafo anterior, realize a leitura do seguinte manual:

SILVA-LOBO, Valacia Lemes; FILIPPI, Marta Cristina Corsi de. Manual de Identificação de Doenças da Cultura do Arroz. Brasília: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 48 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/buscan-de-publicacoes/-/publicacao/1070298/manual-de-identificacao-de-doencas-da-cultura-do-arroz>>. Acesso em: 8 jan. 2019.

Além deste, sugerimos a leitura das páginas 87 a 97 do Manual de Fitopatologia (somente impresso):

BEDENDO, Ivan Paulo; e PRABHU, A. S. Doenças do Arroz. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, Luis Eduardo Aranha. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 12. p. 87-100.

Doenças do feijão

O **mosaico dourado** é a principal virose do feijoeiro comum. O vírus causador dessa doença foi descrito pela primeira vez em Campinas, SP, em 1965. Inicialmente, a doença foi considerada de importância secundária, no entanto, a partir da década de 70 se disseminou amplamente por todas as regiões produtoras, causando perdas significativas de até 100% na produção.

A doença é causada pelo vírus *Bean golden mosaic virus* (BGMV), um membro-tipo do gênero begomovirus. A disseminação do BGMV ocorre por meio do vetor, a mosca branca (*Bemisia tabaci*), sendo a transmissão do tipo persistente circulativa, e não propagativa.



Assimile

A relação entre o inseto-vetor e o vírus é do tipo **persistente** quando partículas virais permanecem no corpo do inseto por longos períodos, podendo durar por toda a vida do inseto. E a relação **circulativa não propagativa** é quando o vírus ultrapassa o aparelho bucal do inseto, atinge a hemolinfa, penetra nas glândulas salivares e é transmitido para a planta quando o inseto secreta saliva durante a alimentação, ou seja, tanto a aquisição como a inoculação do vírus ocorre durante as “picadas de alimentação” do inseto-vetor.

Os sintomas típicos causados pelo vírus é o mosaico amarelo foliar dourado, inicialmente observado nas primeiras folhas trifolioladas. Ocorre também

o enrolamento, encarquilhamento, enrugamento e redução no tamanho das folhas (Figura 2.30).

Figura 2.30| Sintomas de mosaico dourado em folhas de feijoeiro



Fonte: Sartorato e Rava (1994, p. 159).

Para o controle da virose, recomenda-se principalmente o vazio sanitário, o monitoramento do inseto-vetor, a eliminação de espécies hospedeiras da mosca branca e do vírus e a utilização de variedades tolerantes ou parcialmente resistentes (WENDLAND et al., 2016).



Lembre-se

O vazio sanitário na cultura no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) é o período no qual é proibido o cultivo da cultura por 30 dias para que haja a redução da população de mosca branca (vem sendo adotado em Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal) (WENDLAND et al., 2016).

A doença **crestamento bacteriano comum** foi relatada pela primeira vez no Pará em 1954, e atualmente tem sido considerada a principal bacteriose do feijoeiro em diversas regiões produtoras em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Paraná, Rio Grande do Sul e outros estados da região centro-oeste. A doença é favorecida por condições de altas temperaturas e alta umidade relativa, por isso a sua maior ocorrência se dá durante a safra das

água. As perdas na produção devido à presença da bactéria podem variar de 10 a 70%, devido principalmente a sua ampla disseminação e difícil controle (WENDLAND et. al., 2016).

Os agentes causais dessa doença são as bactérias *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* e *Xanthomonas fuscans* subsp. *Fuscans*, elas penetram na parte aérea das plantas por meio de aberturas naturais (estômatos e hidatódios) e de ferimentos e colonizam intercelularmente os tecidos da planta hospedeira. A disseminação desses patógenos ocorre principalmente pelas sementes, as quais juntamente com os restos culturais e hospedeiros alternativos constituem as principais formas de sobrevivência dessas bactérias (WENDLAND et. al., 2016).

Os sintomas causados por *X. axonopodis* pv. *phaseoli* e *X. fuscans* subsp. *fuscans* são semelhantes e caracterizam-se por inicialmente apresentarem pequenas lesões de aspecto encharcado, que, posteriormente, aumentam de tamanho, se tornam necróticas e envoltas por halo clorótico, sendo este o sintoma típico de crescimento foliar. Com o avanço da doença pode haver queda prematura das folhas ou presença de folhas secas (Figura 2.23). Nas vagens, é observado inicialmente as pequenas lesões encharcadas que depois evoluem para manchas circulares, escuras e levemente deprimidas. Nas sementes nem sempre é possível verificar os sintomas, mas quando ocorre, caracteriza-se por malformação, enrugamento e amarelecimento do tegumento.

A principal medida de controle recomendada para esta bacteriose é a utilização de variedades resistentes e a aplicação de produtos à base de cobre, que pode ser realizada para retardar o aparecimento dos sintomas da doença na lavoura (WENDLAND et. al., 2016).

A **Murcha de *Curtobacterium*** foi relatada no Brasil primeiramente no estado de São Paulo, em 1995, e desde então está amplamente disseminada nos principais estados produtores como Paraná, Santa Catarina, Goiás e Distrito Federal (WENDLAND et. al., 2016).

O agente etiológico da doença é a bactéria *Curtobacterium flaccumfauciens* pv. *flaccumfauciens*. A semente é a principal forma de sobrevivência e

Figura 2.31 | Sintomas de crescimento bacteriano comum em feijoeiro



Fonte: Sartorato e Rava (1994, p. 155).

disseminação do patógeno, sendo que os níveis da taxa de transmissão da bactéria presente na semente para as plântulas podem chegar a 100%. *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* é favorecida por condições de altas temperaturas e pode sobreviver em sementes por até 25 anos.

C. flaccumfaciens pv. *flaccumfaciens* causa sintomas de murcha nas plantas, pois coloniza o xilema delas, sendo possível verificar o escurecimento vascular. Na parte aérea observa-se a queima e encarquilhamento do bordo foliar (Figura 2.32). A bactéria também pode afetar as sementes, causando o seu enrugamento e a descoloração do tegumento.

Figura 2.32 | Sintomas de Murcha de *Curtobacterium* em plantas de feijoeiro



Fonte: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_104_1311200215105.html>. Acesso em: 8 jan. 2019.

Devido ao difícil controle da doença, a principal medida recomendada é a utilização de variedades resistentes. Algumas variedades tolerantes estão disponíveis no mercado, mas ainda não há variedades imunes à bactéria. Recomenda-se também a utilização de sementes saudáveis e certificadas e rotação de culturas. Com relação ao controle químico, não há agrotóxicos registrados para a murcha de *Curtobacterium* no feijoeiro (WENDLAND et. al., 2016).

Assimile

No feijoeiro, a murcha de *Curtobacterium* pode ser confundida com a murcha de *Fusarium* devido aos sintomas semelhantes causados por tais doenças, o que dificulta a diagnose dessas duas enfermidades. Portanto, faz-se necessária a diagnose por meio de técnicas moleculares, como da PCR utilizando primers específicos para *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* já descritos anteriormente.



Agora você poderá conhecer mais sobre outras doenças que apresentam grande relevância para a cultura do feijão!



Pesquise mais

Caro aluno, para aprofundar mais os conhecimentos a respeito das doenças do feijoeiro que foram abordadas e para saber mais sobre as doenças citadas no parágrafo anterior, faça a leitura do seguinte material: SARTORATO, Aloisio; RAVA, Carlos A. **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle.** Goiânia: Embrapa Cnaf, 1994. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/199890/principais-doencas-do-feijoeiro-comum-e-seu-controle>>. Acesso em: 8 jan. 2019.

Acabamos de abordar as principais doenças que afetam a cultura do arroz e da soja, as quais são de extrema importância do ponto de vista econômico e social para o Brasil. Vamos agora praticar os conhecimentos acerca dos aspectos dessas doenças?

Sem medo de errar

Caro aluno, agora que você já conheceu um pouco mais sobre os aspectos das principais doenças das culturas do arroz e do feijoeiro, vamos resolver a situação-problema apresentada no *Diálogo aberto*: você, engenheiro agrônomo, irá testar no segundo experimento a resistência de variedades de feijoeiro ao crescimento bacteriano causado pelas bactérias *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* e *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans*, para que você possa recomendar aos produtores sementes de qualidade e resistentes à doenças. Ao final do Experimento 2, você deve responder aos seguintes questionamentos:

Quais os sintomas apresentados pelas variedades suscetíveis? Inicialmente serão observadas pequenas lesões de aspecto encharcado, que depois aumentarão de tamanho, se tornando necróticas e envoltas por halo clorótico. Nas vagens, observa-se inicialmente as pequenas lesões encharcadas que depois evoluem para manchas circulares, escuras e levemente deprimidas.

Quais as condições favoráveis à ocorrência da doença? Altas temperaturas e alta umidade relativa.

Quais medidas de controle da doença podem ser recomendadas? A principal medida de controle recomendada para esta bacteriose é a utilização de variedades resistentes. A aplicação de produtos à base de cobre pode ser realizada visando retardar o aparecimento dos sintomas da doença na lavoura

O que você, como profissional, poderia elaborar para apresentar aos melhoristas e ao dono da empresa, a respeito dos resultados obtidos com

a realização deste experimento (Experimento 2), que fundamentará a sua recomendação das variedades resistentes? Ao final deste experimento, você deverá elaborar um relatório contendo as seguintes informações: a) patógeno que foi inoculado; b) condições ambientais para o desenvolvimento da doença às quais as plantas foram submetidas; c) identificação das variedades suscetíveis (que apresentaram sintomas) e resistentes (sem sintomas) e descrição dos sintomas observados nas variedades suscetíveis e, por fim, d) recomendações de medidas de manejo para a doença em questão.

Avançando na prática

Medidas para controlar a brusone do arroz

Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, foi solicitado para dar assistência em uma fazenda produtora de arroz de sequeiro, a qual estava apresentando problemas com a brusone, causada pelo fungo *Magnaporthe oryzae*. Sabendo que a sobrevivência do patógeno ocorre principalmente nas sementes, em restos de cultura e nas próprias plantas de arroz, que a disseminação dos esporos ocorre principalmente por meio do vento, que a doença é favorecida por condições de alta umidade relativa e que o excesso de adubação nitrrogenada aumenta a severidade da brusone nas folhas e panículas, quais medidas de controle da doença você recomendaria ao produtor?

Resolução da situação-problema

Como o patógeno pode sobreviver em sementes, restos de cultura e nas plantas de arroz, além de ser disseminado principalmente por meio do vento e favorecido por condições de umidade elevada e excesso de adubação nitrogenada, as seguintes práticas culturais podem ser recomendadas:

- Utilização de sementes sadias e certificadas.
- Eliminação de plantas de arroz remanescentes do plantio anterior.
- Instalação de quebra-ventos na área.
- Preparo adequado do solo.
- Espaçamento adequado entre as plantas, permitindo boa aeração.
- Adubação equilibrada, evitando excesso de nitrogênio.

Além dessas práticas culturais, recomenda-se também a utilização de variedades resistentes ou moderadamente resistentes bem como o uso de fungicidas para tratamento de sementes (mistura carboxina + *tiram*) e os fungicidas azoxistrobina, casugamicina, tetriconazol, triciclozol, propiconazol, tebuconazol ou misturas de triaziois com estrobilurinas para proteger as panículas de arroz contra a brusone.

Faça valer a pena

1. O arroz (*Oryzae sativa*) é uma das principais culturas agrícolas cultivadas no Brasil, sendo um dos componentes básicos da dieta alimentar da população brasileira. No entanto, a ocorrência de doenças pode causar redução significativa na produtividade da cultura, caso não sejam empregadas medidas de manejo adequadas. Uma doença que ocorre na cultura do arroz apresenta os seguintes sintomas: inicialmente manchas de cor verde-oliva no ápice e/ou margens das folhas, com bordos de aspecto “encharcado”. Com o avanço da doença, é possível observar faixas concêntricas em tons de marrom-claro e marrom-escuro.

Com relação aos sintomas apresentados, marque a alternativa que contenha o nome da doença que apresenta tais sintomas e seu respectivo agente etiológico:

- a) Antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*).
- b) Brusone (*Magnaporthe oryzae*).
- c) Escaldadura das folhas (*Gerlachia oryzae*).
- d) Ponta branca (*Aphelenchoides besseyi*).
- e) Mosaico dourado (*Bean golden mosaic vírus*).

2. O Brasil é o maior produtor mundial do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris L.*), sendo esta a leguminosa mais importante para a alimentação humana. No entanto, o feijoeiro pode ser afetado por diversas doenças que limitam sua produtividade.

Com relação a algumas das principais doenças do feijoeiro e os meios de disseminação, marque a alternativa que relaciona corretamente a doença ao seu meio de disseminação.

- a) Antracnose - inseto-vetor; vento.
- b) Antracnose - água de chuva associada a ventos; sementes.
- c) Mosaico dourado – sementes; vento.
- d) Murcha de *Curtobacterium*– inseto-vetor; vento.
- e) Crestamento bacteriano comum – inseto-vetor; sementes.

3. O feijão é um dos produtos agrícolas de maior importância econômica e social para o Brasil, além da enorme relevância que apresenta na dieta dos brasileiros. No entanto, a cultura pode ser afetada por inúmeras doenças que limitam o aumento na produtividade e que podem causar grandes danos à cultura, caso medidas eficazes de controle não sejam tomadas.

Marque a alternativa que relacione corretamente a doença com as principais medidas recomendadas para o seu controle:

- a) Murcha de *Curtobacterium* (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*) - utilização de variedades resistentes e aplicação de produtos químicos à base de cobre.
- b) Antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) – vazio sanitário e eliminação do inseto-vetor.
- c) Mosaico dourado (*Bean golden mosaic vírus*) - vazio sanitário, eliminação do inseto-vetor, aplicação de produtos à base de cobre.
- d) Antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) - vazio sanitário e aplicação de produtos à base de cobre.
- e) Mosaico dourado (*Bean golden mosaic vírus*) - vazio sanitário, eliminação do inseto-vetor, utilização de variedades tolerantes ou parcialmente resistentes.

Doenças do milho e trigo

Diálogo aberto

A incidência de doenças em cereais tem sido um fator limitante da total expressão do potencial produtivo dessas culturas no Brasil. Na história da cultura do trigo, grandes epidemias de doenças de etiologia fúngica foram causadoras da quase extinção do cereal do país. No início do século XIX, a ferrugem do colmo (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) praticamente erradicou a triticultura gaúcha da pauta de exportações de produto para a Argentina, e países tradicionais exportadores muitas vezes tiveram dificuldade de manter o suprimento para seu próprio consumo devido a perdas de qualidade causadas por doenças de final de ciclo, até mesmo em anos recentes (BACALTCHUK, 2006).

Sendo assim, abordaremos nesta seção os principais aspectos, como histórico, importância, sintomas, etiologia e controle das principais doenças causadas por fungos, bactérias, molicutes, vírus e nematoides que afetam as culturas do milho e do trigo, que são culturas de extrema importância agrícola e econômica para o Brasil. E você, aluno, deverá saber identificar corretamente as doenças que ocorrem nestas culturas, para que possa recomendar medidas adequadas e eficientes de controle.

Você, engenheiro agrônomo, está finalizando seu trabalho na área de Fitopatologia em uma empresa de sementes que realiza pesquisas com diferentes culturas anuais de importância agrícola e econômica, dentre elas, as culturas do milho e do trigo. No Experimento 1 você testou a resistência de variedades de soja aos nematoides *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines*. No Experimento 2, foi testada a resistência de variedades de feijoeiro ao crescimento bacteriano causado pelas bactérias *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* e *X. fuscans* subsp. *fuscans*. Nesta última etapa você testará a resistência de variedades de milho às ferrugens que ocorrem na cultura. Sendo assim, quais patógenos você irá inocular? Quais os sintomas apresentados pelas plantas suscetíveis? Quais foram as condições ambientais favoráveis à ocorrência das doenças? Quais medidas de controle podem ser recomendadas para essas doenças?

Ao final dos experimentos você deverá elaborar um relatório contendo todas as informações pertinentes e respondendo todos os questionamentos anteriores, como o patógeno inoculado, identificação das variedades suscetíveis (aqueles que apresentaram sintomas) e resistentes (aqueles que não apresentaram sintomas) e descrição dos sintomas observados nas variedades

suscetíveis, quais as condições foram favoráveis ao desenvolvimento de cada doença e quais medidas de controle podem ser recomendadas para elas. Dessa forma, você poderá apresentar aos melhoristas genéticos de plantas da empresa uma lista das variedades de milho que são resistentes às ferrugens, para que essas variedades possam ser registradas no mercado.

Bons estudos!

Não pode faltar

Vamos abordar sobre as doenças que afetam duas importantes culturas anuais para o Brasil: o milho (*Zea mays*) e o trigo (*Triticum spp.*), mas, primeiramente, vamos discutir um pouco a respeito da cultura do milho. O milho (*Zea mays*) é a segunda maior cultura de importância agrícola no Brasil, ficando atrás apenas da soja (*Glycine max*) que lidera a produção de grãos no país (CONAB, 2017).

No Brasil, a cultura do milho alcançou uma produção de 97,71 milhões de toneladas em 2017 distribuídas entre a primeira safra de 30,46 milhões de toneladas e a segunda safra de 67,25 milhões de toneladas (CONAB, 2017). No entanto, a cultura do milho, principalmente a segunda safra (milho safrinha), têm trazido preocupações quanto ao manejo, visto que pode ser afetada por pragas e doenças que ocorrem ao longo do desenvolvimento da cultura, desde a semeadura até a colheita dos grãos, comprometendo significativamente a produtividade se medidas eficientes de manejo não forem adotadas. A importância de cada doença varia de acordo com a região e a época de cultivo, sendo a correta identificação um ponto primordial para os programas de manejo (WORDELL FILHO et al., 2016).

Figura 2.39 | Sintomas de mosaico comum em folhas de milho



Fonte: Casela, Ferreira e Almeida (2006, p. 9).

Vamos ver as principais doenças e seus aspectos que afetam a cultura do **milho**.

A doença **mosaico comum** é causada pelo vírus *Sugarcane mosaic virus* (SCMV), pertencente ao gênero *Potyvirus*, família *Potyviridae*. A transmissão do patógeno é realizada por afídeos, como o pulgão do milho, *Rhopalosiphum maidis*.

O mosaico comum ocorre principalmente na safrinha do milho, e sua incidência têm aumentado nos últimos anos. Os sintomas causados pela doença são típicos de um mosaico, em que a cor verde do tecido foliar sadio é contrastado com áreas verde-claras ou amareladas (Figura 2.39). O controle é realizado principalmente por meio da utilização de variedades resistentes (CASELA; FERREIRA; PINTO, 2006; CARVALHO, PEREIRA; CAMARGO, 2016).



Aluno, acessando o arquivo indicado, você conhecerá mais sobre as doenças que provocam enfezamentos do milho, como: o **enfezamento vermelho**, causado pelo fitoplasma *Candidatus Phytoplasma asteris* e o **enfezamento pálido ou amarelo**, causado pelo espiroplasma *Spiroplasma kunkelii*

Três tipos de ferrugem podem ocorrer no milho, como a **ferrugem comum**, causada pelo fungo *Puccinia sorghi*, sendo que das três ferrugens, essa é considerada a menos severa. Ocorre principalmente na região Sul e, esporadicamente, na região central do Brasil, essa doença é favorecida por temperaturas amenas e alta umidade relativa do ar. A **ferrugem polissora**, causada pelo fungo *Puccinia polysora*, pode ocorrer em todo o Brasil, sendo considerada a doença do milho mais destrutiva na região central do país. As condições favoráveis ao desenvolvimento da doença são temperaturas mais elevadas e menor dependência da umidade relativa do ar que a Ferrugem comum. E a **ferrugem tropical ou branca**, causada por *Physopella zae*, ganhou importância nos últimos anos, principalmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Temperaturas e umidade elevadas são fatores climáticos favoráveis ao desenvolvimento dessa doença.

As principais medidas de controle recomendadas para as ferrugens são a utilização de variedades resistentes, evitar o plantio do milho em épocas e locais favoráveis à ocorrência dos patógenos e a aplicação de fungicidas quando se tratar de materiais de alto valor econômico, como em campos de produção de sementes (CASELA; FERREIRA; PINTO, 2006; CARVALHO; PEREIRA; CAMARGO, 2016; WORDELL FILHO et al., 2016).



Exemplificando

Os sintomas característicos da **ferrugem polissora** (*Puccinia polysora*) são: pústulas pequenas, circulares e elípticas, que podem ocorrer na face superior da folha e da bainha foliar, nas brácteas das espigas ou no pendão; as pústulas e urediniósporos apresentam coloração amarelo a dourado (Figura 2.40), enquanto os sintomas da **ferrugem comum** (*Puccinia sorghi*)

Figura 2.40 | Sintomas de Ferrugem polissora (*Puccinia polyspora*) em folhas de milho



Fonte: Sabato e Fernandes (2014, p. 12).

Figura 2.41 | Sintomas de Ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) em folhas de milho



Fonte: Sabato e Fernandes (2014, p. 11).

manifestam-se em forma de pústulas elípticas e alongadas em ambas as faces da folha e os uredinísporos apresentam coloração marrom-canela (Figura 2.41). Os sintomas da **ferrugem tropical** (*Physopella zae*) consistem em pequenos grupos de pústulas paralelos às nervuras, que ocorrem em ambas as faces da folha. As pústulas têm formato arredondado a oval, de cor amarela a castanha (Figura 2.42).

Figura 2.42 | Sintomas de Ferrugem tropical (*Physopella zae*) em folhas de milho



Fonte: Sabato e Fernandes (2014, p. 10).

A **mancha foliar de *Exserohilum* ou Helmintosporiose** é causada pelo fungo *Setosphaeria turcica* (forma imperfeita: *Exserohilum turicum*). A disseminação do patógeno ocorre a longas distâncias por meio do vento e a sobrevivência se dá na forma de clamidósporos, micélio ou conídios em restos de cultura. As condições ambientais que favorecem a doença são alta umidade e temperaturas moderadas (entre 18 e 27 °C).

A doença encontra-se amplamente disseminada nas áreas de cultivo do Brasil, e sua importância vem aumentando ano após ano (CARVALHO; PEREIRA; CAMARGO, 2016). Os sintomas causados pelo patógeno são lesões necróticas com coloração variando de verde-cinza a marrom, formas elípticas e com tamanho que varia de 2,5 a 15 cm de comprimento (Figura 2.43). As lesões são primeiramente observadas nas folhas mais velhas da planta e em

casos mais severos da doença, pode ocorrer a queima completa dos tecidos foliares (COTA, SILVA, COSTA, 2013).

As principais medidas de controle recomendadas são a utilização de cultivares resistentes, escolha adequada do local e da época de plantio (plantios realizados em outubro e novembro, em locais de altas temperaturas podem resultar em menor severidade da doença), adubação equilibrada (excesso de nitrogênio favorece a incidência da doença) e utilização de fungicidas (pode ser aplicado para materiais de alto valor econômico). Essas medidas de manejo aplicadas de forma integrada apresentam a mais eficiente prática de controle da Helmintosporiose (BLANDINO et al., 2012; COTA, SILVA, COSTA, 2013; CARVALHO, PEREIRA; CAMARGO, 2016).

Figura 2.43 | Sintomas de mancha foliar (*Exserohilum turcicum*) em folhas de milho



Fonte: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/975584/1/circ195.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2019.



Pesquise mais

Para conhecer mais sobre os principais aspectos da Helmintosporiose do milho causada pelo fungo *Exserohilum turcicum*, leia o material indicado a seguir: COTA, Luciano Viana; SILVA, Dagma Dionísia da; COSTA, Rodrigo Veras da. Circular técnica: helmintosporiose causada por *Exserohilum turcicum* na cultura do milho. Sete Lagoas: Tânia Mara A. Barbosa/ Embrapa Milho e Sorgo, Site Infoteca, 2013. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/975584/1/circ195.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2018.



Aluno, a **Cercosporiose ou mancha de cercospora do milho** doença que foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1953, era considerada de menor importância até o fim do século passado. No entanto, a doença se manifestou severamente em vários híbridos altamente produtivos nas safras de 2000 e 2001. Desde então, a cercosporiose está entre as doenças mais importantes do milho, no Brasil e no mundo. Aprenda mais acessando o link indicado.

Figura 2.45 | Lesões de Mancha branca em folhas de milho



Fonte: Wordell Filho et al. (2016, p. 55).

Os principais sintomas são inicialmente lesões pequenas, “oleosas”, que com o avanço da doença aumentam de tamanho, tornando-se arredondadas a oblongas, de cor esbranquiçada (Figura 2.45). No centro das lesões mais velhas podem ser observadas estruturas reprodutivas de fungos que se aproveitam do tecido necrosado (CASELA; FERREIRA; PINTO, 2006; CARVALHO, PEREIRA; CAMARGO, 2016).



Assimile

Os primeiros estudos realizados acerca da mancha branca apontaram o fungo *Phaeosphaeria maydis* como sendo o agente causal da doença e, posteriormente, foi sugerido que a mancha era causada por um complexo fúngico: *Phyllosticta* sp., *Sclerotinia*, *Phoma sorghina* e *Sporommiella* sp. No entanto, após anos de pesquisa, descobriu-se que a doença é causada pela bactéria *Pantoea anannatis*. A ocorrência de lesões nas folhas de aspecto “encharcado”, de cor verde-clara observadas como sendo os sintomas iniciais da doença fundamentaram a constatação da etiologia bacteriana pelos pesquisadores. Os fungos descritos anteriormente podem sim ocorrer nas lesões, mas somente após o envelhecimento delas, quando já se encontram necrosadas.

As principais medidas de controle adotadas para a mancha branca são a utilização de variedades resistentes e aplicação de fungicidas dos grupos do ditiocarbamato e estrobilurina (CARVALHO, PEREIRA; CAMARGO, 2016).

A **Mancha branca** do milho é uma doença amplamente distribuída, sendo considerada uma doença endêmica em quase todas as regiões produtoras de milho no Brasil. Os danos causados na cultura são dependentes das condições ambientais e do estágio de desenvolvimento no qual a planta é infectada. Condições de umidade relativa elevada, com água livre na superfície foliar e temperaturas amenas são propícias à ocorrência e ao aumento da severidade da doença (MAMEDE, 2018).

A etiologia da doença sempre foi um tema controverso. Inicialmente foi sugerido que a mancha branca era causada por fungos, contudo, atualmente sabe-se que o agente etiológico da doença é a bactéria *Pantoea ananatis*.



Aluno, acessando o arquivo indicado, você conhecerá mais sobre outras doenças importantes do milho como **podridão bacteriana do colmo** (*Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae*); **antracnose** (*Colletotrichum graminicola*); **manchas foliares de *Bipolaris* spp.** (*Bipolaris maydis* e *Bipolaris zeicola*); dentre outras.

Vamos falar agora a respeito do **trigo** e das principais doenças e seus aspectos que afetam a cultura. O trigo (*Triticum* spp.) é um dos cereais mais produzidos no mundo, no Brasil, ele é cultivado desde a região Sul até a região de cerrados, no Brasil Central (CONAB, 2017). As condições climáticas dessas regiões favorecem a ocorrência de uma série de doenças na cultura. Vamos ver então algumas delas.



O **mosaico comum do trigo** tem sido detectado principalmente nas regiões mais frias no sul do país (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), causando danos como a redução do rendimento de grãos. O agente etiológico da doença é o vírus *Soil-borne wheat mosaic* (SBWMV), o qual é transmitido pelo protozoário *Polymyxa graminis*, habitante do solo. Aluno, acessando o arquivo indicado, você conhecerá mais sobre essa doença.

A doença **nanismo amarelo da cevada** vem aumentando em ocorrência e intensidade, principalmente nas lavouras de trigo no sul do Brasil. O aumento do plantio de culturas que hospedam o vírus, como a aveia em áreas de plantio direto, tem permitido a manutenção do vírus e seus vetores durante todos os meses do ano (REIS; CASA, 2016). Invernos com temperaturas amenas e clima mais seco são condições que favorecem as populações de afídeos e a disseminação da doença (SANTANA et al., 2012).

O nanismo amarelo é causado por cinco estirpes distintas do vírus *Barley yellow dwarf virus* (BYDV), que é transmitido por várias espécies de afídeos (pulgões), entre eles destacam-se: *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae* e *Schizaphis graminum*. A transmissão do vírus pelo afídeo é do tipo persistente circulativa.

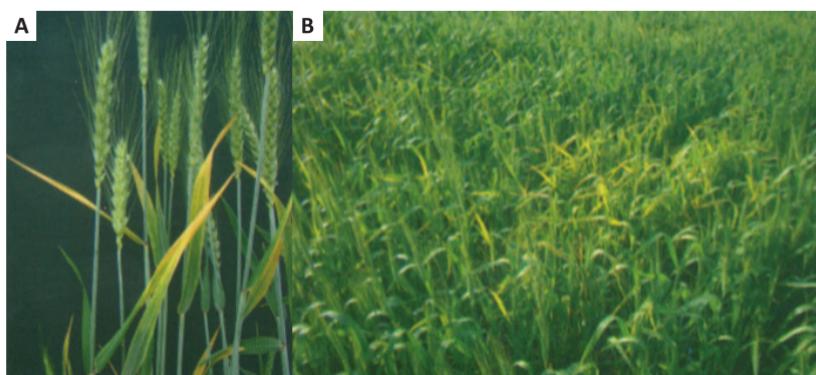


Assimile

A transmissão do vírus pelo afídeo é do tipo persistente circulativa. Depois de se alimentarem em uma planta infectada com o vírus, os pulgões passam a transmiti-lo durante toda sua vida (REZENDE; KITAJIMA, 2018).

Os sintomas causados por BYDV em trigo caracterizam-se por amarelecimento das folhas que ocorre do seu ápice em direção à base, a qual normalmente permanece verde (Figura 2.47 A), ou coloração avermelhada, dependendo da cultivar. Os sintomas podem ser facilmente visualizados na folha bandeira da planta, que se mostra lanceolada e de coloração amarelo-brilhante ou avermelhada. A doença ocorre em reboleiras (Figura 2.47b), mas, sob condições favoráveis, pode ocupar grandes áreas. A severidade dos sintomas e os danos causados dependem da cultivar de trigo e do estádio da planta em que ocorreu a infecção. Caso plantas de cultivares suscetíveis e intolerantes sejam infectadas em estágio inicial de desenvolvimento, podem apresentar redução do tamanho, do número de afilhos e do tamanho e número de espigas e grãos (BACALTCHUK, 2006; SANTANA et al., 2012; REIS; CASA, 2016).

Figura 2.47 | Sintomas do nanismo amarelo da cevada (*Barley yellow dwarf virus*-BYDV) em folhas de milho (a) e a ocorrência em reboleiras no campo (b)



Fonte: Santana et al (2012, p. 47).

O controle da doença tem sido feito principalmente com o controle biológico e o controle químico de pulgões, vetores do patógeno, por tratar de sementes com inseticidas sistêmicos do grupo dos neonicotinóides, ou pulverizando a parte aérea. A utilização de cultivares tolerantes são importantes como medida de manejo integrado. Ainda não existe informações a respeito de cultivares de trigo resistentes ao nanismo amarelo (BACALTCHUK, 2006; SANTANA et al., 2012; REIS; CASA, 2016).



A doença **estria bacteriana** é especialmente importante no sul de São Paulo e Mato Grosso do Sul e no norte do Paraná, podendo causar reduções no rendimento dos grãos de até 40%. A estria bacteriana é causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *ondulosa*. Acesse o material indicado para conhecer mais sobre essa doença.

A **Ferrugem da folha do trigo** é a doença mais comum da cultura do trigo, ocorrendo em praticamente todas as regiões produtoras brasileiras. Os danos nos rendimentos dos grãos podem chegar em torno de 60%. A ferrugem da folha é causada pelo fungo *Puccinia triticina*. A sobrevivência do patógeno se dá principalmente em plantas de trigo voluntárias e a disseminação ocorre por meio do vento. As condições ambientais favoráveis à doença são temperatura média de 20 °C e molhamento foliar contínuo por mais de 6 horas.



Vocabulário

Plantas voluntárias, também chamadas de “tigueras”, são aquelas que persistem no campo após a colheita, competindo com a cultura sucessora, e apresentam maior resistência à herbicidas devido a modificação genética.

Os sintomas iniciais da doença são pequenos uredínios arredondados, amarelo-alaranjado, geralmente ocorrendo na face superior das folhas, estendendo-se até as bainhas (Figura 2.49). A essas pústulas sucedem as pústulas

teliais, ovais e pretas, cujas estruturas ficam recobertas pela epiderme até o final do ciclo da planta (REIS; CASA, 2016).

Figura 2.49 | Sintomas da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*)



Fonte: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do64.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2019.

fungicidas (mistura de estrobilurinas e triazóis) quando a doença atingir o limiar de dano econômico (REIS; CASA, 2016).

A principal medida de controle indicada é a utilização de variedades resistentes. Outras medidas que podem ser aplicadas são a eliminação de plantas voluntárias e também a aplicação de



O agente causal da doença **Ferrugem do colmo do trigo** é o fungo *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Assim como na ferrugem da folha do trigo, a sobrevivência ocorre em plantas de trigo voluntárias e a dispersão dos esporos, como para todas as ferrugens, ocorre principalmente por meio do vento. Acesse o material indicado para conhecer mais sobre essa doença.

O **ódio**, também chamado cinza ou mofo, ocorre principalmente em áreas tritícolas da região sul do país e em outras regiões onde o cultivo é feito sob irrigação, podendo causar danos de até aproximadamente 60% no rendimento de grãos. O agente causal da doença é o fungo *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (forma imperfeita: *Oidium monilioides*). A sobrevivência do patógeno ocorre na forma de micélio ou cleistotécios (fase sexuada) em restos culturais no próprio hospedeiro ou em plantas voluntárias de trigo. A disseminação dos esporos ocorre principalmente por meio do vento ou da água na forma de respingos. As condições ideais que favorecem a doença são temperaturas entre 15 e 25 °C e baixa umidade relativa, com ausência de água livre na superfície foliar (SANTANA et. al., 2012; REIS; CASA, 2016).

Os ódios são reconhecidos principalmente pelos **sinais** que produzem, os quais consistem em uma pulverulência de cor branca constituída por estruturas vegetativas e reprodutivas do patógeno (micélio, conidióforos e conídios), que ocorrem normalmente na face superior da folha do hospedeiro e também sobre as bainhas (Figura 2.51). Com o avanço da doença, as manchas tornam-se amareladas e necróticas. Plantas afetadas pela doença

tornam-se menos vigorosas, de tamanho reduzido, com menor número de espigas e peso de grãos (REIS; CASA, 2016).

Figura 2.51 | Sintomas de Ódio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) em trigo



A principal medida de controle do ódio do trigo é a utilização de variedades resistentes. Outra alternativa é a pulverização com fungicidas sistêmicos da parte aérea da planta, quando a doença atingir o limiar de dano econômico (REIS; CASA, 2016).

Fonte: Santana et al. (2012, p. 23).



A doença denominada **giberela** ocorre mais frequentemente em regiões quentes, onde a floração coincide com períodos prolongados de chuva. A redução no rendimento de grãos devido a presença da doença pode chegar a 30%. A doença é causada pelo fungo *Gibberella zeae* (Fase assexuada: *Fusarium graminearum*), o qual pode sobreviver em restos culturais de uma ampla gama de plantas hospedeiras e em sementes. Acesse o link indicado para conhecer mais sobre essa doença!



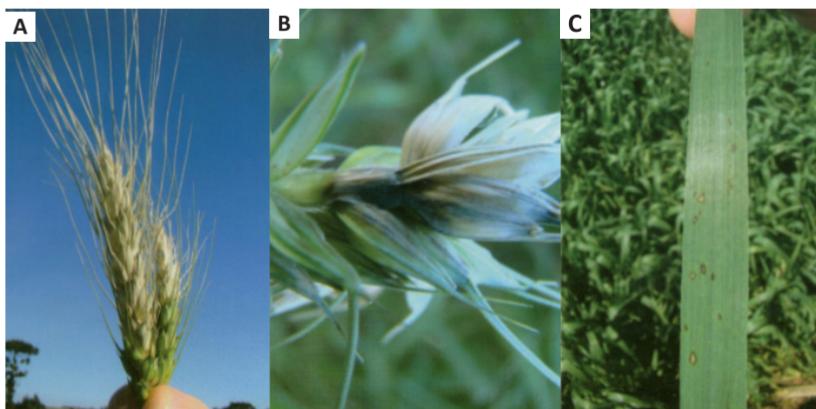
Reflita

Por que a giberela é a doença de mais difícil controle entre as doenças que atacam os cereais de inverno?

A doença **Brusone** ocorre mais comumente do Norte do Paraná ao Brasil Central, podendo causar danos no rendimento dos grãos de até 50%. Essa doença é causada pelo fungo *Magnaporthe grisea* (Fase assexuada: *Pyricularia grisea*), o qual apresenta uma ampla gama de plantas hospedeiras, destacando-se o arroz e o trigo. As principais formas de sobrevivência do patógeno é em restos de culturas, sementes e hospedeiros alternativos. A disseminação ocorre principalmente pelo vento a longas distâncias. Temperaturas de 21 a 27 °C e molhamento foliar das espigas por períodos de 10 a 14 horas são condições ambientais requeridas para a infecção.

Os principais sintomas causados pelo fungo são espigas brancas, principalmente na sua metade superior (Figura 2.53a). É possível observar na ráquis uma lesão preta e brilhante no ponto de penetração do fungo (Figura 2.53b). Na região localizada acima deste ponto ocorre a morte da espiga. Manchas elípticas de coloração cinza podem ocasionalmente ser observadas nas folhas (Figura 2.53c).

Figura 2.53 | Sintomas de Brusone (*Magnaporthe grisea*) observados nas espigas (a), na ráquis (b) e nas folhas (c) de plantas de trigo



Fonte: Santana et al. (2012, p. 29).

O controle da Brusone também é difícil, assim como para a giberela. A principal medida recomendada é a realização de semeaduras antecipadas, não ultrapassando o mês de abril (REIS; CASA, 2016).



Assimile

Como pode ocorrer de os sintomas de **giberela** e **brusone** serem muito semelhantes, como em relação à ocorrência, na ráquis, escurecimento no ponto de penetração do fungo causador da doença e branqueamento de todas as espiguetas a partir desse ponto de infecção, a principal forma de diferenciar essas duas doenças é fazendo as seguintes observações: Se a doença em questão for a brusone, o escurecimento ocasionado pela penetração do patógeno (*Magnaporthe grisea*) fica restrito à região de infecção na ráquis. No caso da giberela, o escurecimento provocado pela penetração do patógeno (*Gibberella zae*) progride além do ponto de infecção, podendo ser observado ao longo da ráquis.



Outras doenças que ocorrem no trigo são: **mal-do-pé do trigo** (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*); **mancha amarela** (*Pyrenophora tritici-repentis*/ *Drechslera tritici-repentis*); **helmintosporiose ou mancha marrom** (*Cochliobolus sativus*/ *Bipolaris sorokiniana*); **septoriose ou mancha da gluma** (*Leptosphaeria nodorum*/ *Stagonospora nodorum*).

Caro aluno, abordamos a respeito das principais doenças causadas por vírus, bactérias, fungos e molicutes, que afetam a cultura do milho e do trigo, culturas de grande importância agrícola, econômica e social para o nosso país. Vimos também aspectos de cada doença, como etiologia, sintomas, epidemiologia e medidas de controle das principais doenças que ocorrem em cada uma dessas culturas. Para que medidas de controle eficazes possam ser tomadas, é necessária a correta identificação do agente causal e o conhecimento das condições que o favorecem. Por isso, conhecer tais doenças e seus aspectos é de extrema importância!

Não pode faltar

Prezado aluno, como você já conheceu um pouco mais sobre os aspectos das principais doenças das culturas do milho, causadas por fungos, vírus, bactérias e nematoides, vamos resolver a situação-problema apresentada nesta seção no *Diálogo aberto*?

Você, engenheiro agrônomo, foi selecionado para trabalhar na área de fitopatologia em uma empresa de sementes, e nesta terceira etapa do seu trabalho, sua função será testar a resistência de variedades de milho às

ferrugens que ocorrem nessas culturas. Dessa forma, você poderá indicar aos melhoristas genéticos de plantas da empresa quais variedades de milho são resistentes a essas ferrugens, para que essas variedades possam ser registradas.

Sendo assim, **quais patógenos você irá inocular?** As ferrugens que ocorrem na cultura do milho são: a **ferrugem comum**, cujo agente etiológico é o fungo *Puccinia sorghi*; a **ferrugem polysora**, causada pelo fungo *Puccinia polysora* e a **ferrugem tropical**, causada pelo fungo *Physopella zae*. Portanto, os patógenos que serão inoculados são os fungos: *Puccinia sorghi*, *Puccinia polysora* e *Physopella zae*.

Quais os sintomas apresentados pelas plantas suscetíveis? As plantas de milho suscetíveis infectadas pela inoculação artificial com os fungos apresentarão os respectivos sintomas:

- *Puccinia sorghi*: pústulas elípticas e alongadas em ambas as faces da folha; de cor marrom-canela.
- *Puccinia polysora*: pústulas pequenas, circulares e elípticas, que podem ocorrer na face superior da folha e da bainha foliar, nas brácteas das espigas ou no pendão.
- *Physopella zae*: pequenos grupos de pústulas paralelos às nervuras que ocorrem em ambas as faces da folha. As pústulas têm formato arredondado a oval, de cor amarela a castanha.

Quais são as condições ambientais favoráveis à ocorrência das doenças? Para a ferrugem comum do milho (*Puccinia sorghi*), há influência de temperaturas amenas e alta umidade relativa do ar. A Ferrugem Polysora do milho (*Puccinia polysora*) é influenciada por temperatura e umidade mais elevadas. Já a ferrugem Tropical do milho (*Physopella zae*) apresenta como condições favoráveis temperatura e umidade elevadas.

Quais medidas de controle podem ser recomendadas para essas doenças? As principais medidas de controle recomendadas para as ferrugens são a utilização de variedades resistentes, evitar o plantio do milho em épocas e locais favoráveis à ocorrência dos patógenos, eliminação de plantas voluntárias e aplicação de fungicidas quando se tratar de materiais de alto valor econômico, como em campos de produção de sementes.

Agora você já tem todos os resultados em mãos para entregar ao melhorista genético de plantas da empresa um protocolo de instalação e condução dos ensaios, bem como um relatório com todas as respostas dos questionamentos acerca dos aspectos da doença e também uma lista das variedades resistentes às doenças testadas.

Brusone ou giberela?

Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, está trabalhando como pesquisador em uma clínica fitossanitária da universidade e recebeu em seu laboratório amostras de espigas de trigo doentes para serem analisadas além de identificar o agente causal da doença. As espigas apresentavam branqueamento, principalmente na sua metade superior e, ao remover as espiguetas que ainda estavam verdes, você verificou uma lesão preta e brilhante, restrita ao ponto de penetração do fungo. Justamente acima desse ponto (metade superior) houve descoloração (branqueamento) de todas as espiguetas. O produtor estava em dúvida se a doença que estava afetando suas plantas de trigo era giberela (*Gibberella zeae*) ou brusone (*Magnaporthe grisea*). Por isso ele enviou as amostras para que a doença seja identificada. Em uma primeira análise do material, com base apenas nos sintomas, você acha que é possível identificar o agente causal da doença? Se sim, quais seriam os sintomas que diferenciam essas duas importantes doenças do trigo? E quais medidas de controle podem ser recomendadas para essa doença?

Resolução da situação-problema

Com base apenas nos sintomas é possível identificar a doença. Quando ocorre de os sintomas dessas doenças apresentarem-se bastante semelhantes, como neste caso branqueamento das espiguetas e presença na ráquis de lesão aczentuada (escurecimento), a diferenciação delas deve ser feita da seguinte forma:

Se for brusone, o ponto aczentuado (escurecido) na ráquis, que corresponde ao ponto de penetração do fungo, fica restrito à essa região de infecção. No caso de giberela, o escurecimento progride além da região de infecção do fungo, podendo ser vista em outras partes da ráquis. Nesta situação, como foi observado que o escurecimento (lesão preta e brilhante) estava **restrito** ao ponto de penetração do fungo e não espalhado ao longo da ráquis, pode-se afirmar que a doença presente nas amostras de trigo é a **brusone**.

Assim, como a giberela, a brusone é de difícil controle, a principal medida recomendada é a realização de semeaduras de trigo antecipadas, não ultrapassando o mês de abril.

1. A cultura do trigo é afetada por uma doença que apresenta os seguintes sintomas: espiguetas esbranquiçadas ou de cor palha e, posteriormente, tornaram-se de cores róseas ou salmão. O sintoma mais característico é o aspecto “arrepiado” das espigas. A colonização pode estender-se às espiguetas adjacentes ou a toda espiga por meio da ráquis.

Os sintomas descritos em trigo são causados por qual patógeno?

- a) *Magnaporthe grisea*.
- b) *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*.
- c) *Gibberella zaeae*.
- d) *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*.
- e) *Soil-borne wheat mosaic-SBWMV*.

2. O milho (*Zea mays*) é a segunda maior cultura de importância agrícola no Brasil, apresentando também grande relevância econômica e social para o país. No entanto, a ocorrência de doenças, principalmente durante o segundo plantio do milho (milho safrinha), está entre os principais fatores que limitam a obtenção de alta produtividade da cultura.

Com relação às doenças que podem afetar a cultura do milho, assinale a alternativa que apresenta a associação correta entre o tipo e o nome do agente causal da doença que ocorre em milho.

- a) Espiroplasma-*Candidatus Phytoplasma asteris*.
- b) Fungo-*Puccinia sorghi*.
- c) Fitoplasma-*Spiroplasma kunkelii*.
- d) Bactéria- *Xanthomonas campestris* pv. *ondulosa*.
- e) Fungo-*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*.

3. A cultura do milho apresenta diversas doenças que podem interferir na sua produtividade. Cada doença, por sua vez, apresenta sintomas característicos que ajudam a sua identificação no campo. Associe as colunas, relacionando corretamente a doença aos sintomas causados.

Doenças

- | | |
|-----|---|
| (1) | Helmintosporiose (<i>Exserohilum turcicum</i>). |
| (2) | Ferrugem <i>Polysora</i> (<i>Puccinia polysora</i>). |
| (3) | Podridão bacteriana do colmo (<i>Erwinia chrysanthemi</i> pv. <i>zeae</i>). |
| (4) | Ferrugem Comum (<i>Puccinia sorghi</i>). |
| (5) | Ferrugem Tropical (<i>Physopella zaeae</i>). |

Sintomas

- Tombamento súbito das plantas, devido ao encharcamento dos tecidos dos internódios e a perda de rigidez dos tecidos do colmo. Verifica-se a podridão do colmo em um ou vários internódios acima da superfície do solo. Pode ocorrer também a infecção das espigas, havendo liberação de odor desagradável nos tecidos atacados.
- () Presença de pústulas de formato arredondado a oval, de cor amarela a castanha, distribuídas paralelamente às nervuras, verificadas em ambas as faces da folha.
- () Presença de pústulas pequenas, de formato circulares e elípticas, de cor amarelo a dourado, que podem ocorrer na face superior da folha e bainha foliar, nas brácteas das espigas ou no pendão.
- () Lesões necróticas, elípticas, com tamanho variando de 2,5 a 15 cm de comprimento, apresentam coloração que variam de verde-cinza a marrom. As lesões são primeiramente observadas nas folhas mais velhas da planta e, em casos mais severos da doença, pode ocorrer a queima completa dos tecidos foliares.
- () Presença de pústulas elípticas e alongadas de cor marrom-canela em ambas as faces da folha.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

- ()
a) 3, 2, 5, 1, 4.
b) 3, 4, 2, 1, 5.
c) 1, 5, 2, 3, 4.
d) 1, 2, 5, 1, 4.
e) 3, 5, 2, 1, 4.

Referências

- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia:** doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia:** princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018.
- BACALTCHUK, B.; et al. **Características e cuidados com algumas doenças de trigo.** Documentos online, 2006. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do64.pdf>. Acesso em: 9 jan. 209.
- BEDENDO, I. P. Oídios. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando (Ed.). **Manual de fitopatologia:** princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. Cap. 27. p. 351-354.
- BEDENDO, I. P.; PRABHU, A. S. Doenças do arroz. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia:** doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 12. p. 87-100.
- BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Soja. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em: 7 jan. 2019.
- CARVALHO, R. V.; PEREIRA, O. A. P.; CAMARGO, L. E. A. Doenças do Milho. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 57. p. 549-560
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; PINTO, N. F. J. A. Doenças na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 83). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/490415>>. Acesso em: 9 jan. 2019.
- CHITARRA, Luiz Gonzaga. Identificação e controle das principais doenças do algodoeiro. 3. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2014. 82 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102476/1/Cartilha-2014-Grafica.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2018.
- CIA, E. e GALBIERI, R. Doenças do Algodoeiro. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, Luis Eduardo Aranha. (Ed.). **Manual de fitopatologia:** doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 8. p. 47-62.
- CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Levantamentos de safra:** safra 2016/2017. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>>
- Acesso em: 9 jan. 2019.
- FORCELINI, Carlos Alberto. Doenças fúngicas na cultura da soja: Como controlar? Portal Syntenta, 1 nov. 2017. Disponível em: <https://www.portalsyngenta.com.br/sites/default/files/pdf/171101_Syngenta_EBOOK_CarlosAlbertoForcelini_FINAL.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2019.
- FREITAS, J. G. de; et al. Adubação nitrogenada e incidência de brusone em arroz de sequeiro. Bragantia, Campinas, v. 69, p.173-179, 6 out. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v69n1/22.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2019
- GODOY, C. V et al. Doenças da soja. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de fitopatologia:** doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 67. p. 657-676.

HENNING, Ademir Assis et al. Manual de identificação de doenças de soja. 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105942/1/Doc256-OL.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

HUBER, D. M.; Arny, D. C. Interactions of potassium with plant disease. In: Munson, R. D. (Ed.). **Potassium in agriculture**, Madison: ASA, 1985. p. 467-488.

MAMEDE, M. C. Detecção de *Pantoea ananatis* em sementes de milho e nanopartículas no controle da bactéria *in vitro*. 2018. 78 f. Dissertação (Dissertação em Fitotecnia) - Uberlândia Minas Gerais, Brasil, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21406/3/Detec%C3%A7%C3%A3oPantoeaSementes.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

NAVES, M. M. V.; BASSINELLO, P. Z. Importância na nutrição humana. **A cultura do arroz no Brasil**, v. 2, p. 17-30, 2006.

REIS, E. M; CASA, R. T. Doenças do Trigo. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas culti-vadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 72. p. 737-744

REZENDE, J. A. M.; KITAJIMA, E. W. Vírus e viroides. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. Cap. 10. p. 161-180.

SABATO, E. O; FERNANDES, F. T. **Doenças do milho**. Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107246/1/Doencas-do-milho.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2019.

SANTANA, F. M.; et al. **Manual de identificação de doenças de trigo**. Passo Fundo: Vera Rosendo (Embrapa Trigo), 2012. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/990828>>. Acesso em: 9 jan. 2019.

SILVA-LOBO, V. L.; FILIPPI, M. C. C. de. Manual de Identificação de doenças da cultura do arroz. Brasília: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 48 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1070298/manual-de-identificacao-de-doencas-da-cultura-do-arroz>>. Acesso em: 8 jan. 2019.

SOARES, Rafael Moreira. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319112085_Curtobacterium_flaccumfaciens_pv_flaccumfaciens_na_cultura_da_soja>. Acesso em: 7 jan. 2019.

WENDLAND, A. et al. Doenças do Feijoeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas culti-vadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 39. p. 383-396.

WORDELL FILHO, J. A.; et al. Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo. Florianópolis: Epagri, 2016. 82 p. (Boletim Técnico, 170). Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/arquivos/agroconnect/boletins/BT_PragasDoencasMilho.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2019.

Unidade 3

Fitopatologia aplicada às culturas perenes e semi-perenes

Convite ao estudo

Olá, aluno! Bem-vindo à terceira unidade da disciplina de *Fitopatologia aplicada!* As culturas perenes são aquelas que mantêm pelo menos parte da sua estrutura aérea todos os anos, produzindo frutos nas estações propícias. Estas culturas têm uma longevidade muito maior, podendo atingir mais de 40 anos, como no caso do café. Em cultivos perenes, as doenças não se desenvolvem tão rapidamente quanto em cultivos anuais, considerando que uma epidemia em culturas perenes pode perdurar por muitas etapas de crescimento. Nessas situações, o inóculo produzido em uma estação de crescimento é transferido para a próxima, podendo haver um aumento de inóculo durante um período de anos e, em alguns casos, as epidemias podem ser praticamente contínuas ao longo de muitos anos em culturas como o cafeiro e a seringueira (ARF; BOLONHEZI, 2012).

Algumas doenças de importância histórica que causaram perdas vultosas e que tiveram ou têm reflexos sobre a agricultura, podem ser citadas em culturas perenes, como os **citros**: Cancro cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*), Tristeza dos Citros (*Citrus tristeza virus*), Huanglongbing dos citros (*Candidatus Liberibacter* spp.); o **cafeeiro**: ferrugem do cafeiro (*Hemileia vastatrix*), meloidoginose do cafeiro (*Meloidogyne exigua*) e a **seringueira**: mal-das-folhas da seringueira (*Microcyclus ulei*).

Associadas a longevidade das culturas perenes estão as doenças causadas por diferentes agentes etiológicos que podem provocar epidemias por longos períodos de tempo, limitando a alta produtividade dessas culturas. Sendo assim, é de extrema importância que você, engenheiro agrônomo, saiba identificar as doenças que ocorrem em tais culturas, fazendo o diagnóstico correto e recomendando medidas eficazes de controle para as doenças.

Você está trabalhando em uma clínica fitossanitária, cujo objetivo é diagnosticar problemas fitossanitários que ocorrem no campo. As amostras recebidas na clínica são enviadas, em sua maioria, por produtores de cafeiro, seringueira e eucalipto, que são as culturas perenes mais cultivadas na região, afim de que sejam diagnosticadas as doenças que estão afetando suas plantações, causando redução na produtividade e qualidade. Dessa forma,

o seu papel ao receber essas amostras é analisar os sintomas, fazer testes para identificar a doença e recomendar medidas para controlá-las. Sendo assim, após a análise das amostras de cada cultura recebida, você deverá emitir um laudo ao produtor, que deve conter informações que respondam aos seguintes questionamentos: qual o nome da doença identificada? Qual o nome do patógeno? Como você chegou a esta conclusão/quais os testes foram realizados para identificar a doença? Quais medidas de controle para a doença podem ser recomendadas?

Para que você seja capaz de responder a esses questionamentos, nesta unidade estudaremos os aspectos das principais doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematoídes que afetam as culturas do cafeiro, citros, seringueira, dendezeiro, eucalipto e pinheiro. Por fim, esperamos que você possa conhecer os sintomas, a etiologia e as medidas de controle de algumas das principais doenças dessas culturas perenes de maior importância agrícola e econômica, ou seja, esperamos que você saiba identificar os aspectos referentes às doenças e saiba aplicar as técnicas para o controle.

Vamos lá?

Doenças do cafeiro e citros

Diálogo aberto

O cafeiro é amplamente cultivado no Brasil por se tratar de uma cultura perene, produtiva e rentável. No entanto, associada a essa abrangência de cultivo, está a ocorrência de diversas doenças, que se encontram distribuídas nas várias regiões produtoras. Muitas delas têm potencial destrutivo suficiente para inviabilizar, ao menos economicamente, o cultivo do cafeiro (VIEIRA JUNIOR, FERNANDES, 2015).

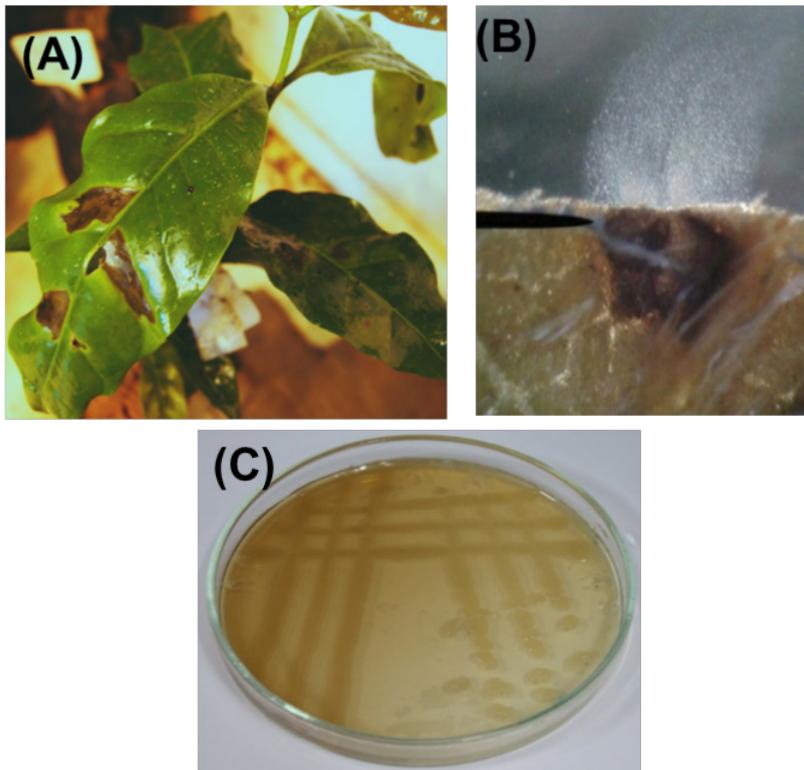
Se você já andou por um cafezal, certamente verificou folhas do cafeiro apresentando manchas marrons, sintomas muito comuns causados por diversos fungos e também bactérias que atacam a cultura. Essas doenças ocasionam a redução da taxa fotossintética das plantas, visto que as lesões ocupam áreas consideráveis das folhas, reduzindo a superfície de área foliar disponível para realizar a fotossíntese.

Por isso, um dos temas que iremos abordar nesta seção diz respeito aos aspectos das principais doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoídes que afetam a cultura do cafeiro. Para praticar seus conhecimentos, analise a seguinte situação: você, engenheiro agrônomo, está trabalhando em uma clínica fitossanitária cujo objetivo é diagnosticar problemas fitossanitários que estão afetando plantações da região, causando redução na produtividade e na qualidade. As amostras recebidas na clínica são enviadas, em sua maioria, por produtores de café, seringueira e eucalipto, que são as culturas perenes mais cultivadas na região. Na primeira semana, você recebeu amostras de cafeiro contendo folhas com sintomas de doença, apresentando manchas de coloração pardo-escura, formato irregular envoltas por halo amarelo (Figura 3.1a).

Sua função será diagnosticar a doença que está causando prejuízos econômicos na lavoura do cafeicultor. Para isso, você deverá identificar a doença com base nos sintomas apresentados pelas amostras de plantas e realizar alguns testes para confirmar o agente causal da doença. Com base apenas nos sintomas apresentados, não foi possível identificar a doença, visto que outras doenças bacterianas e fúngicas provocam sintomas semelhantes. Então, você primeiramente realizou o teste de exsudação em gotas e, posteriormente, isolou o patógeno em meio de cultura, observando suas características, além de realizar o teste de oxidase. Considerando que o teste de exsudação foi positivo (Figura 3.1b), que o meio de cultura onde o patógeno foi cultivado apresentou uma coloração escura (Figura 3.1a) e que o patógeno apresentou

resultado negativo no teste de oxidase, qual o tipo de agente está causando a doença (fungo, bactéria, vírus ou nematoide)? Qual é o patógeno que está causando a doença e qual é a doença? Como você chegou a essa conclusão? Quais medidas de controle para essa doença devem ser recomendadas? Ao final das suas análises e obtenção dos resultados, você deverá emitir um laudo para o produtor respondendo a todos os questionamentos.

Figura 3.1 | Sintomas observados nas folhas de cafeiro (manchas escuras envoltas por halo amarelo) (a); exsudação bacteriana saindo dos tecidos afetados (teste de exsudação em gotas positivo) (b); crescimento do microrganismo em meio de cultura provocando o escurecimento (c)



Fonte: acervo pessoal da autora.

Para que você seja capaz de responder a esses questionamentos, estudiaremos nesta seção os aspectos das principais doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematoídeos que afetam as culturas do cafeiro e dos citros. Assim, esperamos que você possa conhecer os sintomas, a etiologia e as medidas de controle de algumas das principais doenças dessas culturas. Mão à obra!

O cafeiro (*Coffea* spp.) está entre as culturas de maior importância econômica no mundo inteiro. É amplamente cultivado em regiões tropicais, sendo essencial para cerca de 50 países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, o qual é o principal produtor e exportador mundial de café. Dentre as espécies da cultura cultivadas no Brasil, as mais importantes economicamente são *Coffea arabica* (café Arábica), e *Coffea canefora* (café Robusta ou Conilon). Cada espécie possui várias cultivares já desenvolvidas, além de materiais genéticos ainda em processo de melhoramento. O cafeiro, embora tenha grande potencial produtivo, pode ser afetado por diversas doenças que comprometem a produtividade da cultura, causando perdas significativas (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Em relação às doenças de etiologia bacteriana, cinco já foram relatadas no Brasil: a **mancha aureolada**, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* (PSG), (AMARAL; TEIXEIRA; PINHEIRO, 1956); o crestamento bacteriano, causado por *Pseudomonas cichorii* (PC) (ROBBS et al., 1974); a **mancha foliar bacteriana**, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (PSTA) (RODRIGUES NETO et al., 2006; DESTÉFANO et al., 2010); a **mancha escura bacteriana**, causada por *Burkholderia andropogonis* (BA) (RODRIGUES NETO et al., 1981) e a **atrofia dos ramos do cafeiro**, causada por *Xylella fastidiosa* (PARADELA FILHO; RIBEIRO; SUGIMORI, 1995).

Dentre estas, a de maior importância atualmente é a mancha aureolada, causada por *P. syringae* pv. *garcae*, ocorrendo principalmente no Sul e na Zona da Mata mineira. Os sintomas causados pela bactéria são manchas de coloração pardo-escura, formato irregular, envoltas por halo amarelo, presentes nas folhas mais velhas. Nas folhas mais novas, as lesões possuem formato circular e também são envoltas por halo amarelado, o qual pode não ser notado, mas ao se observar as folhas sintomáticas contra a luz é possível verificar uma transparência na região (ZAMBOLIM et al., 1999; 2005; 2016). Estes sintomas são semelhantes aos causados por *P. cichorii*, *P. syringae* pv. *tabaci* e *B. andropogonis*, sendo praticamente impossível distinguir estas doenças no campo. A diferença é que *P. cichorii* geralmente afeta folhas mais velhas, e causam lesões necróticas negras e de formato irregular, não sendo comum a presença do halo amarelo ao redor das lesões, mas sim um aspecto de “encharcamento”. Os sintomas causados por estas bactérias também são semelhantes aos causados pelos fungos *Phoma tarda* (Mancha de Phoma) e *Cercospora coffeicola* (Cercosporiose ou olho pardo) e também aos causados por fatores climáticos e distúrbios nutricionais. As bacterioses são favorecidas por condições de alta umidade e temperaturas (ZAMBOLIM, 2016).



Assimile

Como os sintomas causados pelas bactérias *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*, *P.cichorii*, *P. syringae* pv. *tabaci* e *B. andropogonis* em plantas de cafeeiro são muito semelhantes, sendo muito difícil distingui-los em campo, a diferenciação e identificação devem ser realizadas em laboratório. As formas mais práticas de diferenciar estas bactérias em laboratório é por meio de testes bioquímicos, especialmente o teste de **oxidase** (SCHAAD et al., 2001), o qual **apresenta resultado positivo para *P.cichorii* e negativo para as demais espécies**; e através da produção de pigmentos pela bactéria em meios de cultura específicos para o seu crescimento. As colônias de *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* são de coloração creme e produzem **pigmento marrom difusível no meio de cultura King B** (KING; RANEY; WARD, 1954), provocando o escurecimento do mesmo, enquanto colônias de *P.cichorii* e *P. syringae* pv. *tabaci* também são de coloração creme, porém, normalmente produzem **pigmento fluorescente** em meio King B, fazendo com que o mesmo adquira a cor verde-amarelada. As colônias de *B. andropogonis* são de coloração mais esbranquiçada e não produzem pigmentos em meios de cultura. Estudos ainda estão sendo realizados para o desenvolvimento de ferramentas moleculares que possam identificar e diferenciar essas bactérias.

O controle destas bacterioses deve ser primordialmente de caráter preventivo, como implantar quebra ventos ao redor da cultura, implantar os viveiros em áreas não sujeitas a ventos frios, adotar maior espaçamento entre as plantas para evitar o acúmulo de umidade e proteger as plantas com fungicidas cúpricos.



Saiba mais

Para o controle da mancha aureolada, recomenda-se, em condições de viveiro e em campo, a aplicação nas plantas da mistura de fungicida cúprico com ditiocarbamatos, para aumentar a ação bactericida. A utilização do fungicida cúprico para o controle desta bacteriose apresenta a vantagem de controlar simultaneamente algumas doenças fúngicas que ocorrem no cafeeiro, como a ferrugem (*Hemileia vastatrix*), a mancha de *Phoma* (*Phoma tarda*, *P. costarricensis* e outras), a mancha de olho pardo (*Cercospora coffeicola*) e a mancha de *Ascochyta* (*Ascochyta tarda*).

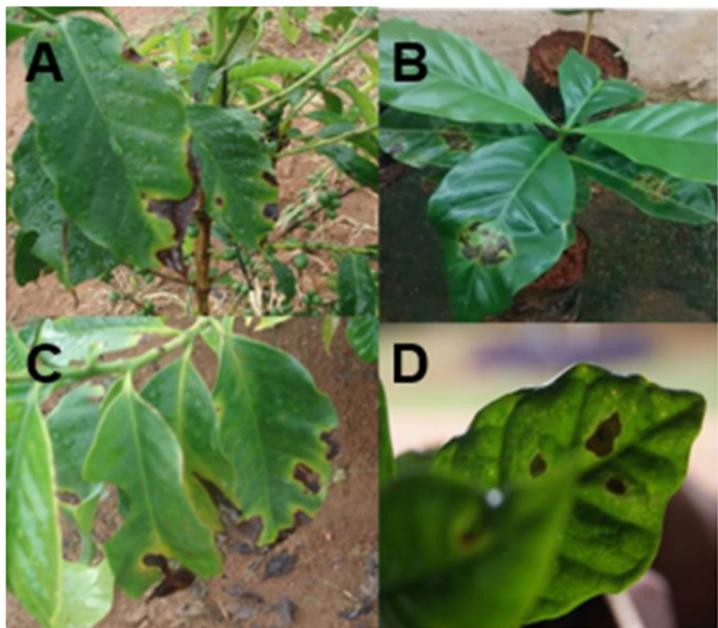


Exemplificando

Os sintomas apresentados por PSG, PSTA, PC e BA são muito semelhantes, e caracterizam-se por presença de manchas de coloração pardo-escura,

formato irregular, envoltas por halo amarelo, com exceção de PC, que normalmente não provoca o halo amarelo ao redor das lesões e apresentam coloração mais escura (Figura 3.1). Sendo assim, não é possível se fazer uma identificação correta da doença, com base apenas nos sintomas, sendo necessários testes bioquímicos e/ou moleculares para caracterizar e diferenciar estas espécies bacterianas.

Figura 3.2 | Sintomas observados em folhas de *Coffea arábica*, causados por *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* (a); *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (b); *Burkholderia andropogonis* (c); *Pseudomonas cichorii* (d)



Fonte: acervo pessoal da autora.

Outra bacteriose que ocorre no cafeiro é a **Atrofia dos ramos**, também chamada de **Requeima do café**, cujo agente etiológico é a bactéria *Xylella fastidiosa*. A bactéria infecta os vasos do xilema da planta, bloqueando a translocação de água e seiva no interior deles. Apresenta como sintomas característicos a redução dos internódios e ramos apresentando um “tufo” de folhas pequenas e malformadas nas pontas. Com o avanço da doença, as folhas caem e os ramos ficam completamente secos. A bactéria é transmitida por cigarrinhas vetoras da família *Cicadelidae* (entre exemplos das principais espécies vetoras: *Acrogonia citrina*, *Dilobopterus costalimai* e *Oncometopia*

facialis). As principais medidas de controle recomendadas para esta bacte-riose são manejar corretamente a cultura desde a sua implantação, produzir mudas em viveiros protegidos com tela, manejo da irrigação e adubação equilibrada das plantas (ZAMBOLIM, 2016).



Lembre-se

Para se confirmar a etiologia bacteriana de uma doença, deve-se realizar **teste de exsudação em gotas**, que consiste em se fazer cortes milimétricos do tecido vegetal afetado (pegando parte do tecido sadio e parte do tecido doente), em seguida, depositar os cortes sobre uma lâmina de vidro contendo uma gota de água, cobrir com uma lamínula e observar em microscópio óptico. Se for verificado uma “nuvem” saindo da lesão em direção à água, significa que a doença em questão é causada por bactérias.



Com relação às doenças de etiologia fúngica que ocorrem no cafeiro, as principais estão descritas no QR-Code ao lado.

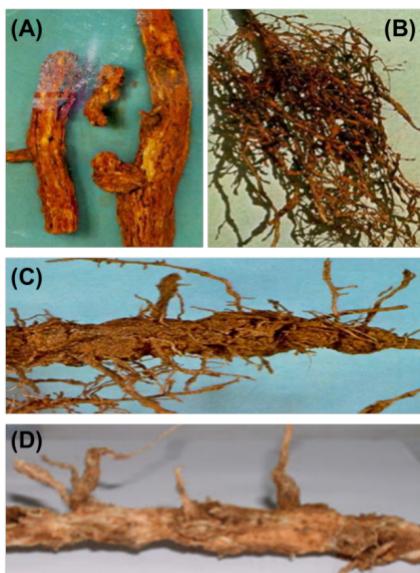
Os nematoídes que afetam a cultura do cafeiro são os **nematoídes das galhas** (*Meloidogyne* spp.) e os **nematoídes que causam descorticamento** são *Meloidogyne incognita*, *M. paranaensis* e *M. coffeicola*.

As principais espécies de fitonematoídes do gênero *Meloidogyne* associadas às raízes do cafeiro, que causam maiores danos, são: *M. incognita*, *M. coffeicola*, *M. paranaensis* e *M. exigua*.

Os sintomas causados por *M. exigua* são galhas arredondadas nas raízes mais novas e maior número de galhas formadas nas raízes superficiais (Figura 3.6 b). Não se observam galhas nas raízes velhas. *M. incognita* e *M. coffeicola* causam o descascamento, lesões e necrose nas raízes, provocando a redução do volume total de raízes, e consequentemente, a morte das plantas no campo (Figura 3.6 a e c). *M. paranaensis* provoca rachadura e degradação dos tecidos corticais, especialmente da raiz principal. Ao longo da raiz podem ser observadas manchas necróticas, onde ocorrem as fêmeas (Figura 3.6 d). As plantas afetadas apresentam folhas cloróticas, queda de folhas, redução do crescimento e até morte das plantas. *M. incognita* causa deformações e necroses na raiz principal e fendas internas no córtex. São observadas pintas escuras ao longo das raízes laterais onde se localizam as fêmeas, podendo

ocorrer pequenos engrossamentos semelhantes às galhas (Figura 3.6 c). As plantas afetadas apresentam folhas cloróticas, queda de folhas e redução do crescimento, podendo ocorrer dizimação de toda a plantação, especialmente em solos arenosos, causando seca total dos cafeeiros.

Figura 3.6 | Sintomas causados pelos nematoides *Meloidogyne coffeicola* (a); *Meloidogyne exigua* (b); *Meloidogyne incognita* (c); *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro (*Coffea arabica*) (d)



Fonte: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42668/1/ct52-cafe.pdf>; <http://www.scielo.br/pdf/fb/v28n5/17675.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2019.

As principais medidas recomendadas para o controle de nematoides do gênero *Meloidogyne* são utilização de variedades resistentes, utilização de mudas e sementes sadias adquiridas de viveiristas idôneos e registrados e eliminação de plantas doentes (ZAMBOLIM, 2016).

Algumas outras doenças que ocorrem na cultura do cafeeiro são: **mancha anular** (*Coffee ringspot virus* – CoRSV); **mancha de Ascochyta** (*Ascochyta tarda*); **mancha de Corynespora** (*Corynespora cassiicola*); **rhizoctonose** (*Rhizoctonia solani*); **roseliniose** (*Rosellinia bunodes*); **Fusariose** (*Fusarium spp.*); **mancha de Myrothecium** (*Myrothecium roridum*); **antracnose dos frutos verdes** (*Colletotrichum kahawae*); **mancha manteigosa** (*Colletotrichum gloeosporioides* e *C. acutatum*) e **queima do fio** (*Corticium salmonicolor*).



Pesquise mais

Aluno, para aprofundar mais o seu conhecimento acerca das doenças que ocorrem no cafeeiro, faça a leitura das páginas 44 a 61 do seguinte manual:

MESQUITA, Carlos Magno de et al. **Manual do café**: distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro (*Coffea arábica* L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 62 p.

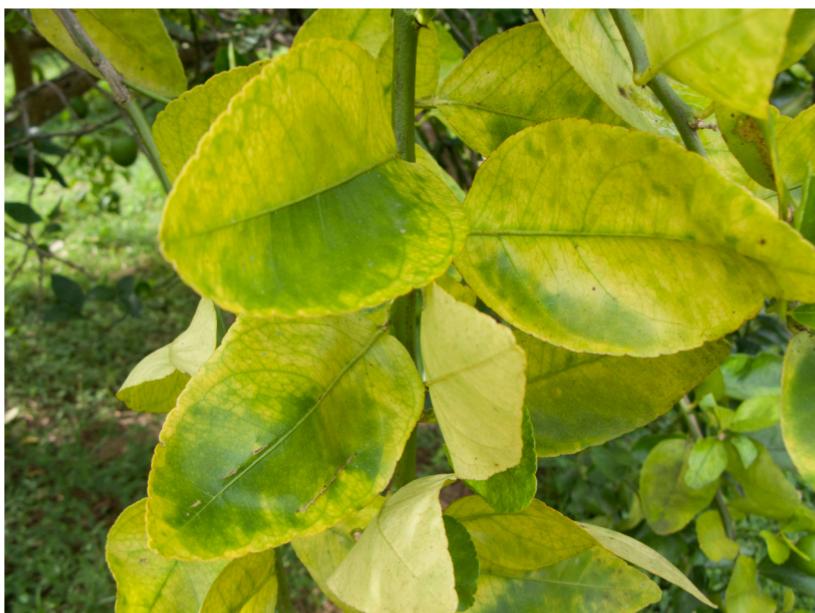
Prezado aluno, vamos falar agora sobre a cultura dos citros e sobre as principais doenças que a afetam. A citricultura é de significativa importância socioeconômica para o Brasil, o qual é o maior produtor mundial de citros e o maior exportador de suco de laranja doce (NEVES; TROMBIN, 2017). No entanto, diversas doenças que acometem a cultura podem limitar sua produtividade e a qualidade dos frutos. Vamos ver quais são as principais doenças que ocorrem na cultura dos citros?

As principais doenças de etiologia bacteriana que ocorrem na cultura são: **huanglongbing**, causada pela bactéria *Candidatus Liberibacter* spp., **clorose variegada dos citros**, cujo agente etiológico é a bactéria *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* e o **cancro cítrico**, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *citri*.

O **huanglongbing (HLB)**, também conhecido como “greening” ou “doença do ramo amarelo”, é atualmente uma das mais destrutivas doenças da citricultura mundial. A doença está associada a bactérias restritas aos vasos do floema, não são cultivadas em meio de cultura e sua identificação e caracterização é feita somente por técnicas moleculares. Três espécies causam a doença: *Candidatus Liberibacter asiaticus*, causadora da forma asiática da doença, *Ca. L. africanus*, causadora da forma africana e *Ca. L. americanus*, que foi detectada em 2004 na região central de São Paulo. *Ca. L. asiaticus* e *Ca. L. americanus* são transmitidos pelo psilídeo *Diaphorina citri*, enquanto *Ca. L. africanus* é transmitida pelo psilídeo *Trioza erytreae*.

Os sintomas causados por estas bactérias caracterizam-se por presença de mosqueados irregulares nas folhas, apresentando regiões cloróticas não definidas e distribuídas de forma assimétrica no limbo foliar verde (Figura 3.7) (BASSANEZI et al., 2016).

Figura 3.7 | Sintomas observados em folhas de laranja (*Citrus sinensis*) causados pela bactéria *Candidatus Liberibacter* spp.



Fonte: iStock .

Como ainda não estão disponíveis plantas resistentes ou tolerantes à HLB e não há métodos curativos economicamente viáveis para plantas afetadas pela doença, são preconizadas medidas de caráter preventivo, como utilização de mudas sadias e certificadas, produção de mudas em viveiros telados, erradicação de plantas doentes, conforme instrução normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e controle do inseto vetor com inseticidas químicos ou biológicos (BASSANEZI et al., 2016).



Pesquise mais

Para que você possa conhecer mais a respeito da doença huanglongbing dos citros, sugerimos a leitura das páginas 6 a 19 da seguinte cartilha: GIRARDI, Eduardo Augusto et al. *Guia de Identificação do Huanglongbing (HLB, ex-greening) dos Citros*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011.

A Clorose variegada dos citros (CVC), causada pela bactéria *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*, é uma das principais doenças da citricultura brasileira. A bactéria é limitada ao xilema e é transmitida por espécies de cigarrinhas da família *Cicadelidae*. As folhas de plantas infectadas com CVC apresentam manchas amarelas de forma variegada, distribuídas irregularmente no limbo foliar. Na face inferior há pequenas pontuações marrom-claras que podem evoluir para lesões marrom-escuras tornando-se necróticas. Os frutos de ramos com sintomas foliares são pequenos, duros e com cor de fruto maduro (Figura 3.8) (BASSANEZI et al., 2016).

Figura 3.8 | Sintomas observados em folhas de laranja (*Citrus sinensis*) infectadas com CVC



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pierce%27s_disease_-_Xylella_fastidiosa_-_1262027.jpg.
Acesso em: 6 fev. 2019.

As medidas de controle recomendadas para a doença são o plantio de cultivares o menos suscetíveis possível, utilização de mudas livres do patógeno, controle químico das cigarrinhas vetoras da bactéria, inspeção frequente nos pomares, objetivando identificar eventuais focos da doença, erradicação de plantas jovens sintomáticas (até 3 anos de idade), poda de ramos afetados em plantas em produção e manutenção do pomar em boas condições hídricas, nutricionais e sanitárias (BASSANEZI et al., 2016).

O **Cancro cítrico**, causado pela bactéria *Xanthomonas citri* subsp. *Citri*, constitui uma importante doença para a citricultura mundial, podendo ocorrer em várias espécies, variedades e híbridos de *Citrus* e gêneros afins. Os sintomas causados pela bactéria podem ser observados em ramos, folhas e frutos, provocando lesões eruptivas, corticosas, puntiformes, de cor creme

ou parda, que podem ser circundadas por halo amarelo (Figura 3.9 a, b e c) (BASSANEZI et al., 2016).

Figura 3.9 | Sintomas de cancro cítrico nas duas faces da folha (a); em frutos de limão (*Citrus limon*) (b)



Fonte: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/746695/1/documento234.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2019.



Refletá

Como os sintomas do cancro cítrico e da verrugose são semelhantes, como poderia ser a diferenciação dessas doenças no campo e no laboratório?

A penetração da bactéria pode ocorrer por meio dos estômatos ou por ferimentos causados pelo minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*). A melhor forma de controlar o cancro cítrico é por meio do Manejo Integrado de Doenças. As principais medidas que podem ser adotadas são: evitar a instalação dos pomares em locais onde as condições ambientais são favoráveis à doença, como ocorrência de ventos fortes e constantes; utilizar mudas sadias e certificadas na implantação dos pomares ou em replantios; implantar quebra-ventos ao redor da propriedade; pulverizar as plantas com produtos à base de cobre, de forma preventiva; controlar o minador dos citros e utilizar variedades resistentes ou moderadamente resistentes (BASSANEZI et al., 2016).



Vamos ver agora algumas importantes doenças fúngicas que ocorrem na cultura dos citros, as quais estão descritas no QR_Code ao lado.



Assimile

Plantas de citros afetadas pela **Verrugose** apresentam lesões salientes e corticosas em apenas uma face da folha, e na face oposta ocorre uma reentrância correspondente, enquanto em plantas afetadas pelo **câncro cítrico**, as lesões são visíveis e salientes nas duas faces da folha.

Algumas outras importantes doenças que ocorrem na cultura do citros são: **tristeza dos citros** (*Citrus tristeza virus* – CTV); **morte súbita dos citros** (agente etiológico ainda não confirmado); **declínio** (etiologia desconhecida); **leprose** (*Citrus leprosis virus C* – CiLV-C); **sorose** (*Citrus psorosis virus* - CPsV); **exocorte** (*Citrus exocortis viroid* (CEVd); **xiloporoze ou cachexia** (Hop stunt viroid - HSVd); **tombamento, gomose de Phytophthora e podridão parda** (*Phytophthora* spp.); **rubelose** (*Erythricium salmonicolor*); **mancha graxa** (*Mycosphaerella citri*); **mancha marrom de alternaria e mancha foliar de alternaria** (*Alternaria alternata*); **podridão floral dos citros** (*Colletotrichum acutatum* e *C. gloeosporioides*); **antracnose** (*Colletotrichum gloeosporioides*); **podridão negra** (*Alternaria alternata*) e **bolor azul e bolor verde** (*Penicillium digitatum* e *P. italicum*).

Caro aluno, acabamos de abordar as principais doenças que afetam a cultura do cafeiro e dos citros, culturas perenes de grande importância para o agronegócio brasileiro. Vamos agora praticar os conhecimentos acerca dos aspectos destas doenças? Mão à obra!

Sem medo de errar

Como você já conheceu um pouco mais sobre os aspectos das principais doenças do cafeiro, vamos resolver a nossa situação-problema: você, engenheiro agrônomo, está trabalhando em uma clínica fitossanitária e constantemente recebe amostras de plantas de cafeiro, seringueira e eucalipto (culturas perenes mais cultivadas na região), apresentando sintomas de doença. Na primeira semana, você recebeu na clínica amostras de cafeiro apresentando manchas irregulares, de coloração pardo-escura envoltas por halo amarelado. Sua função é diagnosticar a doença que está causando prejuízos econômicos na lavoura do cafeicultor. Com base apenas nos sintomas apresentados, não foi possível identificar a doença, pois outras doenças de etiologia bacteriana e fúngica provocam sintomas semelhantes. Então, você realizou o teste de exsudação em gotas, isolou o patógeno em meio de cultura, e também realizou o teste de oxidase. Você verificou que o teste de exsudação foi positivo, que o meio de cultura onde o patógeno foi cultivado apresentou uma coloração escura e que o patógeno apresentou

resultado negativo no teste de oxidase. Com base nestes resultados, você deve ser capaz de responder aos seguintes questionamentos:

Qual o tipo de agente está causando a doença (fungo, bactéria, vírus ou nematoide)? O agente causal da doença é uma bactéria, visto que o teste de exsudação em gotas foi positivo, ou seja, foi possível observar uma “nuvem” (exsudação bacteriana) de colônias bacterianas saindo do tecido lesionado. O teste de exsudação em gotas é utilizado para se confirmar a etiologia bacteriana de uma doença.

Qual é o patógeno que está causando a doença e qual é a doença? O patógeno que está causando a doença é a bactéria *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*, causadora da doença mancha aureolada.

Como você chegou a essa conclusão? Primeiramente, por meio do resultado positivo do teste de exsudação em gotas foi possível comprovar a etiologia bacteriana da doença. Sendo assim, descartou-se as possibilidades de se tratar de doenças fúngicas como mancha de *Phoma* (*Phoma tarda*) e *cercosporiose* (*Cercospora coffeicola*), as quais provocam sintomas parecidos aos da mancha aureolada. Após o isolamento e crescimento bacteriano em meio de cultura King B, foi possível observar um escurecimento do meio, o que é característico de isolados de *P. syringae* pv. *garcae*, o que permitiu identificá-la e diferenciá-la das outras bactérias que provocam sintomas semelhantes em plantas de cafeeiro (*P. syringae* pv. *garcae*, *P. cichorii* e *B. andropogonis*), visto que elas normalmente produzem pigmento fluorescente em meio de cultura (exceto *B. andropogonis*, porém pode ser diferenciada das demais por apresentar colônias mais esbranquiçadas enquanto todas as outras apresentam colônias de coloração creme). O resultado negativo no teste de oxidase confirmou não se tratar de *P. cichorii*, que dentre as bactérias aqui citadas é a única que apresenta resultado positivo para o teste.

Quais medidas de controle para esta doença devem ser recomendadas? O manejo da mancha aureolada baseia-se principalmente em medidas preventivas, como a utilização de sementes e mudas sadias, escolha de áreas livres da doença, implantação de quebra-ventos ao redor da lavoura para impedir a entrada da bactéria e/ou dificultar o seu avanço nas áreas onde foi detectada. É recomendado também a aplicação de produtos à base de cobre, como cloridrato de kasugamicina e oxicloreto de cobre. Ao final das suas análises e obtenção dos resultados, você deverá entregar um laudo ao produtor, respondendo a todos estes questionamentos.

Cancro cítrico ou Verrugose?

Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, foi solicitado por um produtor de citros para diagnosticar a doença que estava ocorrendo em sua lavoura. Ao chegar na área, observou a presença de lesões irregulares, de cor canela, corticosas e salientes presentes somente na face superior de algumas folhas. E em alguns frutos, você verificou lesões também irregulares, salientes, corticosas e de cor palha ou cinza-escuro. O citicultor estava em dúvida se a doença que estava presente em sua lavoura era o cancro cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*) ou a verrugose (*Elsinoë fawcetti* e *Elsinoë australis*), por isso contratou o seu serviço, para fazer a diagnose correta da doença. Ao analisar os sintomas e de acordo com os seus conhecimentos acerca dessas doenças, qual delas você acha que está ocorrendo na lavoura? Por que você chegou a essa conclusão? O que você fez para confirmar a etiologia da doença?

Resolução da situação-problema

A doença que está ocorrendo na lavoura de citros é a verrugose, pois folhas afetadas por esta doença apresentam lesões salientes e corticosas em apenas uma das faces, já na face oposta ocorre uma reentrância correspondente, enquanto em folhas afetadas pelo cancro cítrico as lesões são visíveis e salientes nas duas faces. Para confirmar a etiologia da doença, pode-se realizar o teste de exsudação em gotas, pois, se não ocorrer a exsudação, pode-se afirmar que não se trata de uma doença de etiologia bacteriana, ou seja, descarta-se a possibilidade de cancro cítrico. E também pode-se observar as estruturas fúngicas no microscópio óptico.

Faça valer a pena

1. O cafeiro (*Coffea* spp.), embora apresente grande potencial produtivo, pode ser afetado por diversas doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus que afetam a produtividade e o rendimento da cultura.

Dentre as doenças do cafeiro listadas a seguir, assinale aquela que é de etiologia fúngica.

- a) Mancha de ramularia.

- b) Atrofia dos ramos.
- c) Mancha aureolada.
- d) Mancha de *Phoma*.
- e) Mancha anular.

2. Determinada doença na cultura dos citros causa manchas amarelas, distribuídas de forma irregular no limbo foliar. Na face inferior da folha, é possível observar pequenas pontuações marrom-claras, correspondente às manchas amarelas da face superior, que podem evoluir para lesões marrom-escuras e tornar-se necróticas. Os frutos apresentam-se duros, pequenos e com cor de fruto maduro.

Os sintomas descritos são causados por qual patógeno na cultura dos citros?

- a) *Xanthomonas citri* subsp. *citri*.
- b) *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*.
- c) *Citrus tristeza virus* (CTV).
- d) *Xylella fastidiosa*.
- e) *Candidatus Liberibacter* spp.

3. Uma das formas de se controlar a ferrugem do cafeeiro, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, é por meio da aplicação de fungicidas não sistêmicos, como os cúpricos (calda bordalesa, calda viçosa, óxidos e hidróxidos de cobre e oxicloreto).

Além de controlar a ferrugem, a utilização desses fungicidas cúpricos também pode ser eficaz para controlar quais patógenos que atacam o cafeeiro?

- a) *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* e *Xylella fastidiosa*.
- b) *Cercospora coffeicola* e *Meloidogyne incognita*.
- c) *Phoma tarda* e *Ascochyta tarda*.
- d) *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* e *Meloidogyne incognita*.
- e) *Phoma tarda* e *Xylella fastidiosa*.

Doenças da seringueira e dendzeiro

Diálogo aberto

As culturas do dendzeiro (*Elaeis guineensis*) e da seringueira (*Hevea brasiliensis*) são de grande importância para o agronegócio no Brasil e no mundo. No entanto, diversos fatores, dentre eles as doenças, podem limitar a obtenção de altas produtividades e qualidade destas culturas. Sendo assim, é essencial conhecer as doenças que as afetam. Por isso, abordaremos nesta seção os principais aspectos, como sintomas, etiologia, condições favoráveis e controle das principais doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides que ocorrem nas culturas do dendê e da seringueira.

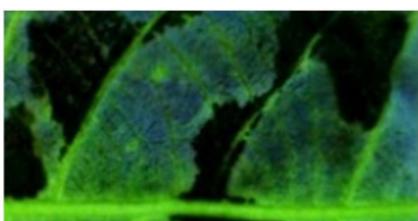
Para que você compreenda como esses conteúdos são aplicados, analise a seguinte problemática: você, engenheiro agrônomo, está trabalhando em uma clínica fitossanitária, cujo objetivo é diagnosticar problemas fitossanitários que estão afetando plantações da região, causando redução na produtividade e qualidade. As amostras recebidas na clínica são enviadas, em sua maioria, por produtores de café, seringueira e eucalipto, que são as culturas perenes mais cultivadas na região. Na segunda semana, você recebeu amostras de folhas de seringueira doentes e, ao analisar os sintomas em uma lupa, verificou na face superior da folha pontos enegrecidos, maciços e ásperos, com um aspecto de “lixa” (Figura 3.13a). Na parte inferior da folha você observou manchas necróticas, de aspecto aveludado e cor verde-oliva a verde-escuro e também a presença de conídios sobre essas manchas (Figura 3.7b).

Figura 3.13 | Sintomas observados na face superior da folha (a) e face inferior da folha de seringueira (b)

(A)



(B)



Fonte: Gasparotto et al. (1997).

Sua função será diagnosticar a doença que está causando danos às plantas de seringueira. Para tanto, você deverá identificar a doença com base nos sintomas apresentados pelas amostras de plantas e realizar alguns testes para confirmar o agente causal. Dessa forma, qual é a doença que está ocorrendo no seringal? Qual é o patógeno? Como você chegou a este resultado? Quais medidas de controle para esta doença devem ser recomendadas?

Ao final das suas análises e obtenção dos resultados, você deverá emitir um laudo para o produtor respondendo a todos estes questionamentos.

Bons estudos!

Não pode faltar

O dendzeiro, também conhecido como palma de óleo (*Elaeis guineensis*), é a cultura oleaginosa mais importante cultivada pelo homem, contribuindo com 32% de todo óleo vegetal produzido no planeta (BIODIESELBR, 2017). O dendê apresenta altas produções de óleo por hectare e as características especiais dos óleos extraídos conferem-lhe grande versatilidade, possibilitando o seu uso em inúmeros produtos mundialmente (PARENTE; OLIVEIRA JÚNIOR; COSTA, 2003). No entanto, diversos fatores podem ocasionar a perda de produtividade da cultura, dentre esses fatores está a ocorrência de doenças, as quais podem dizimar milhares de plantas e gerar grandes perdas econômicas no Brasil e no mundo (BOARI, 2008). As doenças mais importantes do dendzeiro são: anel vermelho (*Bursaphelenchus cocophilus*) e o amarelecimento fatal (etiologia desconhecida).

O **anel vermelho**, causado pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus*, é considerada, atualmente, a principal doença do dendzeiro no Brasil. O nematoide é disseminado pelo inseto-vetor *Rhynchophorus palmarum*, um curculionídeo da ordem Coleoptera, também chamado de biccudo ou broca do coqueiro. A transmissão de *B. cocophilus* pode se dar entre plantas por meio de contato de raízes, e pode ser disseminado pela água de chuva, solos e ferramentas contaminadas. A doença pode ocorrer em qualquer época do ano, e outras palmáceas podem hospedar o patógeno, como os coqueiros (*Cocos nucifera*), piaçava (*Attalea funifera*), bacabeira (*Oenocarpus mapora*), entre outras, servindo como fonte de inóculo para a doença.



Exemplificando

Os sintomas do anel vermelho podem variar com a idade, a cultivar e o local da planta infectada. A doença provoca sintomas externos, visualizados na superfície da planta, e sintomas internos, visíveis ao

se cortar os tecidos afetados.

Com relação aos sintomas externos, inicialmente podem aparecer tufos de folhas centrais subdesenvolvidas (Figura 3.14), ocorrendo também um amarelecimento e seca que progride para as folhas intermediárias e inferiores, deixando um vazio no centro da coroa da planta. Com o avanço da doença, associado ao anel vermelho, ocorre o apodrecimento do meristema apical (Figura 3.15) seguido de morte da planta. As inflorescências geralmente abortam e as plantas passam a ser improdutivas e os frutos dos cachos existentes apodrecem antes da maturação.

Figura 3.14 | Tufo de folhas centrais do dendêzeiro subdesenvolvidas



Fonte: Boari et al. (2016, p. 28).

Figura 3.15 | Apodrecimento do meristema apical



Foto: Alessandra de Jesus Boari. Fonte: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/152497/1/Doc-425-Ainfo.pdf>>Fonte: EMBRAPA (2016, p. 29).

Outro sintoma externo que ocorre é a seca ascendente das folhas, ou seja, os sintomas se manifestam inicialmente nas folhas mais velhas e progridem para as mais novas, podendo haver ou não a redução do crescimento das folhas centrais (Figura 3.16). Também pode ocorrer no plantio o amarelecimento e o bronzeamento das folhas (Figura 3.17).

Figura 3.16 | Seca e morte ascendente das folhas do dendezeiro



Fonte: Boari et al. (2016, p. 31).

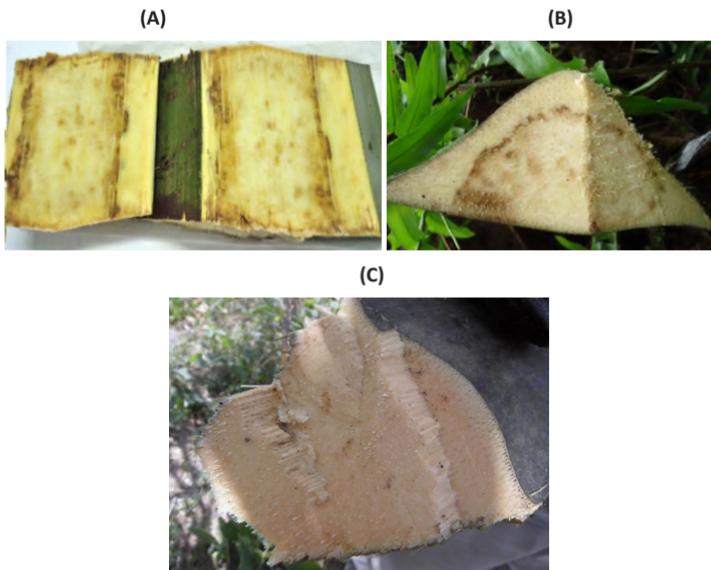
Figura 3.17 | Amarelecimento (a) e bronzeamento (b) das folhas



Fonte: Boari et al. (2016, p. 30).

Com relação aos sintomas internos, é possível observar duas faixas de cor amarronzada ao se fazer um corte longitudinal do tecido doente (Figura 3.18a), que coincidem com o anel observado no corte transversal (Figura 3.18b). É comum observar uma coloração rósea no corte do pecíolo (Figura 3.18c). E atenção: esta coloração rósea também pode ser observada em plantas com fusariose (infectadas pelo fungo *Fusarium oxysporum f.sp. elaeidis*) e em plantas não infectadas de algumas progêñies da cultura (sendo a cor rósea uma característica inerente à progênie).

Figura 3.18 | Manchas em forma de anel em pecíolos da palma de óleo em corte longitudinal (a); corte transversal (b); coloração rósea do pecíolo em corte transversal (c)



Fonte: EMBRAPA (2016, p. 34, 41).

As principais medidas recomendadas para o controle do anel vermelho são o controle do inseto-vetor, a realização de inspeções mensais para identificar e eliminar as plantas com os sintomas iniciais da doença e evitar plantio do dendê em áreas com histórico da doença (BOARI; CARVALHO; NECHET, 2016).

O **amarelecimento fatal** da palma de óleo é uma ameaça à cultura por ter etiologia desconhecida, sendo considerada uma das mais sérias doenças dessa palmácea no Brasil. Sua primeira ocorrência foi em 1974, no estado do Pará, e desde então inúmeros trabalhos de pesquisa têm sido realizados para descobrir a causa da doença, porém, sem sucesso.

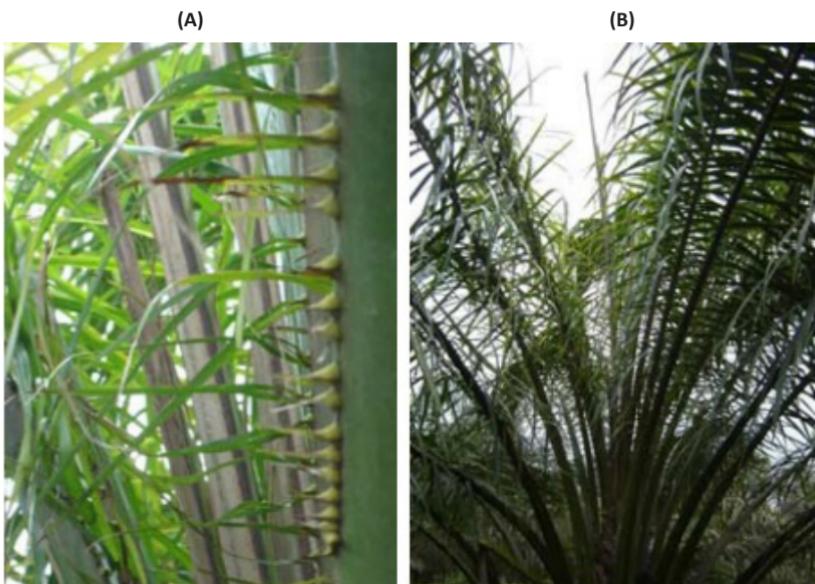


Assimile

De acordo com as pesquisas feitas para identificar o agente causal do amarelecimento fatal (AF), os postulados de Koch não foram fechados, visto que nenhum resultado demonstrou a associação constante de microrganismos com plantas de palma de óleo apresentando sintomas de AF. Os pesquisadores estão trabalhando com a hipótese de a doença possuir causa abiótica, relacionada a excesso de chuvas e deficiência de nutrientes (principalmente Ca).

Os sintomas iniciais de AF caracterizam-se pelo ligeiro amarelecimento dos folíolos basais das folhas intermediárias e, mais tarde, pelo aparecimento de necroses nas extremidades dos folíolos, evoluindo para a base destes (Figura 3.19a). Além disso, ocorrem lesões necróticas na folha flecha (folha não aberta) que progridem para o seu apodrecimento, mas sem atingir o palmito da planta. A seca das folhas ocorre das folhas mais novas para as folhas mais velhas (Figura 3.19b).

Figura 3.19 | Amarelecimento e necrose da ponta do folíolo para base (a); necrose da folha flecha (b)



Fonte: Boari (2008, p. 17).

O controle da doença pode ser feito por meio da utilização de híbridos resistentes e medidas baseadas no princípio da evasão, como cultivar a palma de óleo em “áreas de escape” com menor pluviosidade (BOARI; CARVALHO; NECHET, 2016; BOARI, 2008; VENTURIERI et al., 2009).



Reflita

Lembrando que o princípio da evasão consiste em táticas de “fuga” da doença, podendo ser direcionadas ao ambiente e/ou ao patógeno, então, quais outras medidas poderiam ser adotadas para o controle do amarelecimento fatal?

No quadro a seguir estão descritos os principais aspectos das doenças fúngicas causadas por protozoário (Murcha de Fitomonas (*Phytomonas staheli*)), mais importantes para a cultura do dendezeiro.



No quadro do QR-Code ao lado estão descritos os principais aspectos das doenças fúngicas causadas por protozoário (Murcha de Fitomonas (*Phytomonas staheli*)), mais importantes para a cultura do dendezeiro.

Outras doenças que podem ocorrer na cultura do dendezeiro são: **mancha anelar** (*African oil palm ringspot virus* (AOPRV)); **marchitez letal** (sem evidências claras sobre a causa da doença, mas há relatos de associação a fitoplasmas); **mancha foliar de pestalotiopsis** (*Pestalotiopsis* sp.); **crosta da ráquis** (*Didymosphaeria cocconiae*); **míldio negro** (*Meliola melanococcae*); **apodrecimento da folha flecha** (*Fusarium* sp. associado a fatores abióticos); **podridão de cachos** (*Conocybe* sp.); **queima de folhas jovens** (*Phytophthora* sp.); **podridão de sementes** (*Schizophyllum commune*); **podridão basal de ganoderma** (*Ganoderma boninense*); **podridão da coroa e apodrecimento de frutos** (*Marasmius palmivorus*) e **algas** (*Cephaleuros virescens*) (BOARI; CARVALHO; NECHET, 2016).



Pesquise mais

Para aprofundar mais o seu conhecimento acerca das duas doenças mais importantes da cultura do dendezeiro, sugere-se a leitura dos seguintes materiais:

BOARI, Alessandra de Jesus et al. **Anel-Vermelho da Palma de Óleo**. Embrapa Amazônia Oriental. 2016.

BOARI, Alessandra de Jesus. **Estudos realizados sobre o amarelecimento fatal do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

VENTURIERI, Adriano et al. Relação entre ocorrência do Amarelecimento fatal do dendezeiro (*Elaeis guineensis* jacq.) e variáveis ambientais no estado do Pará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** Natal: Inpe, 2009. p. 523 - 530.

Vamos estudar agora a respeito da cultura seringueira e das principais doenças que a afetam.

A **seringueira** pertence ao gênero *Hevea*, sendo a espécie *Hevea brasiliensis* a mais importante do ponto de vista comercial. Nativa da região

amazônica, é a principal fonte de borracha natural do mundo (SCALOPPI; FREITAS; GONÇALVES, 2017). A cultura da seringueira é de grande importância econômica e social para o agronegócio brasileiro. Como é um cultivo renovável, sua produção proporciona rentabilidade atrativa ao agricultor, adequada à agricultura familiar (ALVARENGA; CARMO, 2006). No entanto, a seringueira pode ser afetada por diversas doenças que acometem a cultura, ocasionando perdas de produtividade e qualidade de seus produtos. Vamos ver algumas destas doenças.

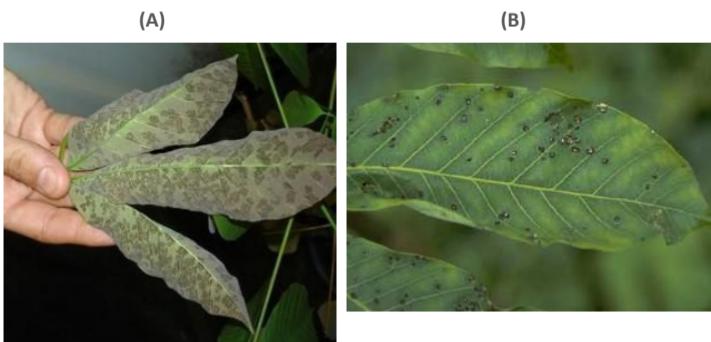
O **mal-das-folhas** é causado pelo fungo *Microcyclus ulei* (fase anamórfica: *Pseudocercospora ulei*), o qual é específico do gênero *Hevea*. Ainda não houve consenso sobre a nomenclatura da fase teleomórfica, sendo assim, *Microcyclus ulei* foi mantido neste texto. O patógeno é favorecido por umidade relativa elevada, sendo que para haver infecção são necessárias, no mínimo, oito horas contínuas de orvalho e casos severos da doença ocorrem sob condições de UR 90% por 10 horas consecutivas durante um período mínimo de 12 dias (FURTADO; GASPAROTO; PEREIRA, 2016).



Exemplificando

Na face inferior dos folíolos da planta de seringueira, os sintomas do mal-das-folhas se caracterizam por pequenas manchas necróticas e circulares, sobre as quais é possível observar a presença de conídios de aspecto aveludado e cor verde-escura (Figura 3.21a). Com o progresso da doença, as lesões coalescem e recobrem todo o folíolo, ocasionando necrose e queda do mesmo. Caso as condições climáticas não sejam totalmente favoráveis ou a infecção ocorra em folíolos mais velhos, estes não chegam a cair e os danos são menores. Nestes folíolos é possível observar pontos enegrecidos, geralmente na face superior da folha, que correspondem à formação de estromas, representando a fase sexuada do fungo. Com o passar do tempo, estes se tornam maciços, salientes e ásperos (Figura 3.21b). Se as condições forem favoráveis, os sintomas também ocorrem em tecidos jovens de hastes, pecíolos e frutos (GASPAROTTO et al., 1997; FURTADO; GASPAROTO; PEREIRA, 2016).

Figura 3.21 | Manchas de cor verde-oliva na face abaxial dos folófolios (a); pontos enegrecidos e salientes na face adaxial dos folófolios, que correspondem aos estromas do fungo (b)



Fonte: https://www.agrolink.com.br/problemas/mal-das-folhas_1612.html. Acesso em: 6 fev. 2019.



Assimile

Os **conídios** produzidos na fase assexuada ou anamórfica do mal-das-folhas são **esverdeados** ou **oliváceos**. Quando as lesões são examinadas em microscópio óptico, é possível observar uma rede de conidióforos curtos e escuros, e na extremidade destes são formados os conídios esverdeados. A fase sexuada ou teliomórfica produz ascósporos (esporos sexuais) no interior de pseudotécios (ascostromas), dentro de estromas formados na superfície da folha, que são visíveis como **pontos enegrecidos**, geralmente na face adaxial da folha. O pseudotécio pode ser observado em microscópio óptico. Todas essas características e estruturas observadas no microscópio possibilitam a confirmação da doença.

Uma das principais medidas de manejo da doença é baseada no princípio da evasão, que consiste em realizar o plantio em locais ou áreas desfavoráveis ao patógeno, conhecidas como “áreas de escape”. Um zoneamento climático foi desenvolvido pela Seção de Climatologia do Instituto Agronômico de Campinas - IAC, para a cultura da seringueira, o qual estabelece áreas potenciais para o cultivo da cultura no Brasil, com estação seca bem definida, que coincide com o período de troca de folhas das plantas, sem riscos de epidemias. Outras medidas que podem ser adotadas são a utilização de clones resistentes e com troca uniforme das folhas bem como o controle químico (FURTADO; GASPAROTO; PEREIRA, 2016).

Os **nematoides** que causam doenças na cultura da seringueira, pertencem ao gênero *Meloidogyne* (*M. exigua*, *M. incognita* e *M. javanica*). Na década de 90, constatou-se alta a infestação desses patógenos, causando danos severos

em seringueiras com 4 a 12 anos de idades na região de Rondonópolis (MT). A partir de então estas nematosses ganharam importância para a cultura.

Dentre essas espécies de **nematoides**, *M. exigua* é que apresenta maior agressividade. O sistema radicular de plantas afetadas apresenta galhas de aspecto necrosado e amarelado, com presença de fêmeas do nematoide no seu interior. Ocorre subdesenvolvimento radicular e elementos do vaso do xilema ficam curtos, deformados e aglomerados de forma irregular.

O controle de tais nematoides deve ser essencialmente preventivo, adotando-se medidas como utilização de mudas sadias livres de nematoides, produção de mudas em solo tratado ou em substratos livres do patógeno e plantio de culturas não hospedeiras (crotalária, mucuna) (FURTADO; GASPAROTO; PEREIRA, 2016).



No quadro do QR-Code ao lado estão descritos os principais aspectos das doenças fúngicas mais importantes para a cultura da seringueira.

Outras doenças que podem ocorrer na cultura da seringueira são: **podridão de raízes** (*Gamoderma philippi*, *Rigidoporus lignosus* e *Phellinus noxius*); **requeima, queda-anormal-das-folhas, cancro estriado e cancro-do-tronco** (*Phytophthora capsici*, *P. palmivora* e *P. citrophthora*); **mancha de corynespora** (*Corynespora cassicola*); **mancha de cercospora** (*Cercospora heveae*); **mancha de alternaria** (*Alternaria* sp.), **mancha concêntrica** (*Periconia manihoticola*); **rubelose** (*Erythricium salmonicolor*); **podridão do enxerto e da casca** (*Lasiodiplodia theobromae*) e **queima do fio** (*Corticium koleroga*) (FURTADO; GASPAROTO; PEREIRA, 2016).



Pesquise mais

Caro aluno, para aprofundar e complementar os seus conhecimentos a respeito das doenças da seringueira, realize a leitura do seguinte livro técnico da Embrapa:

GASPAROTTO, Luadir et al. **Doenças da seringueira no Brasil**. Brasília: Embrapa, 1997.

Prezado aluno, acabamos de abordar as principais doenças que afetam a cultura do dendezeiro e da seringueira, culturas perenes de grande

importância para o agronegócio brasileiro. Vamos agora praticar os conhecimentos a respeito dos aspectos dessas doenças?

Sem medo de errar

Como você já conheceu um pouco mais sobre os aspectos das principais doenças da seringueira, vamos resolver a situação-problema: você recebeu na clínica fitossanitária onde trabalha, amostras de folhas de seringueira apresentando sintomas de doença e, ao examinar o material em uma lupa, observou pontos enegrecidos, áspéros, com um aspecto de “lixa”, na face adaxial da folha. Na face abaxial você verificou lesões necróticas, de aspecto aveludado e cor verde-oliva a verde-escuro e também a presença de conídios sobre estas lesões. De acordo com essas observações:

Qual é a doença que está ocorrendo no seringal? Qual é o patógeno? A doença que está ocorrendo nas plantas de seringueira é o mal-das-folhas, causada pelo fungo *Microcyclus ulei* (fase anamórfica: *Pseudocercospora ulei*).

Como você chegou a este resultado? Primeiramente a partir da análise na lupa, dos sintomas como pontos enegrecidos, áspéros, com aspecto de “lixa” na face superior das folhas e manchas verdes além da presença de conídios na face inferior das folhas, sintomas característicos da doença mal-das-folhas. Para confirmar a etiologia da doença, foram observadas as estruturas fúngicas (sexuadas e assexuadas) no microscópio óptico, verificando que os conídios (produzidos na fase assexuada) eram de cor olivácea e também observou-se os ascostromas (pseudotécios), que são as estruturas produzidas na fase sexuada e que correspondem aos pontos enegrecidos visíveis na superfície da folha.

Quais medidas de controle para esta doença devem ser recomendadas? As medidas de controle do mal-das-folhas são baseadas no princípio da evasão, que consiste em realizar o plantio em locais ou áreas desfavoráveis ao desenvolvimento do patógeno, conhecidas como “áreas de escape”. Nas regiões que apresentam restrições fitossanitárias de cultivo, deve-se priorizar clones nacionais de *H. brasiliensis*, resistentes com troca uniforme das folhas. O controle químico também é recomendado, mas apenas em jardins clonais e viveiros.

Ao final das suas análises e obtenção de resultados, você deverá emitir um laudo ao produtor, respondendo aos questionamentos anteriores.

Identificação de doença em plantações de dendzeiro

Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, foi chamado para analisar uma plantação de dendê que estava apresentando problemas de baixa produtividade. O produtor estava suspeitando que suas plantas estavam infectadas com o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, que causa a fusariose, pois, ao fazer um corte transversal do pecíolo, ele verificou uma coloração rósea, que pode ser causada por este fungo. Ele lhe chamou para confirmar se o problema em suas plantações estava mesmo sendo causado por este fungo. Ao chegar na área, você verificou que as plantas de palma de óleo apresentavam tuhos de folhas centrais subdesenvolvidas, amarelecimento e seca das folhas intermediárias e inferiores. Ao cortar transversalmente o pecíolo, além da coloração rosada, você verificou a presença de um anel de coloração amarronzada. A partir dessas observações feitas, você confirmaria a suspeita dele de se tratar de fusariose?

Resolução da situação-problema

Plantas afetadas pela fusariose apresentam os seguintes sintomas: amarelecimento das folhas mais velhas e intermediárias, que progridem para seca das folhas com quebra no terço inferior do ráquis, lembrando um guarda-chuva. Também são observadas lesões necróticas nos vasos condutores, que progridem até o ráquis e pecíolos das folhas. Você verificou a **presença de tuhos de folhas centrais subdesenvolvidas**, amarelecimento e seca das folhas intermediárias e inferiores além da **presença de anel amarronzado no corte do pecíolo**, que caracteriza a doença. Dessa forma, foi possível confirmar que se trata da doença anel vermelho, causada pelo nematoide *Bursaphelochus cocophilus*, e não da Fusariose. A coloração rósea pode ser observada em plantas afetadas pela doença do anel vermelho e também pela fusariose, no entanto, plantas acometidas com a fusariose não apresentam anel amarronzado e nem tuhos de folhas centrais subdesenvolvidas, sintomas estes característicos da doença anel vermelho.

1. O dendezeiro ou palma de óleo (*Elaeis guineensis*) destaca-se entre as demais espécies oleaginosas por sua alta produtividade de óleo por unidade de área. No entanto, como é cultivada em região tropical úmida, esta cultura está sujeita a uma grande infestação de pragas e doenças, que constituem fatores limitantes à sua expansão. A maioria das doenças que ocorrem no dendezeiro são causadas por fungos. No entanto, patógenos como vírus, nematóides e protozoários também podem causar doenças na cultura.

Marque a alternativa da doença que ocorre no dendezeiro, cujo agente etiológico é um protozoário.

- a) Podridão basal ou de estipe.
- b) Queima ou mancha foliar.
- c) Murcha de fitomonas.
- d) Queima foliar ou rizoctoniose.
- e) Antracnose.

2. O dendezeiro (*Elaeis guineensis*) e a seringueira (*Hevea brasiliensis*) são culturas de grande importância para o agronegócio no Brasil e no mundo. No entanto, diversas doenças podem limitar a obtenção de altas produtividades e qualidade dessas culturas. Sendo assim, é essencial conhecer as doenças que as afetam.

Assinale a alternativa que contém o nome da doença que pode ocorrer tanto na cultura da seringueira como na cultura do dendezeiro, e que esteja associada corretamente aos sintomas característicos que provocam nas plantas:

- a) **Antracnose** - manchas aquosas que apresentam exsudação de látex na face inferior do folíolo. Após ocorrer coagulação e oxidação das gotas de látex, são formados pontos negros de aspecto oleoso.
- b) **Mancha areolada** - manchas aquosas que apresentam exsudação de látex na face inferior do folíolo. Após ocorrer coagulação e oxidação das gotas de látex, são formados pontos negros de aspecto oleoso.
- c) **Antracnose** - manchas necróticas, escuras, encharcadas e deprimidas que podem ocorrer em folhas, pecíolos e ramos.
- d) **Antracnose** - presença de pulverulência branca em ambas as faces dos folíolos, que corresponde ao micélio do fungo.
- e) **Anel vermelho** - tufos de folhas centrais subdesenvolvidas e amarelecimento e seca que progride para as folhas intermediárias e inferiores, deixando um vazio no centro da coroa da planta. Com o avanço da doença, ocorre o apodrecimento do meristema apical.

3. A cultura da seringueira (*Hevea spp.*) é de grande importância para o agronegócio brasileiro. No entanto, diversas doenças podem limitar sua produtividade se medidas eficazes de controle não forem adotadas. Relacione corretamente as seguintes doenças que ocorrem na seringueira com suas principais medidas de controle recomendadas.

Doença (agente etiológico)

1. Mal-das-folhas (*Microcyclus ulei*)
2. Mancha areolada (*Rhizoctonia solani*)
3. Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*)
4. Oídio (*Oidium heveae*)
5. Mofo cinzento (*Ceratocystis fimbriata*)

Medidas de controle

- () Pulverização com produtos à base de enxofre.
- () Aplicação de fungicidas à base de cobre em viveiros e jardins clonais.
- () Controle preventivo utilizando fungicidas à base de chlorothalonil e propiconazole para ser aplicado no painel de sangria.
- () Medidas baseadas na evasão, sendo desenvolvido, inclusive, um zoneamento climático para cultivo da seringueira, sem que haja riscos de epidemias.
- () Controle preventivo, como desinfestação da faca de sangria após cada utilização, aplicação de fungicidas (carbendazim, thiabendazol ou dodine).

Marque a alternativa que apresenta a sequência numérica correta.

- a) 4, 3, 2, 1, 5.
- b) 4, 2, 3, 1, 5.
- c) 4, 3, 2, 5, 1.
- d) 3, 2, 4, 1, 5.
- e) 3, 4, 2, 1, 5.

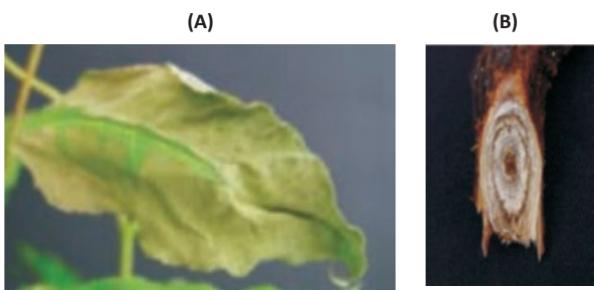
Doenças do eucalipto e pinheiro

Diálogo aberto

O eucalipto (*Eucalyptus* spp. e *Corymbia* spp.) e os pinheiros (*Pinus* spp. e *Araucaria angustifolia*) são importantes espécies florestais para o Brasil. Essas culturas representam parcelas significativas dos plantios florestais comerciais e a madeira destas são utilizadas como matéria-prima para diversos produtos. No entanto, diversas doenças, principalmente de etiologia fúngica, podem afetar essas culturas, ocasionando a perda de produtividade e qualidade. Dessa forma, é de extrema importância conhecer as doenças que as afetam e como controlá-las. Por isso, abordaremos nesta seção os principais aspectos, como sintomas, etiologia, condições favoráveis e controle das principais doenças que ocorrem nas culturas do eucalipto e dos pinheiros.

Para que você compreenda como esses conteúdos são aplicados, analise a seguinte situação: você, engenheiro agrônomo, que está trabalhando em uma clínica fitossanitária para diagnose de doenças de plantas, recebeu para análise, na terceira semana, minicepas clonais de eucalipto apresentando lesões “bronzeadas” nas folhas (Figura 3.26a) e, ao cortar o tecido basal da minicepa, você verificou um escurecimento anelar (em forma de anéis) dos vasos do xilema (Figura 3.26b). Você então emergiu parte do tecido escurecido em um recipiente de vidro contendo água limpa e observou um “pus” viscoso saindo do tecido doente.

Figura 3.26 | Lesões bronzeadas nas folhas (a); escurecimento anelar dos vasos do xilema (b)



Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/fb/v31n4/05.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2019.

Sua função é diagnosticar a doença que está causando prejuízos econômicos ao produtor, em decorrência da baixa produtividade da cultura. Para isso, você deverá identificar a doença, com base nos sintomas apresentados pelas amostras de plantas e realizar alguns testes para confirmar o agente

causal da doença. Dessa forma, qual o nome da doença que está ocorrendo no eucalipto? Qual é o patógeno? Como você chegou a este resultado? Quais outros testes podem ser realizados para confirmar a etiologia da doença? Quais medidas de controle para esta doença devem ser recomendadas?

Ao final das suas análises e obtenção dos resultados, você deverá emitir um laudo para o produtor respondendo a todos os questionamentos.

Então, mãos à obra!

Não pode faltar

Caro aluno, antes de abordarmos as principais doenças do eucalipto, vamos falar sobre a importância da cultura. O eucalipto (*Eucalyptus spp.* e *Corymbia spp.*) é a principal espécie florestal plantada para a produção de madeira e de matéria-prima para papel, celulose, carvão, aglomerado, serraria, óleos para indústrias farmacêuticas, ornamentação, mel, entre outros. A cultura é cultivada em praticamente todo o território brasileiro sob variadas condições edafoclimáticas, com diferentes espécies, híbridos e clones. No entanto, essa diversidade tem favorecido a ocorrência de várias doenças em mudas e plantios. O eucalipto é afetado principalmente por fungos, desde a fase de viveiro até os plantios adultos. Esses problemas ocorrem nos mais variados locais, espécies e épocas do ano (SANTOS; AUER; GRIGOLETTI JUNIOR, 2001; AUER; SANTOS; FURTADO, 2016).

Doenças do eucalipto que ocorrem em viveiro e campo

A mancha bacteriana é causada pelas bactérias *Xanthomonas axonopodis*, *X. campestris*, *Erwinia psidii* e *Pseudomonas cichorii*, e ocorre em viveiros do norte ao sul do país. A doença é favorecida por condições de altas temperaturas e umidade relativa elevada (AUER; SANTOS; NETO, 2011; AUER, SANTOS, FURTADO, 2016).



Exemplificando

Os sintomas iniciais da mancha bacteriana são manchas foliares translúcidas e encharcadas, que posteriormente se tornam necróticas e ressecadas, sendo possível observar manchas angulares no centro da folha, e manchas encharcadas contínuas nas bordas (Figura 3.27). Com o avanço da doença pode ocorrer queda das folhas atacadas.

Figura 3.27 | Manchas foliares úmidas, translúcidas e angulares, posteriormente necróticas, com deformação do limbo foliar no eucalipto.

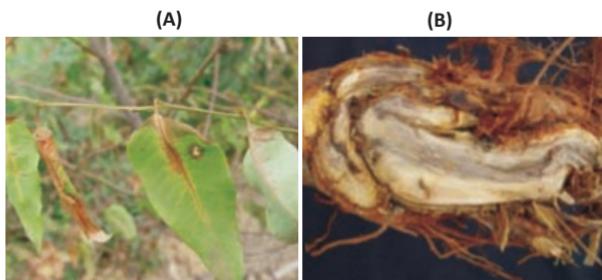


Fonte: Auer, Santos e Neto (2011, p. 2).

A eliminação de folhas doentes, o controle da irrigação (reduzir molhamento da parte aérea) e o aumento do espaçamento entre as mudas são medidas que podem reduzir os impactos da doença (AUER, SANTOS, FURTADO, 2016).

A **murcha bacteriana**, cujo agente etiológico é a bactéria *Ralstonia solanacearum* (biovar 1), ocorre nas regiões tropicais brasileiras, sendo encontrada nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Bahia, Pará e Amazonas. Como consequência da infecção sistêmica da planta pela bactéria, os sintomas apresentados no campo caracterizam-se por murcha e necrose na região da nervura central das folhas, bronzeamento foliar e desfolha basal ascendente da planta, devido ao bloqueio dos vasos do xilema (Figura 3.28a). Também é possível observar um escurecimento dos vasos do xilema (Figura 3.28b) (ALFENAS et al., 2006; AUER, SANTOS, FURTADO, 2016).

Figura 3.28 | Sintomas de murcha bacteriana em eucalipto em condições de campo, murcha e necrose de nervuras (a); escurecimento dos vasos do xilema (b)



Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/fb/v31n4/05.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2019.

Em minijardim clonal, a doença é caracterizada por necrose foliar, presença de lesões de cor palha no limbo foliar (Figura 3.29a), escurecimento anelar ou completo do lenho (Figura 3.29b) bem como murcha e morte de minicepas. Os sintomas na parte aérea são similares à morte gradual de minicepas submetidas a podas drásticas ou com sistema radicular malformado. Na fase de enraizamento, miniestacas infectadas podem apresentar arroxemento das nervuras do limbo foliar e podridão (ALFENAS et al., 2006).

Figura 3.29 | Sintomas da murcha bacteriana causada em minicepas clonais de eucalipto. (a) Lesões de cor palha no limbo foliar e (b) descoloração dos tecidos internos das minicepas



Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/fb/v31n4/05.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2019.



Assimile

As **minicepas** são as plantas formadas mediante a poda de mudas, estabelecidas em minijardins clonais, que visam a produção de brotações (**miniestacas**). As miniestacas apicais são obtidas na porção terminal do ramo e coletadas da minicepa, contendo geralmente um par de folhas completamente expandidas e um par em expansão, com cerca de 6 cm de comprimento (ALFENAS et al., 2009). A produção de miniestacas constitui uma das etapas para o processo de produção de mudas de certos clones e espécies (ASSIS; FETT NETO; ALFENAS, 2004; XAVIER et al., 2013).

A etiologia da murcha bacteriana pode ser confirmada por meio do “**teste do copo**” (teste de exsudação), microscopia de varredura, isolamento da bactéria, análises moleculares - através PCR (Reação em cadeia da polimerase) / RFLP (Polimorfismo de comprimento de fragmento de limitação); reação de hipersensibilidade (HR) em mudas de fumo; testes de patogenicidade em plântulas de eucalipto e tomate e reisolamento da bactéria (ALFENAS et al., 2006).

As medidas recomendadas de controle no viveiro são eliminação de plantas doentes, assepsia do canaletão, com descarte de todo o substrato e do material utilizado na irrigação deste. No campo, recomenda-se o plantio de espécies tolerantes

ou resistentes e o plantio de mudas sadias, apresentando sistema radicular bem formado. A murcha bacteriana é uma doença de difícil controle, devido à capacidade de sobrevivência da bactéria no solo por vários anos. Sendo assim, não existe no comércio, até o momento, produtos químicos eficazes no controle da doença (AUER; SANTOS; FURTADO, 2016).



Vocabulário

Canaletão é uma estrutura formada por concreto, amianto ou outro material, instalada sobre bases fixas, garantindo condições assépticas, onde podem ser cultivadas as minicepas.



No quadro a seguir estão descritos os principais aspectos das doenças fúngicas que ocorrem na cultura do eucalipto em condições de viveiro e campo.

Doenças do eucalipto que ocorrem em viveiros



No quadro a seguir estão descritos os principais aspectos das doenças fúngicas que ocorrem na cultura do eucalipto em condições de viveiro.

Doenças do eucalipto que ocorrem em campo



No quadro a seguir estão descritos os principais aspectos das doenças fúngicas que ocorrem na cultura do eucalipto em condições de campo.

Outras doenças que podem ocorrer na cultura do eucalipto são: **doença rosada** (*Erythricium salmonicolor*), **esporotricose** (*Sporothrix eucalypti*); **cancro de botryosphaeria** (*Botryosphaeria ribis* e *B. rhodina*); **mancha de mycosphaerella** (*Mycosphaerella* spp. e *Teratosphaeria* spp.), **podridão de raiz** (*Phytophthora* sp. e *Pythium* sp.), **cancro de coniothyrium** (*Coniothyrium* sp.); **cercosporiose** (*Cercospora eucalypti*), **mancha de alternaria** (*Alternaria tenuissima*), **mancha de coniella** (*Coniella fragariae*), **mancha de aulographina** (*Aulographina eucalypti*), **queima das folhas** (*Thanatephorus cucumeris* – (*Rhizoctonia solani*)), **mancha de trimmatostroma** (*Trimmatostroma excentricum*), **mancha de hainesia** (*Hainesia lithri*), **mancha de phaeophleospora** (*Phaeophleospora epicoccoides*) e **mancha de cryptosporiopsis** (*Cryptosporiopsis eucalypti*) (AUER; SANTOS; FURTADO, 2016).



Pesquise mais

Prezado aluno, para que você possa conhecer mais sobre as doenças que afetam o eucalipto, faça as seguintes leituras:

Páginas 1 a 13 da seguinte Circular técnica:

SANTOS, Álvaro Figueiredo do; AUER, Celso Garcia; GRIGOLETTI JUNIOR, Albino. **Circular técnica:** doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 20 p.

O comunicado técnico que aborda sobre a ferrugem do eucalipto:

AUER, Celso Garcia; SANTOS, Álvaro Figueiredo dos; BORA, Karen Christiane. **Comunicado técnico:** a ferrugem do eucalipto na região Sul do Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2010.

O seguinte comunicado técnico que aborda sobre mancha bacteriana do eucalipto:

AUER, Celso Garcia; SANTOS, Álvaro Figueiredo dos; NETO, Julio Rodrigues. **Comunicado técnico:** mancha foliar bacteriana em plantios de eucalipto na região Sul do Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 3 p.

Vamos agora falar um pouco sobre os pinheiros e as principais doenças que afetam a cultura. Os pinheiros (*Pinus spp.* e *Araucaria angustifolia*) representam uma parcela significativa dos plantios florestais comerciais, sendo, portanto, de grande importância para a silvicultura brasileira. Sua madeira é utilizada como matéria-prima para fabricação de móveis, chapas, placas e fonte de resina, como a formação de quebra ventos, recuperação de áreas degradadas e harmonização de ambientes em parques urbanos. Dada a importância da cultura, torna-se necessário o monitoramento dos plantios e o conhecimento das patologias que podem ocorrer, bem como as medidas de controle. O surgimento de novos problemas fitossanitários também deve ser acompanhado (AUER, 2000).

Doenças dos pinheiros que ocorrem em viveiros

O **tombamento de mudas ou “Damping-off”** é causado pelo seguintes gêneros de fungos saprófitas de solo: *Cylindrocladium* sp., *Pythium* sp., *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp. e *Rhizoctonia solani*. Esses fungos destroem os tecidos tenros durante a germinação e estabelecimento das plântulas, levando-as à morte. Quando o ataque dos patógenos se dá no período de pré-emergência, ocorre o apodrecimento das sementes ou morte das plântulas antes da sua emergência. Se o ataque se dá no período de pós-emergência, ocorre a formação de lesões necróticas no hipocôtilo ou nas raízes jovens próximas ao nível do solo, e também podem ocorrer na região superior da haste, nos cotilédones e na gema apical. O tombamento da planta ocorre devido ao rápido desenvolvimento das lesões ao nível do colo, seguida de murcha e morte da parte aérea. Sobre os tecidos lesionados, podem surgir

sinais do patógeno, como micélio (estruturas vegetativas) e esporos (estruturas reprodutivas).

Figura 3.39 | Tombamento de mudas de Pinus em tubetes



Fonte: Auer, Júnior, Santos (2001, p. 9).

As sementes, o solo ou substratos, as instalações, estufas e tubetes contaminados e a água de irrigação, são fontes primárias de inóculo. A fonte secundária é constituída por esporos produzidos em material doente, disseminados pelo vento ou por respingos de água, pelo manuseio das mudas ou pelo contato entre as mudas. O excesso de umidade, sombreamento e excesso de adubação nitrogenada são condições que favorecem a ocorrência da doença (AUER, 2000; AUER; JÚNIOR; SANTOS, 2001; AUER, SANTOS, 2016).

Como medidas de controle recomenda-se a utilização de sementes sadias e certificadas, substrato esterilizado, água de irrigação livre de patógenos, descarte e destruição de mudas doentes e limpeza e desinfestação de recipientes e instalações (AUER; SANTOS, 2016).

A **podridão de mini estacas**, cujo agente etiológico é o fungo *Rhizoctonia solani*, é encontrada em forma de reboleiras de mudas enraizadas, apresentando coloração róseo-avermelhada e mela nas porções basais das estacas e acículas. É possível observar, sobre e entre as mini estacas doentes, a presença de teias formadas por hifas e micélio de *R. solani*, que é um sinal característico do patógeno.

Figura 3.40 | Mudas de *Pinus* spp. de coloração róseo-avermelhada ocorrendo em reboleiras



Fonte: https://www.researchgate.net/publication/240767092_Mortalidade_de_estacas_enraizadas_de_Pinus_spp_causada_por_Rhizoctonia_solani. Acesso em: 7 fev. 2019.

Para o controle da doença, recomenda-se a eliminação de plantas e substratos infestados do viveiro bem como limpeza e desinfestação com hipoclorito de sódio das instalações, estufas, tubetes e bandejas contaminadas com o patógeno (AUER, 2000; AUER; JUNIOR; SANTOS, 2001; AUER, SANTOS, 2016).



Reflita

Tendo em mente que *Rhizoctonia solani* é um patógeno de solo, porque será que a doença ocorre em reboleiras?

A **podridão de raízes** causadas por *Fusarium* spp., provoca sintomas de murcha, amarelecimento e bronzeamento da parte aérea das mudas, subdesenvolvimento e escurecimento das raízes e, posteriormente, a morte. Esses sintomas são em decorrência do apodrecimento das raízes, resultante da colonização do fungo.

Figura 3.41 | Sintomas de murcha e bronzeamento da parte aérea das plantas e subdesenvolvimento e escurecimento do sistema radicular de *Pinus* sp



Fonte: <http://w3.ufsm.br/fitoforestal/antigos/admin/textos/pdf/1189.pdf>

Algumas medidas são recomendadas para o manejo da doença, como utilização de sementes, substratos e água de irrigação livres de patógenos, descarte e destruição de mudas doentes e limpeza e desinfestação de recipientes e instalações (AUER, 2000; AUER; JUNIOR; SANTOS, 2001; AUER, SANTOS, 2016).

Doenças dos pinheiros que ocorrem em viveiros e campo



No quadro a seguir estão descritos os principais aspectos de doenças fúngicas que ocorrem no *Pinus* em condições de viveiros e campo.

Patologia de sementes de *Pinus*

Diversos fungos podem colonizar as sementes de *Pinus*, tanto no campo como no processo de beneficiamento e armazenamento, atacando os cotilédones antes de invadir a radícula embrionária. Dentre esses fungos, destaca-se a espécie *Fusarium oxysporum*, que causa tombamento de mudas em plântulas de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. A espécie *Fusarium circinatum* é a maior preocupação no caso de sementes importadas, visto que é uma praga quarentenária para o Brasil. Este fungo pode infectar as sementes de *Pinus* tanto internamente como externamente.

Para o controle desses patógenos recomenda-se boas práticas de beneficiamento e armazenamento das sementes. Embora o controle químico seja eficiente para fungos de sementes, não existem produtos registrados no MAPA para tratamento de sementes de *Pinus* (AUER; SANTOS, 2016).

Outras doenças que podem ocorrer no *Pinus* são: **podridão de raízes por *Cylindrocladium*** (*Cylindrocladium clavatum*), **queima das acículas por *Dothistroma*** (*Dothistroma septosporum*), **mancha de acículas** (*Lophodermium pinastri*) e **morte de árvores de araucária** (*Phytophthora cinnamomi*) (AUER; SANTOS, 2016).



Pesquise mais

Aluno, para que você possa conhecer mais sobre as doenças que afetam o *Pinus*, sugerimos a leitura das páginas 7 a 19 da seguinte circular técnica:

AUER, Celso Garcia; GRIGOLETTI JÚNIOR, Albino; SANTOS, Álvaro Figueiredo dos. **Doenças em pinus:** identificação e controle. Colombo: Embrapa Florestas, 2001.

E também do seguinte material:

AUER, Celso Garcia. Doenças em Pinus no Brasil: Pine Diseases in Brazil. In: SIMPÓSIO DO CONE SUL SOBRE MANEJO DE PRAGAS E DOENÇAS DE PINUS, 1., 2000, Colombo. **Anais...** Colombo: Série Técnica IPEF, 2000. p. 67 - 74.

Prezado aluno, acabamos de abordar as principais doenças que afetam as culturas do eucalipto e dos pinheiros, as quais apresentam extrema importância para a silvicultura brasileira.

Vamos agora praticar os conhecimentos acerca dos aspectos dessas doenças. Vamos lá?

Sem medo de errar

Caro aluno, agora que você já conheceu um pouco mais sobre os aspectos das principais doenças do eucalipto, vamos resolver a situação-problema apresentada no início da seção: você, engenheiro agrônomo, recebeu na clínica fitossanitária na qual trabalha, minicepas clonais de eucalipto apresentando lesões “bronzeadas” nas folhas e escurecimento anelar nos vasos do xilema. E ao imergir parte deste tecido escurecido em um recipiente contendo água limpa, observou um “pus” viscoso saindo do tecido doente. A partir da análise desse material, você deverá ser capaz de responder às seguintes perguntas:

Qual o nome da doença que está ocorrendo no eucalipto? Qual é o patógeno? A doença que está ocorrendo no eucalipto é a **murcha bacteriana**, causada pela bactéria *Ralstonia solanacearum*. Pois os sintomas observados como bronzeamento das folhas e escurecimento em forma de anéis dos feixes vasculares são característicos dessa doença. Além disso, com a realização do “teste do copo” (imersão do tecido infectado em um recipiente contendo água), foi possível observar um ‘pus’ viscoso saindo do tecido doente, que corresponde à exsudação bacteriana, confirmando assim a etiologia bacteriana da doença.

Como você chegou a este resultado? Pela observação dos sintomas, que são característicos da murcha bacteriana e também pela realização do “teste do copo”, cujo resultado positivo confirmou a etiologia bacteriana da doença.

Quais outros testes podem ser realizados para confirmar a etiologia da doença? Além do teste do copo, pode-se realizar a microscopia de varredura, isolamento da bactéria, análises moleculares através da PCR (Reação em cadeia da polimerase) e RFLP (Polimorfismo de comprimento de fragmento

de limitação), reação de hipersensibilidade (HR) em mudas de fumo, testes de patogenicidade em plântulas de eucalipto e tomate e reisolamento da bactéria.

Quais medidas de controle para esta doença devem ser recomendadas?

Nos viveiros, recomenda-se a erradicação de plantas contaminadas, assepsia do canaletão e descarte de todo o substrato e do material utilizado na irrigação. No campo é recomendado o plantio de sementes e mudas saudáveis, que apresentem o sistema radicular bem formado, e o plantio de espécies tolerantes ou resistentes. A murchura bacteriana é uma doença de difícil controle, devido à capacidade de sobrevivência da bactéria no solo por vários anos. Sendo assim, não existe no comércio, até o momento, produtos químicos eficientes contra o patógeno.

Agora que você chegou ao final das suas análises, você deverá emitir um laudo para o produtor, respondendo a todos os questionamentos feitos em cada etapa com a descrição detalhada dos aspectos de cada doença observada, testes realizados para sua detecção e medidas de controle recomendadas.

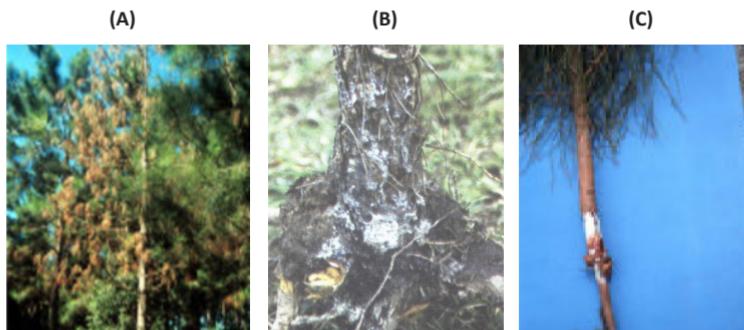
Avançando na prática

Identificação de doença em *Pinus*

Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, foi chamado para prestar consultoria em um campo de *Pinus*, em que o produtor estava tendo problemas com a perda de produtividade e mortalidade significativa de árvores. Ao chegar na área, você verificou que algumas árvores estavam murchas e secas (Figura 3.44a), e em outras árvores, você verificou a presença de resina ao redor do tronco (Figura 3.44b) e também uma pulverulência esbranquiçada na região da entrecasca (Figura 3.44c).

Figura 3.44 | Sintomas observados em *Pinus*



Fonte: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/289928/1/circotec48.pdf>; <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/309681/1/ArmillariosePlantios0001.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2019.

Com base nessas observações você seria capaz de identificar a doença? Como seria possível controlá-la?

Resolução da situação-problema

A presença de pulverulência esbranquiçada na região da entrecasca, que corresponde às estruturas vegetativas e reprodutivas do fungo causador da doença (*Armillaria* sp.) e também a presença de resina, que se acumula no solo ou ao redor de tronco ou raízes são sintomas característicos, que permitem a diagnose da **armilariose** ou **podridão de raízes** causada por *Armillaria* sp. O amarelecimento das acículas, seguido por murchamento e seca são sintomas iniciais da doença.

Para o controle da doença recomenda-se a eliminação de restos vegetais da mata anterior, preparo adequado do terreno, plantio de mudas sadias e certificadas, que apresentem um bom sistema radicular e que tenham altura adequada para plantio no campo.

Faça valer a pena

1. Uma doença dos pinheiros (*Pinus* spp.) apresenta os seguintes sintomas: desenvolvimento de lesões deprimidas e marrom-avermelhadas nas acículas, que causam o estrangulamento e posterior morte da parte afetada. No campo, em casos severos da doença, as árvores apresentam-se como se estivessem “tostadas pelo fogo”.

Estes sintomas são característicos da seguinte doença:

- a) Seca de Ponteiros.
- b) Tombamento de mudas.
- c) Armilariose.
- d) Queima de acículas.
- e) Podridão de mini estacas.

2. O eucalipto (*Eucalyptus* spp. e *Corymbia* spp.) e os pinheiros (*Pinus* spp. e *Araucaria angustifolia*) são espécies florestais de grande importância para a silvicultura brasileira. Porém, diversas doenças, principalmente de etiologia fúngica, podem limitar altas produtividade dessas culturas.

Marque a alternativa que contém o nome da doença que pode afetar tanto a cultura do eucalipto, como a cultura dos pinheiros e que esteja relacionada ao seu correto agente causal.

- a) Esporotricose (*Sporothrix eucalypti*).

- b) Tombamento de plantas ou *Damping-off* (*Cylindrocladium* sp., *Pythium* sp., *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp. e *Rhizoctonia solani*).
- c) Cancro de *Cryphonectria* (*Crysoporthe cubensis*).
- d) Cancro de Valsa (*Valsa ceratosperma*).
- e) Cancro de *Botryosphaeria* (*Botryosphaeria ribis* e *B. rhodina*).

3. Correlacione as seguintes doenças que ocorrem no eucalipto, com os respectivos sintomas observados:

Nome da doença (agente etiológico)

- 1. Cancro de *Cryphonectria* (*Crysoporthe cubensis*).
- 2. Ferrugem (*Puccinia psidii*).
- 3. Murcha de *Ceratocystis* (*Ceratocystis fimbriata*).
- 4. Mancha bacteriana (*Xanthomonas axonopodis*, *X. campestris*, *Erwinia psidii* e *Pseudomonas cichorii*).

Sintomas

- () Inicialmente manchas foliares encharcadas, que posteriormente se tornam necróticas e ressecadas, sendo possível observar manchas angulares no centro da folha.
- () Inicialmente pequenas pontuações cloróticas, que depois tornam-se pústulas, expondo massas pulverulentas de urediniosporos de cor amarelo-ouro.
- () Murcha, seca e morte da parte aérea. A infecção inicia-se no sistema radicular e progride até o câmbio vascular e a casca. Na casca, observa-se uma lesão longitudinal marrom-a-vermelhada e deprimida. Internamente pode ser observado o escurecimento do lenho, na forma de estrias radiais.
- () Fendilhamento e intumescimento da casca na região do colo ou nas partes mais altas do tronco, formando o sintoma típico, que é a formação de cancro no tronco da árvore.

Marque a alternativa que apresenta a sequência numérica **correta**:

- a) 2, 4, 3, 1.
- b) 4, 3, 2, 1.
- c) 4, 2, 3, 1.
- d) 3, 4, 2, 1.
- e) 1, 4, 3, 2.

Referências

- ALFENAS, A. C.; et al. Ralstonia solanacearum em viveiros clonais de eucalipto no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 357-366, ago. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fb/v31n4/05.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2019.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV. 2009.
- ALVARENGA, A. de P.; CARMO, C. A. F. de S. do (Ed.). **Sequestro de carbono**: quantificação em seringais de cultivo e na vegetação natural. Viçosa, MG: Universidade Federal de Minas Gerais: Epamig; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 338
- AMARAL, J. F.; TEIXEIRA, C.; PINHEIRO, E. D. A bacterium causing halo blight of coffee. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 23, p. 151-155, 1956.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016.
- ARF, O.; BOLONHEZI, A. C. **Apostila de agricultura geral**. UNESP, Ilha Solteira: Agronomia Feis, 2012.
- ASSIS, T. F.; FETT NETO, A. G.; ALFENAS, A. C. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwoods with emphasis on Eucalyptus. In: WALTERS, C.; CARSON, M. (Eds.) **Plantation forest biotechnology for the 21st century**. Kerala: Research Signpost. p. 303-333, 2004.
- AUER, C. G. Doenças em Pinus no Brasil: Pine Diseases in Brazil. In: SIMPÓSIO DO CONE SUL SOBRE MANEJO DE PRAGAS E DOENÇAS DE PINUS, 1., 2000, Colombo. **Anais...** Colombo: Série Técnica IPEF, 2000. p. 67 - 74. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/289818/1/cap07.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2019.
- AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SANTOS, A. F. dos. **Doenças em pinus**: identificação e controle. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/289928/1/circotec48.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2019.
- AUER, C. G.; SANTOS, A. F. dos. Doenças dos Pinheiros. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. p. 595-602.
- AUER, C. G.; SANTOS, A. F. dos; FURTADO, E. L. Doenças do Eucalipto. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. p. 359-372.
- BASSANESI, R. B. et al. Doenças do Citros. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas.

5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. p. 271-306.

BIODIESELBR. Produção mundial de óleos vegetais deve bater recorde em 2016. **BiodieselBR**. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/soja1/producao-mundialr-oleos-vegetais-deve-bater-recorde-2016-280916>. Acesso em: 7 fev. 2019.

BOARI, A. J. **Estudos realizados sobre o amarelecimento fatal do dendzeiro (*Elaeis guineensis Jacq.*) no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27984/1/Doc348.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2019.

BOARI, A. J.; CARVALHO, E. A; NECHET, K. L. Doenças do dendzeiro ou palma de óleo. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. p. 335-342.

DESTÉFANO, S. A. L.; et al. Bacterial leaf spot of coffee caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* in Brazil. **Plant Pathology**, Oxford, v. 59, n. 6, p. 1162-1163, 2010.

FURTADO, E. L. F.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. Doenças da seringueira. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. p. 647-656.

GASPAROTTO, L.; et al. **Doenças da seringueira no Brasil**. Brasília: Embrapa, 1997.

GASSMANN, W.; BHATTACHARJEE, S. Effector-triggered immunity signaling: from gene-for-gene pathways to protein-protein interaction networks. **Molecular plant-microbe interactions**, St. Paul, v. 25, n. 7, p. 862-868, 2012.

KING, E. O.; WARD, M. K.; RANEY, D. E. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescin. **The Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, United States of America, v. 44, n. 2, p. 301-307, 1954.

NEVES, Marcos Fava; TROMBIN, Vinicius Gustavo. **Anuário da citricultura 2017**. São Paulo: Citrusbr, 2017. 60 p. Disponível em: http://citrusbr.com/download/biblioteca/CitrusBR_Anuario_2017_alta.pdf. Acesso em: 7 fev. 2019.

PARADELA, FILHO, O.; RIBEIRO, I. J. A.; SUGIMORI, M. H. Comportamento diferencial em progêneres de cafeeiros de 2 isolados do agente causador da Mancha aureolada do cafeeiro. CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA, 7., 1974, Brasilia. **Resumos...**, 1974.

PARENTE, V.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. R; COSTA, A. M. **Projeto potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica: Dendê**. Manaus: FGV, 2003.

ROBBS, C. F. et al. Crestamento bacteriano das folhas: nova enfermidade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) incitada por *Pseudomonas cichorii* (Swingle) Stapp. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 1-5, 1974.

RODRIGUES NETO, J. et al. *Pseudomonas andropogonis* (Smith, 1911) Stapp, 1928, agente causal da “mancha escura bacteriana” em folhas de cafeiro (*Coffea arabica* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 48, n. 1-4, p. 31-36, 1981.

RODRIGUES NETO, J.; et al. Mancha bacteriana do cafeiro causada por *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, p. 85, 2006.

SCALOPPI JUNIOR, E. J. FREITAS, R. S. GONÇALVES, P. S. O Agronômico. **Boletim Técnico-Informativo do Instituto Agronômico**, v. 69 p. 56, 2017.

SCHAAD, N. W.; JONES, J. B.; CHUN, W. **Plant pathogen bacterias**. 3. ed. Saint Paul: APS Press, 2001.

VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, C. F. Doenças do cafeiro. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Ed). **Café na Amazônia**. Brasília: Embrapa, 2015. Cap. 13. p. 281-307. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/Livro_Cafe_na_Amazonia_2015.pdf. Acesso em: 7 fev. 2019.

XAVIER, A.; WENDLING, I. **Miniestaquia na clonagem de eucalyptus**. Viçosa: SIF, 1998. 10p. (Informativo Técnico SIF, 11).

ZAMBOLIM, L. Doenças do Cafeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**: Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. p. 193-214.

ZAMBOLIM, L. et al. Manejo integrado das doenças do cafeiro. In: ZAMBOLIM, L. ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1., 1999, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 134- 215, 1999.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeiro. In: KIMATI, A.; et al. **Manual de fitopatologia**: 2005. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 165-180. 2 v.

Unidade 4

Estudo das doenças de frutíferas, hortaliças e plantas ornamentais

Convite ao estudo

Caro aluno, bem-vindo à quarta unidade da disciplina de Fitopatologia aplicada! Nesta unidade abordaremos a respeito das doenças das frutíferas, das hortaliças e das plantas ornamentais.

O Brasil tem se destacado a nível mundial como grande produtor de frutas e hortaliças. Dentre as frutas tropicais e subtropicais de interesse, destacam-se o mamão, a acerola, a manga, o abacaxi, a banana, a goiaba e várias outras. As hortaliças de importância destinada tanto ao consumo *in natura* como para o processamento, citam-se o tomate, o alho, a cebola, a couve, a alface, o agrião, o repolho, etc. O consumo desses vegetais frescos tem uma participação significativa no volume comercializado, chegando a representar de 60 a 70% do total da produção.

O setor de frutas e hortaliças constitui-se como um dos mais promissores, isso porque o seu consumo tem sido estimulado em vários países, em virtude de seus benefícios no combate às deficiências de vitaminas e sais minerais e na prevenção de doenças. Nesse sentido, mudanças nos padrões de demanda, tanto em nível doméstico brasileiro quanto no exterior, acompanhado por progressos tecnológicos, têm permitido o crescimento do mercado de frutas, hortaliças e derivados a taxas superiores a dos demais produtos alimentares (OLIVEIRA; SANTOS, 2015). No entanto, o processo de produção de frutas e hortaliças deve ser bem conduzido, evitando-se a ocorrência de pragas e doenças, a fim de se obter altas produtividades e qualidade dos seus produtos e derivados.

Portanto, estudaremos nessa unidade os principais aspectos das doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematóides que afetam as principais frutíferas, hortaliças e plantas ornamentais cultivadas no Brasil.

Para que você compreenda como esses conteúdos são aplicados, analise a seguinte problemática: Você, engenheiro agrônomo, foi solicitado a prestar consultorias em uma lavoura de banana e uma lavoura de tomates, que apresentavam problemas de baixa produtividade, e também foi solicitado por uma empresa de paisagismo para identificar a doença que estava ocorrendo

nas orquídeas, tornando-as impróprias para o comércio. Desta forma, deverá visitar estas áreas nas quais você foi solicitado e, para fazer a diagnose das doenças que estão ocorrendo nas culturas, deverá analisar as condições ambientais, analisar os sintomas, realizar testes para confirmar a etiologia da doença e recomendar medidas de manejo para controle das doenças. Ao término da consultoria com cada cultura, você deverá emitir um laudo ao produtor/dono da empresa, que deve conter informações que respondam aos seguintes questionamentos: Qual o nome da doença identificada? Qual é o patógeno causador da doença? Quais as condições ambientais que favorecem os patógenos? O que foi feito para confirmar a etiologia da doença? Quais medidas de controle para a doença podem ser recomendadas?

Assim, ao final desta unidade, esperamos que você possa conhecer os sintomas, a etiologia e as medidas de controle de algumas das principais doenças dessas culturas. Ou seja, esperamos que você saiba identificar os aspectos referentes às doenças e saiba aplicar as técnicas para o controle das mesmas.

Vamos começar?

Principais doenças das frutíferas

Diálogo aberto

Prezado aluno, a fruticultura se destaca no agronegócio brasileiro pela grande variedade de culturas produzidas em todo o território, sob diversas condições de clima, relevo e solo. O Brasil é o terceiro produtor mundial de frutas, com cerca de 40 milhões de toneladas/ano, ocupando área aproximada de 2,5 milhões de hectares, atrás apenas da China e da Índia (EPAMIG, 2016).

Entre as frutas tropicais de destaque na produção nacional estão o abacaxizeiro (*Ananas comosus*), a aceroleira (*Malpighia emarginata*), a bananeira (*Musa spp.*) e o mamoeiro (*Carica papaya*). No entanto, diversas doenças podem limitar a obtenção de alta produtividades destas culturas e causar a depreciação dos frutos, tornando-os impróprios para a comercialização. Provavelmente você já verificou em feiras, ou mesmo em hortifrutis, frutos apresentando manchas necróticas, outros com aspecto de podre, exalando odores fétidos. Estes sintomas são típicos de doenças causados por diferentes organismos patogênicos, principalmente fungos e bactérias.

Diante da importância da fruticultura para o agronegócio brasileiro, e devido ao alto valor nutricional que as frutas apresentam, como vitaminas e sais minerais atuando na prevenção de diversas doenças, estudaremos nesta seção os aspectos das principais doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides que afetam as principais frutíferas cultivadas no Brasil.

Para que você compreenda melhor como esses conteúdos são aplicados, analise a seguinte situação: Você, engenheiro agrônomo, foi contratado para prestar consultoria em um bananal que apresentava problemas de baixa produtividade e deverá visitar a área para fazer a diagnose da(s) doença(s) que está(ão) afetando as plantas de bananeira. Sendo assim, ao visitar o bananal, você primeiramente analisou as condições ambientais da área e verificou a predominância de alta umidade e temperatura. Os sintomas que as plantas de bananeira apresentavam eram folhas amareladas, murchas e com o pecíolo quebrado junto a inserção do pseudocaule, fazendo com que as folhas ficasse pendentes, conferindo à planta um aspecto de “guarda-chuva fechado” (Figura 4.1 A). E ao realizar o corte transversal do pseudocaule, você observou a presença de um anel castanho escuro, com o centro esbranquiçado (Figura 4.1 B).

Figura 4.1 | (A) Aspecto das folhas em forma de “guarda-chuva fechado” e (B) presença de anel de cor castanho-escuro nos vasos do pseudocaule



Fonte: Ferrari e Nogueira ([s.d.], p. 61)

Com base nestas análises, qual o nome da doença que está ocorrendo no bananal? Qual o patógeno? O que foi feito para confirmar a etiologia da doença? Quais as condições ambientais que estavam favorecendo o desenvolvimento da doença? Quais medidas de controle para esta doença devem ser recomendadas? Ao final das suas análises e obtenção dos resultados, você deverá emitir um laudo para o produtor, solucionando a problemática da área.

Assim, ao final desta seção, esperamos que você possa conhecer os sintomas, a etiologia e as medidas de controle de algumas das principais doenças das principais frutíferas. Ou seja, esperamos que você saiba identificar os aspectos referentes às doenças e saiba aplicar as técnicas para o controle das mesmas.

Mãos à obra!

Não pode faltar

A fruticultura se destaca no agronegócio brasileiro pela grande variedade de culturas produzidas em todo o território, sob diversas condições de clima, relevo e solo (EPAMIG, 2016).

O Brasil é o terceiro produtor mundial de frutas, com cerca de 40 milhões de toneladas anuais, ocupando área aproximada de 2,5 milhões de hectares, atrás apenas da China e da Índia. A busca por tecnologias que elevem a produtividade e a qualidade das frutas, aliadas à preservação ambiental, é uma constante no setor (EPAMIG, 2016).

Nesta seção, abordaremos as principais doenças de quatro fruteiras tropicais de destaque na produção nacional: abacaxizeiro (*Ananas comosus*), aceroleira (*Malpighia emarginata*), bananeira (*Musa spp.*) e mamoeiro (*Carica papaya*), com foco na importância, etiologia, sintomas e controle.



Exemplificando

A Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) ocorre em diversas espécies frutíferas, incluindo o mamoeiro (Figura 4.2), a bananeira (Figura 4.3) e a aceroleira (Figura 4.4 A e B). A doença afeta ramos, folhas, flores e frutos. Nas folhas são observadas manchas necróticas escuras de tamanho e contornos irregulares. As inflorescências apresentam flores enegrecidas e caem. Nos frutos, são observadas manchas deprimidas de cor parda que atingem a polpa. O controle da antracnose deve ser essencialmente preventivo, com pulverizações iniciadas antes do florescimento e prosseguindo até alguns dias antes da colheita.

Figura 4.2 | Manchas de Antracnose observadas em frutos de mamão



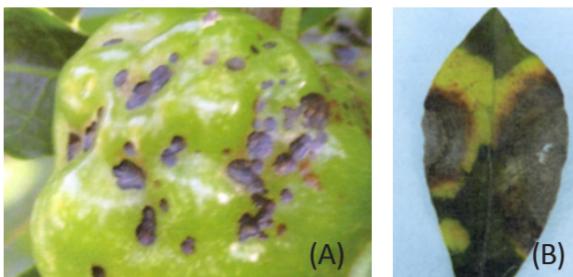
Fonte: iStock.

Figura 4.3 | Manchas de Antracnose observadas em frutos de banana



Fonte: Garcia e Nogueira (2000, p. 19).

Figura 4.4 | Manchas de Antracnose observadas em frutos (A) e em folhas



Fonte: Jesus; Cunha e Castro; Dias (2016, p.17)

Doenças do abacaxizeiro

O abacaxizeiro é afetado por várias doenças. No Brasil, a **Fusariose**, causada pelo fungo *Fusarium guttiforme*, é a principal doença da cultura. O fungo pode infectar mudas, plantas, inflorescências e frutos. A depreciação dos frutos os torna imprestáveis para comercialização. O sintoma externo associado à infecção pelo patógeno é a exsudação de goma pelos tecidos atacados (Figura 4.5). Em frutos verdes é possível observar esta exsudação na superfície dos frutinhos. Com o avanço da doença, os tecidos internos lesionados dos frutos perdem a rigidez e tornam-se deformados. Enquanto que em frutos mais maduros é possível observar uma coloração parda a marrom nas áreas externas correspondentes aos tecidos infectados. E frutos no estádio final podem ser totalmente atacados, perdem a rigidez e se mumificam, podendo ser observada uma coloração rosada do fungo nos tecidos mais externos. No talo da planta, as lesões geralmente restringem-se à parte basal, sendo observada, com frequência, a presença de substância gomosa. Nas mudas, observa-se na parte basal uma lesão necrótica, podendo haver ou não exsudação de goma. As plantas originadas de mudas infectadas podem apresentar sintomas característicos, como: morte do ápice, encurtamento do talo, enfezamento da planta, curvatura do talo, clorose das folhas, morte da planta e odor de fermentação que exala dos tecidos infectados quando em decomposição.

Figura 4.5 | Exsudação de goma pelos tecidos atacados pela Fusariose



Fonte: Agrolink ([s.d.], [s.p.]).



Reflita

Por que a Fusariose é considerada a doença mais importante da cultura do abacaxi no Brasil?

Para o controle da fusariose é necessária a integração de medidas de controle cultural e químico, entre outras. Recomenda-se: o plantio de mudas sadias; produção de frutos em épocas desfavoráveis à ocorrência da doença; a realização de inspeções constantes durante o crescimento vegetativo visando identificar e eliminar as plantas com sintomas da doença; controle químico através da pulverização com fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); e cultivo de variedades resistentes (VENTURA; GOES, 2016).



Pesquise mais

Aluno, para complementar os conhecimentos acerca das principais doenças que afetam a cultura do abacaxi, sugiro a leitura das páginas 140 a 150 do material:

ABACAXI: O Produtor pergunta, a Embrapa responde. In: **Coleção 500 perguntas, 500 respostas.** SANCHES, N., F.; MATOS, A. P. de (editores técnicos) 2. ed. revista e atualizada. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101793/1/500perguntasabacaxi.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2019.

A **Murcha do abacaxizeiro**, causada pelo vírus *Pineapple mealybug wilt-associated virus* – PMWaV, é uma das doenças mais importantes da cultura, estando presente em todas as regiões produtoras do mundo, causando perdas de até 80% na produção de frutos de abacaxi (VENTURA; GOES, 2016). Os sintomas típicos da doença são bronzeamento das folhas centrais e murcha das folhas mais velhas, as quais curvam-se e secam do ápice para a base. As cochonilhas são vetores do vírus, e sua associação simbiótica com as formigas favorece sua disseminação para plantas vizinhas, por isso os sintomas da murcha ocorrem em reboleiras.

As principais medidas de controle recomendadas são: utilização de material propagativo sadio; utilização da técnica de cultura de tecidos para limpeza clonal dos abacaxizeiros; tratamento de mudas pré-plantio; controle de cochonilhas e formigas com utilização de inseticidas registrados para a cultura (VENTURA; GOES, 2016).

Outras importantes doenças que podem afetar a cultura do abacaxi são: **Podridão negra dos frutos e podridão da base das mudas** (*Ceratocystis paradoxa*, anamorfo *Chalara paradoxa*); **Mancha ou pinta negra dos frutos** (*Fusarium ananatum* e *Penicillium funiculosum*); **Podridão do olho e podridão de raízes** (*Phytophthora nicotianae* – sin. *Phytophthora parasitica*) e *P. cinnamomi* e nematoides (*Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne* spp.) (VENTURA; GOES, 2016).



Doenças da aceroleira

Doenças da bananeira

As duas **viroses** mais importantes da bananeira são: **Mosaico da bananeira**, causada pelo vírus *Cucumber mosaic virus* (CMV), e **Estrias da bananeira**, causada pelo vírus *Banana streak virus* (BSV). O **Mosaico da bananeira** é uma virose mais comum que afeta a cultura, e os sintomas caracterizam-se por estrias suaves, formando mosaico em folhas velhas, e em casos mais severos da doença pode ocorrer necrose interna, nanismo e morte das plantas. Em muitos casos as folhas são atrofiadas, cloróticas e lanceoladas, apresentando mosaico. A ocorrência de sintomas em frutos não é comum, mas podem manifestar-se na forma de estrias cloróticas ou necrose interna. A transmissão do CMV é feita por afídeos, dos quais o mais importante é *Aphis gossypii*. A doença **Estrias da bananeira** é causada pelo vírus *Banana streak virus* (BSV). Os sintomas iniciais da virose caracterizam-se pela formação de estrias amarelas no limbo, que evoluem para estrias necróticas, sendo também observadas nas nervuras e nos pecíolos. O BSV é transmitido pela cochonilha *Planococcus citri*. Para o controle destas viroses, recomenda-se o plantio de mudas sadias, eliminação de hospedeiros alternativos e erradicação de plantas com sintomas da doença (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2016).

As **bacterioses** que afetam a cultura da bananeira são: **Moko ou Murcha bacteriana**, cujo agente etiológico é a bactéria *Ralstonia solanacearum* (raça 2), e a **Podridão mole**, causada pela bactéria *Pectobacterium carotovorum*. Iremos abordar o **Moko**, que é a principal bacteriose da cultura. A bactéria causadora do Moko, *R. solanacearum* provoca sintomas em plantas jovens e adultas, que podem ser confundidos com os sintomas do Mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2016).



Assimile

As diferenças entre os sintomas do **Moko** (causado pela bactéria *Ralstonia solanacearum*) e do **Mal do Panamá** (causado pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) são observadas nas brotações, na parte interna do pseudocaule, nos frutos e no engaço das plantas doentes. Quando a infecção é por Moko, nas plantas jovens, uma das três folhas mais novas adquire coloração verde-amarela e se quebra próximo à junção do limbo com o pecíolo. Em plantas adultas, observa-se o amarelecimento, murcha e **quebra do pecíolo das folhas a alguma distância do pseudocaule**, enquanto que folhas afetadas pelo Mal-do-panamá se **quebram junto ao pseudocaule**. Ocorre também a descoloração vascular do pseudocaule, sendo mais intensa no centro do que na região periférica, diferentemente de plantas afetadas pelo Mal-do-panamá, em que a **descoloração vascular é mais concentrada na região periférica**. A **ocorrência de frutos amarelos em cachos verdes é um sintoma característico de Moko**. Ao se fazer o corte transversal ou longitudinal é possível observar os sintomas de podridão seca, de cor parda. **No engaço também ocorre a descoloração vascular**. Sintomas em frutos e no engaço não são observados em plantas afetadas pelo **Mal-do-panamá**.

Mesmo tendo em mente estas diferenças nos sintomas das duas doenças, para confirmar a ocorrência do Moko, recomenda-se realizar o chamado “teste do copo”, que consiste em se fazer um corte longitudinal da parte afetada pela doença (engaço ou pseudocaule) e imergi-lo em um recipiente transparente contendo água limpa. Caso haja a presença de bactérias, após alguns segundos será observada a saída de um “pus” bacteriano dos tecidos, visível na água, que consiste na exsudação bacteriana. Se nada for observado saindo do tecido, pode-se constatar que se trata do Mal-do-Panamá, devido aos sintomas característicos que são observados nas plantas e ao resultado negativo para o “teste do copo”. A visualização das estruturas fúngicas ao microscópico óptico, como esporos e clamidósporos (estruturas de resistência), determina o diagnóstico final da doença como sendo de etiologia fúngica.

Para o controle do Moko, é importante que seja feita sua detecção precoce para que seja realizada a rápida erradicação de plantas doentes. As seguintes medidas são recomendadas: a inspeção semanal do bananal, para a detecção precoce de plantas doentes; desinfestação de ferramentas utilizadas nas operações de poda, corte e colheita após seu uso em cada planta; plantio de mudas sadias e certificadas e controle do mato através da aplicação de herbicidas, evitando-se realizar capinas manuais ou mecânicas (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2016).

O **Mal-do-Panamá**, causado pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*, é um dos grandes problemas da bananicultura mundial, podendo causar perdas de 100% na produção quando ocorre em cultivares suscetíveis, como a banana “maçã”. A maioria das variedades cultivadas no Brasil são suscetíveis à doença, tornando o problema ainda mais grave no país. O fungo pode sobreviver no solo por mais de 20 anos, na ausência do hospedeiro, devido à formação de estruturas de resistência denominadas clamidósporos, e da sobrevivência do fungo através de restos de culturas (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2016).

Os sintomas externos causados pelo fungo consistem em amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas. Com o avanço da doença, as folhas murcham, secam e quebram o pecíolo junto à inserção do pseudo-caule e ficam pendentes, conferindo à planta um aspecto de “guarda-chuva fechado” enquanto que as folhas centrais permanecem eretas (Figura 4.3 A). Ainda externamente é possível observar rachaduras no pseudocaule próximo ao solo. Internamente, através de corte longitudinal ou transversal do pseudocaule, verifica-se descoloração vascular pardo-avermelhada provocada pela presença do patógeno (Figura 4.3 B). No rizoma, observa-se pontuações castanho avermelhadas em todo o cilindro central. O corte transversal do pseudocaule evidencia um anel inicial castanho-avermelhado, que escurece com o progresso da doença. O centro permanece sem sintomas. Em cortes transversais dos pecíolos e das bainhas, observa-se descoloração castanho avermelhada.

Figura 4.6 | Sintomas do Mal-do-panamá: (A) Amarelecimento das folhas e aspecto de “guarda-chuva fechado” e (B) Descoloração vascular do pseudocaule e rachaduras no feixe de bainhas



Fonte: Garcia e Costa (2000, p. 7-8)

O Mal do Panamá está presente tanto em regiões de clima temperado como tropical, sendo favorecido por condições de alta umidade e temperatura, solos arenosos, fertilidade desequilibrada e fermentos nas raízes.



Assimile

Os nematoídeos são pouco eficientes na disseminação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, no entanto facilitam a penetração do fungo nas raízes, devido aos ferimentos que causam nestas.

As principais medidas de controle recomendadas para o Mal-do-Panamá são: utilização de variedades resistentes; evitar o plantio em áreas com histórico de incidência da doença; plantio de mudas sadias e certificadas; manter as plantas bem nutridas; utilizar a roçagem do mato ao invés das capinas manuais ou mecânicas visando reduzir a disseminação do patógeno e erradicação de plantas doentes (CORDEIRO; MATOS; KIMATI, 2016).



Sigatoka amarela e Sigatoka negra

As principais espécies de **nematoídeos** que afetam a bananeira são: *Radopholus similis*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Pratylenchus coffeae* e *Meloidogyne* spp.



Pesquise mais

Radopholus similis, chamado nematoíde cavernícola, é a espécie mais importante para a cultura da bananeira. É um nematoíde endoparasito migrador, ou seja, penetra nas raízes da bananeira e migra pelos tecidos radiculares, podendo chegar até o rizoma, ocasionando a desintegração dos tecidos e formando cavidades. Os tecidos necrosados, inicialmente, apresentam coloração parda e, após a colonização de fungos, tornam-se enegrecidos, podendo coalescer e originar extensas necroses. Essa destruição do sistema radicular favorece o tombamento das plantas.

Aluno, para conhecer mais a respeito das nematosses que ocorrem na bananeira, sugere-se a leitura do seguinte material:

RITZINGER, Cecília Helena Silvino Prata; COSTA, Dilson da Cunha. **Nematoídes que afetam a bananeira**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/arvore/AG01_37_41020068055.html. Acesso em: 11 mar. 2019.

Outras doenças que afetam a bananicultura são: **Topo em Leque** (*Banana bunchy top virus* - BBTV), **Mosaico das Brácteas** (*Banana bract mosaic virus* – BBrMV), **Podridão da coroa** (*Fusarium roseum*, *Verticillium theobromae* e *Colletotrichum musae*), **Antracnose** (*Colletotrichum musae*), **Mancha de cordana** (*Cordana musae*), **Mancha de Deightoniella** (*Deightoniella torulosa*), **Mancha de Cloridium** (*Cloridium musae*); **Mancha de Cladosporium** (*Cladosporium musae*), **Pinta de Pyricularia** (*Pyricularia grisea*); **Mancha losango** (*Cercospora hayi*) e **Ponta de charuto** (*Verticillium theobromae* e *Trachysphaera fructigena*).



Doenças do mamoeiro.

Caro aluno, acabamos de abordar as principais doenças que afetam as frutíferas de maior importância para o agronegócio brasileiro. Iremos agora praticar os conhecimentos acerca dos aspectos destas doenças. Vamos lá?!

Sem medo de errar

Caro aluno, agora que você já conheceu um pouco mais sobre os aspectos das principais doenças da bananeira, vamos resolver a situação-problema: Você, engenheiro agrônomo, foi solicitado a prestar consultoria em uma lavoura de banana, a qual estava apresentando problemas de baixa produtividade. Desta forma, você irá visitar o bananal para realizar a diagnose da(s) doença(s) que está(ão) afetando as plantas. Você deverá analisar as condições ambientais da área, analisar os sintomas, realizar testes ou análises para confirmar a etiologia da doença e recomendar medidas de manejo para a doença. Ao visitar o bananal, você verificou que a lavoura estava sob condições de alta umidade e temperatura. Os sintomas apresentados pelas plantas eram folhas amareladas, secas e com o pecíolo quebrado junto à inserção do pseudocaule, fazendo com que as plantas parecessem um “guarda-chuva fechado”. E ao realizar o corte transversal do pseudocaule, você observou a presença de um anel castanho escuro. Ao terminar as análises, você deverá emitir um laudo ao produtor contendo as respostas para os seguintes questionamentos:

Qual o nome da doença identificada? Trata-se da doença **Mal-do-Panamá**, visto que esta causa os seguintes sintomas nas plantas de bananeira: amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas; com

o avanço da doença, as folhas murcham, secam e **quebram o pecíolo junto à inserção do pseudocaule e ficam pendentes**, conferindo à planta um aspecto de “guarda-chuva fechado”, enquanto que as folhas centrais permanecem eretas. Através do corte transversal do pseudocaule, evidencia-se um **anel inicial castanho-avermelhado, que escurece com o progresso da doença e o centro permanece sem sintomas**. Ou seja, os sintomas descritos na situação-problema correspondem a estes sintomas característicos do Mal do Panamá. O Mal-do-Panamá pode ser confundido com o Moko, que é causado pela bactéria *Ralstonia solanacearum*, no entanto alguns sintomas diferenciam esta doença do Mal-do-Panamá, como: em plantas adultas infectadas com Moko, observa-se o amarelecimento, murcha e **quebra do pecíolo das folhas a alguma distância do pseudocaule**, enquanto que folhas afetadas pelo Mal-do-Panamá se **quebram junto ao pseudocaule**. Ocorre também a descoloração vascular do pseudocaule, sendo mais intensa no centro do que na região periférica, diferentemente de plantas afetadas pelo Mal-do-Panamá, em que a **descoloração vascular é mais concentrada na região periférica**. Além disso, pode ser realizado o “teste do copo” para verificar se a etiologia da doença é bacteriana. Este teste consiste na imersão de um corte do tecido infectado apresentando escurecimento em um recipiente contendo água limpa, se for observado na água um “pus” saindo do tecido infectado, trata-se de uma doença de causa bacteriana.

Qual o patógeno? O agente etiológico do Mal-do-Panamá é o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

O que foi feito para confirmar a etiologia da doença? Para confirmar que os sintomas apresentados pelas plantas realmente foram incitados pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, primeiramente deve ser realizado o “teste do copo”, para certificar de que não se tratava de uma doença bacteriana (no caso o Moko, que apresenta sintomas semelhantes ao Mal-do-Panamá) e observação das estruturas do fungo na lupa e no microscópio óptico.

Quais as condições ambientais que favorecem os patógenos? O Mal do Panamá está presente tanto em regiões de clima temperado como tropical, sendo favorecido por condições de alta umidade e temperatura, solos arenosos, fertilidade desequilibrada e ferimentos nas raízes. E você verificou, ao visitar a área, que a lavoura estava sob condições de alta umidade e temperatura.

Quais medidas de controle para a doença podem ser recomendadas? As principais medidas de controle recomendadas para o Mal-do-Panamá são: utilização de variedades resistentes; evitar o plantio em áreas com histórico de incidência da doença; plantio de mudas saudáveis e certificadas; manter as plantas bem nutritas; utilizar a roçagem do mato ao invés das capinas

manuais ou mecânicas visando reduzir a disseminação do patógeno e a erradicação de plantas doentes.

Ao final desta consultoria, você deverá emitir um laudo para o produtor, respondendo a todos os questionamentos feitos, descrevendo detalhadamente todos aspectos de cada doença observada, testes realizados para sua detecção (como você chegou ao diagnóstico final da doença), condições favoráveis ao seu desenvolvimento e medidas de controle recomendadas.

Avançando na prática

Controle da Fusariose (*Fusarium guttiforme*)

Descrição da situação-problema

Um produtor de abacaxi solicitou sua consultoria como engenheiro agrônomo para solucionar os problemas de baixa produtividade e qualidade dos frutos devido à ocorrência da Fusariose, considerada a principal doença da cultura. Ele quer que você recomende medidas para controlar a doença. O fungo causador da doença, *Fusarium guttiforme*, pode infectar mudas, plantas, inflorescências e frutos. A depreciação dos frutos, os torna imprestáveis para comercialização. A infecção pelo patógeno provoca a exsudação de goma pelos tecidos atacados. Com o avanço da doença, os frutos perdem a rigidez e ficam deformados. Enquanto que em frutos mais maduros é possível observar uma coloração parda a marrom nas áreas externas correspondentes aos tecidos infectados. E frutos no estádio final podem ser totalmente atacados, perdem a rigidez e se mumificam, podendo ser observada uma coloração rosada do fungo nos tecidos mais externos. No talo da planta pode ser observada a presença de substância gomosa. Nas mudas, observa-se, na parte basal, uma lesão necrótica, podendo haver ou não exsudação de goma. As plantas originadas de mudas infectadas podem apresentar sintomas característicos, como: morte do ápice, encurtamento do talo, enfezamento da planta, curvatura do talo, clorose das folhas, morte da planta e odor de fermentação que exala dos tecidos infectados, quando em decomposição. Sendo assim, quais medidas de controle você recomendaria para o controle desta doença?

Resolução da situação-problema

Uma vez que a doença já está presente na lavoura, as principais medidas que podem ser adotadas e que você poderia recomendar ao produtor são: a identificação e eliminação das plantas com sintomas da doença e o controle químico através da pulverização com fungicidas registrados no MAPA. Para evitar que

a doença se estabeleça no cultivo, deve-se realizar o plantio de variedades resistentes e adotar práticas culturais de controle, como: o plantio de mudas sadias e certificadas; produção de frutos em épocas desfavoráveis à ocorrência da doença; a realização de inspeções constantes durante o crescimento vegetativo visando identificar e eliminar as plantas com sintomas da doença.

Faça valer a pena

1. A varíola ou pinta preta é uma doença que ocorre na cultura do mamão e os sintomas se caracterizam, na face superior da folha, pela presença de manchas pequenas, circulares, de cor pardo-claro, envoltas por halo amarelo e que posteriormente se tornam necróticas e brancas. Nos frutos, verifica-se manchas circulares de aspecto encharcado, com centro esbranquiçado, que depois evoluem para pústulas marrons e salientes.

A doença descrita é causada pelo seguinte tipo de agente patogênico:

- a) Vírus.
- b) Fitoplasma.
- c) Nematoide.
- d) Bactéria.
- e) Fungo.

2. O abacaxizeiro, a aceroleira, a bananeira e o mamoeiro estão entre as frutíferas tropicais de destaque na produção nacional, e para que haja uma produção de qualidade destas culturas, é necessário conhecer as doenças que podem afetá-las e os seus principais aspectos, como a etiologia, epidemiologia, sintomas e controle.

Assinale a alternativa que contém o nome da doença que ocorre nas culturas da bananeira, aceroleira, bananeira e mamoeiro:

- a) Fusariose.
- b) Gomose.
- c) Verrugose.
- d) Antracnose.
- e) Sigatoka-negra

3. Determinada doença, transmitida por cochonilhas, provoca os seguintes sintomas em plantas de abacaxizeiro: bronzeamento de folhas centrais e murchas e seca das folhas mais velhas, sendo que estes sintomas ocorrem em reboleiras.

Marque a alternativa que apresenta o nome correto da doença e do seu agente causal:

- a) Fusariose (*Fusarium* *guttiforme*).
- b) Murcha do abacaxizeiro (Pineapple mealybug wilt-associated virus – PMWaV).
- c) Murcha do abacaxizeiro (*Cucumber mosaic virus*- CMV).
- d) Fusariose (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*).
- e) Murcha do abacaxizeiro (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*).

Principais doenças das hortaliças

Diálogo aberto

As hortaliças são de fundamental importância na dieta humana, sendo a agricultura familiar responsável por quase 100% da produção (BOARI et al., 2017). Seu cultivo é fácil, por serem plantas de ciclo curto, gerando um retorno rápido do valor investido no plantio. A versatilidade das hortaliças é tanta que podem ser vendidas *in natura*, processadas ou em forma de temperos. Um dos principais fatores que limitam o desenvolvimento dessa atividade agrícola econômica é o ataque de patógenos que causam danos e influenciam de forma direta ou indireta a produção das culturas (BOARI et al., 2017). Por exemplo, quem já não verificou em sua horta, ou mesmo em feiras, folhas de alface ou um fruto de tomate podre? Certamente você não iria querer consumir um produto assim. Pois, diversos patógenos podem causar a deterioração destes produtos, depreciando-os e limitando a comercialização dos mesmos.

Para que você compreenda melhor como esses conteúdos são aplicados, analise a seguinte situação: você, engenheiro agrônomo, que na sua consultoria anterior em um bananal identificou a doença Mal-do-Panamá, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, foi solicitado agora por um produtor de tomates que está apresentando problemas de baixa produtividade em sua lavoura, e você deverá visitar a área para fazer a diagnose das doenças que está(ão) afetando as plantas. Sendo assim, ao visitar a lavoura, você primeiramente analisou as condições ambientais da área e verificou a predominância de temperaturas amenas (22 a 25° C) e umidade relativa elevada. As plantas de tomate estavam murchas e o produtor lhe disse que inicialmente as plantas murchavam e recuperavam a turgescência ao final do dia, mas que com o passar do tempo, elas murcharam e não mais se recuperaram.

Além disso, as plantas apresentavam lesões necróticas em forma de “V” (estreitando-se da margem para o centro do folíolo) nas margens dos folíolos das folhas inferiores. Ao fazer um corte na parte basal do caule você notou um escurecimento marrom. Para confirmar o agente causal da doença você realizou o teste do copo e o resultado foi negativo. Com base nestas observações, qual tipo de patógeno está causando doença nas plantas? E qual o nome do patógeno? Qual é a doença que este patógeno está causando? Como/por que você chegou a estas conclusões? Quais medidas de controle para a doença devem ser recomendadas?

Ao final das suas análises e obtenção dos resultados, você deverá emitir um laudo para o produtor, respondendo a todos estes questionamentos.

Assim, ao final desta seção, esperamos que você possa conhecer os sintomas, a etiologia e as medidas de controle de algumas das principais doenças das principais hortaliças cultivadas no Brasil. Esperamos que você saiba identificar os aspectos referentes às doenças e saiba aplicar as técnicas para o controle das mesmas. Sendo assim, estudaremos nesta seção os aspectos das principais doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides que afetam estas hortaliças.

Vamos começar?

As hortaliças estão presentes todos os dias nas mesas de milhares de brasileiros e seu consumo tende a crescer cada vez mais, visto que vêm sendo bastante valorizadas nos últimos anos, tanto no mercado nacional como internacional. As hortaliças campeãs de consumo no Brasil são a batata, o tomate e a cebola. Mas também merecem destaque a abóbora, o repolho, a alface, o chuchu, a batata-doce e o pimentão (AGROW, 2015). Vamos ver, nos quadros a seguir, as doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoídes que são comuns a várias famílias de hortaliças.



Doenças comuns das hortaliças

Caros alunos, vamos falar mais sobre algumas doenças comuns a várias hortaliças:

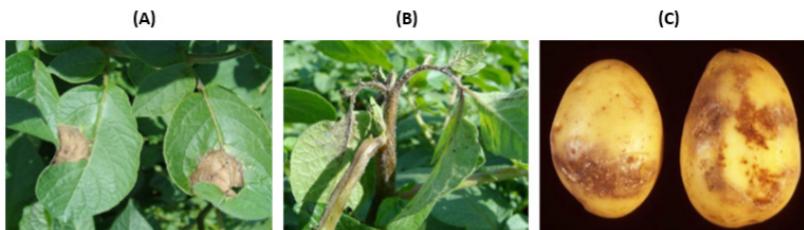
Doenças Causados por Fungos

A **Requeima**, também conhecida como “**Mela**”, “**Crestamento de Phytophthora**”, “**Crestamento tardio**”, “**Mufa**” e “**Míldio**”, é causada pelo fungo *Phytophthora infestans* e é considerada uma das principais doenças da batateira e a mais destrutiva doença do tomateiro, sendo responsável pelo grande uso de defensivos nessas culturas. O patógeno está presente em todas as regiões produtoras de batata e tomate. Temperaturas baixas a amenas (12 a 25°C) e umidade elevada são condições favoráveis ao desenvolvimento da doença.

O patógeno pode afetar plantas de qualquer idade e toda a parte aérea da planta de batata e tomate e, em alguns casos, o tubérculo da batata. Os sintomas nas folhas se caracterizam por lesões inicialmente pequenas, irregulares, de cor verde-claro a verde-escuro. Com o avanço da doença (sob condições favoráveis de umidade e temperatura), as lesões se tornam maiores, amarronzadas ou pretas, envoltas por um halo encharcado, necrosando os tecidos e matando os folíolos (Figura 4.7 A e Figura 4.8 A). As lesões podem avançar para o pecíolo e caule, ocasionando a morte da planta (Figura 4.7 B e Figura 4.8 B). A morte das gemas apicais nos brotos interfere diretamente no desenvolvimento das plantas. Sob condições de alta umidade é possível verificar um crescimento esbranquiçado na face inferior da folha, que consiste nas frutificações do fungo. As plantas apresentam um aspecto de

“queimado” e exalam um odor de putrefação característico. O ataque severo provoca grande desfolha e podridão dos frutos. Nos tubérculos (Figura 4.7 C) e nos frutos de tomate (Figura 4.8 C), o fungo causa uma podridão dura e de coloração marrom-escura (DIAS; IAMAUTI; FISHER, 2016; INOUE-NAGATA et al., 2016).

Figura 4.7 | Sintomas de Requeima em (A) folhas, (B) pecíolo e caule e (C) tubérculos de batata



Fonte: (A) <https://www.embrapa.br/documents/1355126/12616965/Sistema+Produ%C3%A7%C3%A3o+Fig+1.jpg/0408bc93-a4a1-4bac-ae7d-c754a83ae432?t=1464628563281>. Acesso em: 11 mar. 2019.
(B) <https://www.embrapa.br/documents/1355126/12616965/Sistema+Produ%C3%A7%C3%A3o+Fig+2.jpg/dbda018-c773-46bf-920b-90f5d070423f?t=1464628563546>. Acesso em: 11 mar. 2019
(C) <https://www.embrapa.br/documents/1355126/12616965/Sistema+Produ%C3%A7%C3%A3o+Fig+3.jpg/f979f71d-9bc8-444b-96a1-8c31edc8951b?t=1464628563831>. Acesso em: 11 mar. 2019.

Figura 4.8 | (A) Sintomas de Requeima em folhas. (B) Folhas e frutos atacados por requeima



Fonte: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/sintoma+inicial+de+requeima+nas+brotacoes_000fhkwuxu302wyiv801z2f4w2tryj5o.jpg. Acesso em: 11 mar. 2019.

Fonte: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/folhas+e+frutos+s+severamente+atacados+por+requeima_000fhkwjwl02wyiv801z2f4wna1yal0.jpg. Acesso em: 11 mar. 2019.

Para o controle da doença, a principal medida recomendada é a utilização de fungicidas (registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA), no entanto, outras medidas complementares podem ser utilizadas, como: evitar o plantio em épocas favoráveis à requeima, em locais sujeitos à neblina e próximo a lavouras contaminadas com a doença; plantio de material propagativo sadio; destruição das fontes de inóculo; evitar irrigações em finais de tarde ou noturnas; desinfestação

de materiais e equipamentos utilizados em culturas afetadas; e adubação equilibrada. Além disso, recomenda-se o plantio de variedades que possuam um bom nível de resistência à requeima, sem dispensar o controle químico quando as condições forem favoráveis à doença (DIAS; IAMAUTI; FISHER, 2016; INOUE-NAGATA et al., 2016; PAVAN et al., 2016).

DOENÇAS CAUSADAS POR BACTÉRIAS

A **Murcha bacteriana**, causada pela bactéria *Ralstonia solanacearum*, também conhecida como “Murchadeira”, “Dormideira” e “Água-quente”, é uma das principais doenças da batateira e do tomateiro no Brasil e em várias regiões produtoras do mundo, e também apresenta alto poder destrutivo em outras culturas da família *Solanaceae*, como pimentão, berinjela, fumo e jiló. É uma doença de difícil controle, sendo que sua ocorrência em uma única planta em campos de cultivo é o suficiente para condenar a certificação do campo (DE SOUZA DIAS; IAMAUTI; FISHER, 2016; INOUE-NAGATA et al., 2016).

O sintoma mais típico da doença é a murcha das folhas (Figura 4.13 A), que, no início do desenvolvimento da doença, recuperam a turgescência nas horas mais frescas do dia, mas que com o avanço da doença a murcha se torna irreversível. Outro sintoma típico é o escurecimento dos vasos condutores, que pode ser observado ao cortar-se a base do caule de plantas murchas, e também ao se fazer um corte do tubérculo de batata ao meio (Figura 4.9 B) (DE SOUZA DIAS; IAMAUTI; FISHER, 2016; INOUE-NAGATA et al., 2016).



Assimile

Doenças de etiologia fúngica, como as causadas por *Verticillium* spp. e *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, também provocam murcha vascular e escurecimento dos vasos condutores no tomateiro. Sendo assim, para certificar que a murcha da planta se trata da murcha bacteriana, deve-se realizar o teste do copo em que a confirmação da etiologia bacteriana é feita mediante a observação da saída de um “pus” ou exsudação bacteriana (na forma de filete) dos vasos, quando pedaços da haste apresentando escurecimento são colocados suspensos em um recipiente contendo água limpa. Se o teste apresentar resultado negativo, ou seja, não for observada exsudação bacteriana, e partindo do pressuposto que a doença é de origem biótica (causada por agente infeccioso e não por fator ambiental), pode-se afirmar que a doença é causada por um fungo. Para identificar o fungo causador da doença, deve-se observar o seu crescimento em meio de cultura (visualização no

microscópio). Caso o fungo produza ramificações verticiladas (formando três conidióforos a partir do mesmo ponto), em cujas extremidades são formados conídios unicelulares hialinos, pode-se afirmar que o agente etiológico da doença pertence ao gênero *Verticillium* spp.

Figura 4.9 | (A) Plantas de batata apresentando sintomas de murcha e (B) Escurecimento vascular em tubérculo de batata



Fonte:(A)<https://www.embrapa.br/documents/1355126/12616965/Sistema+Produ%C3%A7%C3%A3o+Fig+14.jpg?963de21c-5eab-4bff-b2fc-feb7f7d6a527?t=1464628219783>. Acesso em: 11 mar. 2019.
(B)<https://www.embrapa.br/documents/1355126/12616965/Sistema+Produ%C3%A7%C3%A3o+Fig+15.jpg?a5f47cf1-211b-4e95-a7c7-054577f5d164?t=1464628220192>. Acesso em: 11 mar. 2019.

Em plantas de tomates, a Murcha bacteriana, causada pela bactéria *Ralstonia solanacearum*, provoca sintomas semelhantes aos causados na batata (Figura 4.10 A e B).

Figura 4.10 | (A) Plantas de tomate com sintomas de murcha e (B) escurecimento vascular na base do caule do tomateiro infectado com murcha bacteriana



Fonte: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107352/1/CNPH-DOEN.-DO-TOMAT.-05.pdf>.
Acesso em: 14 mar. 2019.

Como *R. solanacearum* possui uma ampla gama de hospedeiros e capacidade de sobrevivência no solo, o seu controle é extremamente difícil. Sendo assim, as medidas de controle adotadas devem ser essencialmente preventivas, objetivando impedir ou retardar a entrada do patógeno na área de cultivo, como, por exemplo: escolha de área de plantio que não tenha histórico de murcha bacteriana e que seja bem drenado; a rotação de culturas (por três ciclos ou mais), principalmente com gramíneas como milho, arroz, sorgo, cana-de-açúcar e pastagens; controle de plantas daninhas para reduzir as possibilidades de sobrevivência da bactéria; evitar danos mecânicos (ferimentos) durante os tratos culturais, pois servem de “porta de entrada” para o patógeno; utilização de material propagativo sadio; erradicação de plantas infectadas; controle da água de irrigação, que deve estar livre da bactéria e desinfestação de ferramentas e equipamentos utilizados em culturas afetadas. O controle químico não é utilizado para esta doença e variedades resistentes não são conhecidas (DE SOUZA DIAS; IAMAUTI; FISHER, 2016; INOUE-NAGATA et al., 2016).

A **Podridão mole**, causada pelas bactérias *Pectobacterium* spp. e *Dickeya* spp., é considerada um dos principais problemas que ocorrem durante o armazenamento dos tubérculos de batata devido aos ferimentos causados durante a colheita. Altas temperaturas e umidade são condições que favorecem a doença.

Os tubérculos podem ser afetados pela bactéria no solo, na colheita ou no armazenamento. A infecção ocorre através dos estolões, lenticelas e ferimentos causados por insetos ou por patógenos de solo. O patógeno causa uma podridão-mole e encharcada de cor creme e apresenta cor escura na periferia da área atingida, que se desprende facilmente do tecido sadio (Figura 4.15 B). Nas lenticelas, a infecção causa áreas circulares úmidas, de cor escura.

A **Canela Preta** é causada pelas mesmas bactérias causadoras da Podridão mole (*Pectobacterium* spp. e *Dickeya* spp.) e é endêmica em todas as áreas produtoras de batata. Porém, os danos só ocorrem quando as condições são muito favoráveis à doença, como sob altas temperaturas e umidade. A **Canela Preta** ocorre no campo com a planta em estágio vegetativo enquanto a **Podridão mole** ataca os tubérculos de batata. Os ramos afetados pela doença apresentam enegrecimento do colo, ocorre descoloração do tecido vascular (Figura 4.11 A) e as plantas podem murchar nas horas mais quentes do dia. Em infecções mais tardias, as folhas inicialmente apresentam enrolamento, progredindo para amarelecimento e murcha, a casca é destruída e a medula da haste apresenta podridão-mole. No estágio final da doença os vasos ficam descoloridos, apresentando cor parda. Os sintomas tardios de Canela preta recebem o nome de talo-oco. Além da batata, *Pectobacterium* spp. pode afetar diversas outras culturas, como o **tomate, alho, cebola, brássicas e cenoura**. As espécies e subespécies de *Pectobacterium* e *Dickeya* provocam sintomas extremamente semelhantes no tomateiro (Figura 4.12).

Figura 4.11 | (A) Escurecimento e podridão-mole causados pela canela-preta em ramos de batata. (B) Podridão-mole em tubérculos de batata



Fonte:(A)<https://www.embrapa.br/documents/1355126/12616965/Sistema+Produ%C3%A7%C3%A3o+Fig+17.jpg/467483f7-45af-4222-9cc1-6c567225b1e0?t=1464628220824>. Acesso em: 11 mar. 2019.
(B)<https://www.embrapa.br/documents/1355126/12616965/Sistema+Produ%C3%A7%C3%A3o+Fig+18.jpg/3d64e7f2-82d5-4b96-8419-ff1eedb2c873?t=1464628221439>. Acesso em: 11 mar. 2019.

Figura 4.12 | Podridão-mole em frutos de tomate



Fonte:https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/Image40.jpg. Acesso em: 11 mar. 2019.

Para o controle da Podridão mole no campo, algumas medidas podem ser adotadas, como: plantio em solo com boa drenagem; escolha de área de plantio que não tenha histórico da doença e que o solo seja bem drenado; rotação de cultura em áreas muito infestadas; espaçamento adequado entre plantas, que permita boa aeração da cultura; aplicação de produtos químicos para proteção de frutos ainda na planta; evitar o contato do fruto com o solo (utilização de plástico ou cobertura morta). Na colheita, deve-se evitar fermentos, separar e descartar órgãos infectados; colher os frutos com textura delicada no início da manhã (temperaturas amenas) e fazer secagem natural e rápida logo após a colheita. Nas embalagens, os seguintes cuidados devem ser tomados: manuseio cuidadoso do material vegetal para evitar fermentos; remover frutos infectados; desinfestação de caixas e recipientes com germicidas e imersão em solução ou suspensão de produtos químicos para alguns tipos de frutos. A estocagem dos produtos deve ser feita em local bem arejado ou temperaturas mais baixas (5-10°C) e umidade relativa baixa. Também deve ser feita a desinfestação do local de armazenamento com germicidas e a eliminação dos órgãos afetados (DIAS; IAMAUTI; FISHER, 2016).



Teste isca biológica



Doenças das hortaliças causadas por vírus e nematoides.



Pesquise mais

Prezado aluno, para que você possa saber mais a respeito das doenças da cultura da batata, sugiro a leitura das páginas 6 a 19 do material:

BRISOLLA, Aírton D. et al. Manejo integrado das principais doenças e pragas da cultura da batata: Uma visão holística de controle para o Estado do Paraná. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná - Iapar, 2002. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/CT124.pdf. Acesso em: 14 dez. 2018.

Prezado aluno, acabamos de abordar as principais doenças que afetam as hortaliças de maior importância para o agronegócio brasileiro. Iremos agora praticar os conhecimentos acerca dos aspectos destas doenças. Vamos lá?!

Sem medo de errar

Prezado aluno, agora que você já conheceu um pouco mais sobre os aspectos das principais doenças da bananeira, vamos resolver a situação-problema: ao visitar a lavoura de tomates, na qual você foi solicitado como engenheiro agrônomo, para diagnosticar a doença que estava causando problemas de baixa produtividade e baixa qualidade dos frutos e seus derivados, você verificou a predominância de temperaturas amenas e umidade relativa elevada e observou que as plantas estavam murchas (e o produtor lhe relatou que elas não se recuperavam ao final do dia) e também apresentavam manchas necróticas em forma de “V” nas margens dos folíolos das folhas inferiores. Você também notou um escurecimento marrom, ao fazer um corte na parte basal do caule. Para confirmar o agente causal da doença você realizou o teste do copo e o resultado foi negativo. Diante destas informações:

Qual tipo de patógeno está causando doença nas plantas? O agente patogênico que está causando a doença é um fungo, visto que doenças bióticas que se caracterizam por murcha vascular e escurecimento dos vasos condutores podem ser causadas pelos fungos *Verticilium* spp. e *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* e também pela bactéria *Ralstonia solanacearum*. Mas como o teste do copo apresentou resultado negativo, e este teste é realizado justamente para confirmar a etiologia bacteriana de uma doença (observação de exsudação ou pus bacteriano saindo do tecido lesionado), confirma-se que a doença não é causada por uma bactéria, então a etiologia é fúngica.

E qual o nome do patógeno? *Verticilium* spp.

Qual é a doença que este patógeno está causando? Murcha de *Verticilium*

Como e por que você chegou a estas conclusões? Primeiramente, pode-se confirmar que se trata de uma doença biótica, ou seja, causada por algum agente patogênico, pois as plantas ficavam murchas durante o dia e não se recuperavam ao final do dia. Se a causa fosse abiótica, causada por temperaturas elevadas, as plantas recuperariam sua turgescência à noite, fato que não estava ocorrendo. A confirmação da etiologia fúngica da doença foi feita através do teste do copo, que apresentou resultado negativo, ou seja, não é uma bactéria (*Ralstonia solanacearum*) que está causando a doença. Posteriormente, pôde-se identificar o fungo causador da doença como sendo *Verticilium* spp., devido aos sintomas típicos que estes provocam nas plantas de tomate, como lesões necróticas nas folhas em forma de "V", sendo que *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* não provoca este tipo de sintoma nas plantas. E para confirmar que o agente etiológico é realmente o fungo *Verticilium* spp., foi realizado teste em laboratório, com a observação em microscópio do crescimento fúngico em meio de cultura, com a produção de ramificações verticiladas e conídios hialinos sendo produzidos nas extremidades dos conidióforos.

Quais medidas de controle para esta doença devem ser recomendadas?

Recomenda-se o plantio de variedades resistentes, adubação equilibrada das plantas, controle rigoroso de plantas daninhas e plantas voluntárias, destruição dos restos culturais e rotação de culturas com gramíneas (arroz, milho, entre outros).

Ao final das suas análises e obtenção dos resultados (identificação da doença e recomendação de medidas de controle,) você deverá emitir um laudo para o produtor, respondendo a todos os questionamentos, como nome da doença e agente etiológico, como foi feita a identificação da doença e quais são as medidas de controle recomendadas para ela.

Identificando a causa da Podridão-mole

Descrição da situação-problema

Você, engenheiro agrônomo, é um pesquisador da Embrapa, e recebeu amostras de tubérculos de batata e frutos de pimentão apresentando um aspecto de podre, lesões encharcadas, deprimidas, de cor creme e a periferia destas lesões apresentava cor escura. Além disso, estes materiais exalavam um odor fétido. Sabendo-se que tanto bactérias quanto diversos fungos podem causar esta podridão, como você faria para confirmar a etiologia da doença? Qual o nome da doença que causa estes sintomas? Quais os fungos e bactérias que podem causar esta doença?

Resolução da situação-problema

Como você faria para confirmar a etiologia da doença? Primeiramente, deve-se fazer o teste de isca biológica, que consiste nos seguintes passos:

- Desinfestação superficial das iscas biológicas (tubérculos sadios de batata e frutos sadios de pimentão): Lavagem com água e detergente seguida de flambagem do material vegetal.
- Fazer o corte com uma faca flambada em torno da batata e quebrar o tubérculo, de maneira que o centro não seja tocado por nada.
- Com o estilete, tocar no material vegetal com sintomas de podridão-mole, e logo em seguida furar o centro do material vegetal sadio (batata ou pimentão).
- Amarrar as duas metades da batata e colocar em câmara úmida por 24 h.
- No pimentão serão feitos dois furos em lados opostos do fruto intacto. Após a inoculação, colocá-lo em câmara úmida por 24 h.
- A etiologia bacteriana da doença será confirmada se em 24 h houver um halo de aproximadamente 1 cm de diâmetro de podridão-mole no entorno do ponto de inoculação dos materiais vegetais inoculados e, após isolamento em meio de cultura de 24-48h, se observar o crescimento bacteriano.

Qual o nome da doença que causa estes sintomas? Podridão-mole

Quais os fungos e bactérias que podem causar esta doença? Fungos saprófitas podem causar podridões moles, como os gêneros *Penicillium spp.* e *Rhizopus spp.* e também bactérias dos gêneros *Pectobacterium spp.*, como: *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* e *Pectobacterium*

carotovorum subsp. *atrosepticum* e gênero *Dickeya* spp., como *Dickeya chrysanthemi*.

Sendo assim, diante da situação apresentada e análises feitas, você deve recomendar ao produtor que escolha uma área para plantio que não tenha histórico da doença, que o solo seja bem drenado, que haja espaçamento adequado entre as plantas permitindo melhor aeração, que se evite ferimentos e que seja feita a remoção de frutos e tecidos vegetais infectados. Além disso, recomenda-se a estocagem dos produtos em local bem arejado ou temperaturas mais baixas (5-10°C) e umidade relativa baixa. Também deve ser feita a limpeza e a desinfestação do local de armazenamento dos produtos vegetais.

Faça valer a pena

1. Um determinado vírus causador de doenças em plantas é o agente etiológico da doença chamada de “Mosaico Y” na cultura da batata, de “Risca” na cultura do tomate e de “Mosaico” na cultura do pimentão, acarretando significativas perdas de produtividade destas culturas.

Assinale a alternativa que apresenta o nome correto do patógeno causador destas doenças:

- a) *Tomato chlorosis virus* – ToCV.
- b) *Tomato mosaic virus* – ToMV.
- c) *Tobacco mosaic virus* – TMV.
- d) *Potato virus Y* – PVY.
- e) *Potato virus X* – PVX.

2. Determinado patógeno causa em plantas de determinadas culturas os seguintes sintomas: Lesões amarronzadas, envoltas por um halo encharcado. Estas lesões podem progredir para o pecíolo e caule e ocasionar a morte da planta. Em condições de alta umidade, observa-se uma pulverulência esbranquiçada na face inferior da folha. O patógeno causador desta doença faz com que as plantas fiquem queimadas e exalem um odor de putrefação.

De acordo com os sintomas descritos, marque a alternativa que apresenta corretamente o nome da doença, o agente etiológico e as culturas que são afetadas por esta doença.

- a) Murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) – batata e tomate.
- b) Podridão mole (*Pectobacterium* spp.) - cenoura e batata.
- c) Requeima (*Phytophthora infestans*) - batata e tomate.
- d) Requeima (*Ralstonia solanacearum*) - batata e tomate.
- e) Requeima (*Pectobacterium* spp.) - cenoura e batata.

3. Julgue os itens a seguir:

- () Fungos do gênero *Alternaria spp.*, causa sintomas de mancha ou queima em plantas de diversas hortaliças, como: batata, tomate, berinjela, jiló, cenoura, alho e cebola.
- () Fungos do gênero *Colletotrichum spp.* provocam a doença chamada Antracnose, que afeta tomate, pimentão, cebola dentre outras hortaliças.
- () A *Ralstonia solanacearum*, que causa a murcha bacteriana, é uma bactéria de fácil controle, podendo ser controlada principalmente por meio do controle químico e utilização de cultivares resistentes.
- () Os principais gêneros de nematoides que afetam as hortaliças são *Heterodera spp.* e *Meloidogyne spp.*

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

- a) V, V, F, F.
- b) V, V, F, V.
- c) V, V, V, F.
- d) F, F, V, F.
- e) F, V, F, F.

Principais doenças das plantas ornamentais

Diálogo aberto

O mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais apresenta perspectivas de crescimento e consequente incremento para os principais segmentos da cadeia produtiva, distribuição e comercialização. Cada vez mais, mudas de qualidade são vistas como fundamental importância para o sucesso na implantação e manutenção de qualquer projeto paisagístico, arborização urbana ou mesmo para o cultivo de plantas em vaso. Para conseguí-las, deve-se lançar mão de técnicas e procedimentos adequados para a produção, o que é indispensável para um melhor aproveitamento desse rentável ramo do agronegócio. Dentre esses procedimentos, está a constante inspeção das mudas para a verificação da ocorrência de doenças, e caso estas sejam detectadas, medidas adequadas de manejo devem ser adotadas.

Para aplicar estes conteúdos, vamos analisar a seguinte situação: você, engenheiro agrônomo, que nas suas consultorias anteriores em um bananal identificou a doença Mal-do-Panamá, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*, e em uma lavoura de tomates identificou a doença Murcha de *Verticillium*, causada pelo fungo *Verticillium spp.*, foi designado agora para atender uma empresa de paisagismo para identificar a doença que estava ocorrendo nas orquídeas, tornando-as impróprias para o comércio. Ao chegar na área de produção você observou que algumas folhas apresentavam manchas circulares, deprimidas e bem delimitadas, de coloração castanho-escura. No centro destas lesões foi possível observar a presença de pontuações negras, que correspondem a estruturas do patógeno (Figura 4.13).

Figura 4.13 | Lesão observada nas folhas das orquídeas



Fonte: <http://www.scielo.br/img/revistas/fb/v30n4/a21fig1c.jpg>. Acesso em: 11 mar. 2019.

Você verificou também que as plantas estavam sob condições de umidade elevada (acima de 80%) e temperaturas em torno de 20°C. Diante destas observações, qual doença está ocorrendo nas plantas? Qual o patógeno? Como você pode confirmar a etiologia da doença? Quais condições ambientais favorecem o desenvolvimento da doença? Quais medidas de controle para esta doença devem ser recomendadas? Ao final das suas análises e obtenção dos resultados, você deverá emitir um laudo para a empresa, respondendo a todos estes questionamentos.

Assim, ao final desta seção, você conhecerá os sintomas, a etiologia e as medidas de controle de algumas das principais doenças de algumas das plantas ornamentais. Ou seja, esperamos que você saiba identificar os aspectos referentes às doenças e saiba aplicar as técnicas para o controle das mesmas.

Vamos começar?

Não pode faltar

As plantas ornamentais, como todas as outras culturas, estão sujeitas a uma série de doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoídeos que podem provocar perdas ou mesmo constituir fator limitante ao desenvolvimento de uma determinada cultura. No entanto, no caso de plantas ornamentais, o problema de doenças é bastante particular devido às características de cultivo: grande número de espécies vegetais; diversidade de condições ambientais exigidas pelas plantas; poucas plantas matrizes certificadas; ineficiente padronização na comercialização e controle de qualidade; poucos centros de pesquisa e treinamento para qualificação de pessoal; carência de infraestrutura para criar e manter um mercado exportador; e também insuficiência de mercado interno a preços compensadores.

O sucesso do tratamento de uma doença depende principalmente da rapidez e eficiência de seu diagnóstico. Assim, estudaremos nesta seção as principais doenças que afetam as seguintes culturas: **Amarílis** (*Hippeastrum hybridum* / *Amaryllis*); **Antúrio** (*Anthurium* spp.); **Crisântemo** (*Chrysanthemum* sp.); **Gérbera** (*Gerbera jamesonii*); **Impatiens** (*Impatiens hawkeri*, *I. walleriana*, *I. holstii*); **Lírio** (*Lilium* spp.); **Orquídeas** (Principais gêneros: *Arundina*, *Brassia*, *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Laelia*, *Phalaenopsis*, etc.); **Roseira** (*Rosa* sp.); e **Violeta Africana** (*Saintpaulia ionantha*). A seguir, estão citadas as doenças mais importantes causadas por fungos, bactérias e vírus (Quadro 4.7), e estão descritas as doenças causadas por nematoídeos (Quadro 4.8), que ocorrem nestas culturas. O QR Code a seguir apresenta um quadro sobre doenças causadas por fungos, vírus e bactérias.



Você, também, poderá se aprofundar um pouco acessando o arquivo Quadro doenças causadas por fungos, bactérias e vírus, disponível no QR Code ao lado.

Aluno, vamos agora abordar mais detalhadamente a respeito da **Antracnose**, **Mofo Cinzento** e **Ferrugem**, que são doenças fúngicas comuns às espécies ornamentais estudadas nesta seção, bem como a várias outras espécies de plantas ornamentais.

DOENÇAS FÚNGICAS

A **Antracnose**, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, afeta diversas espécies de plantas ornamentais, como **Amarílis** (*Hippeastrum hybridum*), **Antúrio** (*Anthurium* spp.), **Orquídeas** (vários gêneros como: *Arundina*, *Brassia*, *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Laelia*, *Phalaenopsis*, etc.), **Begônia** (*Begonia* spp.), **Comigo ninguém pode** (*Dieffenbachia seguine*), **Estrelícia** (*Strelitzia reginae*), **Filodendro** (*Philodendron* spp.), **Flamboyant** (*Delonix regia*), **Espada de São Jorge** (*Sansevieria trifasciata*), **Helicônia** (*Heliconia rostrata*), **Hortênsia** (*Hydrangea macrophylla*), entre outras (PITTA, 1995; BENCHIMOL ET AL., 2016; ALEXANDRE ET AL., 2016). Os sintomas caracterizam-se por manchas deprimidas de cor castanho-escura ou negra sobre os órgãos afetados: folhas, pecíolos, hastes, botões florais e frutos. A princípio, são pequenos pontos que posteriormente aumentam de tamanho, formando circunferências bem delimitadas, deprimidas, mostrando, na maioria dos casos, pontuações negras, no centro, formada pelos esporos do fungo (Figura 4.14) (PITTA, 1995; ALEXANDRE ET AL., 2016). Em alguns casos, as manchas podem ser circundadas por halo clorótico (BENCHIMOL ET AL., 2016). A Antracnose é favorecida por temperaturas que variam de 18 a 25°C e umidade relativa elevada (superior a 80%).

Figura 4.14 | Sintomas de Antracnose em orquídea (*Paphiopedilum insigne*)



Fonte: <http://www.scielo.br/img/revistas/fb/v30n4/a21fig1a.jpg>. Acesso em: 11 mar. 2019.



Exemplificando

O **Mofo cinzento** é uma doença comum em diversas plantas ornamentais, como **Crisântemo** (*Chrysanthemum* spp.), **Lírio** (*Lilium* spp.), **Orquídea** (vários gêneros como: *Arundina*, *Brassia*, *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Laelia*, *Phalaenopsis*, etc), **Rosa** (*Rosa* spp.), **Violeta africana** (*Saintpaulia ionantha*), Begônia (*Begonia* spp.), Cravo (*Dianthus caryophyllus*), Gladíolo (*Gladiolus hortulanus*) e Gloxinia (*Sinningia speciosa*) (PITTA, 1995; ALEXANDRE et al., 2016). É causada pelo fungo *Botrytis cinerea*, o qual penetra nos tecidos jovens, principalmente flores e folhas. Os sintomas iniciais são pequenas manchas marrom-aquosas que se desenvolvem rapidamente, inutilizando os órgãos afetados, que se cobrem pelas estruturas do fungo, com aspecto pulverulento e coloração acinzentada (Figura 4.15). As condições ótimas para seu desenvolvimento são: umidade relativa elevada, falta de aeração e temperaturas ao redor de 16 a 18°C.

Figura 4.15 | Sintomas de Mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) em flor de orquídea (*Cattleya chocoensis*).



Fonte: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v77_1/russomano1.pdf. Acesso em: 11 mar. 2019.

Os fungos que provocam a **Ferrugem** nas plantas ornamentais pertencem, em sua grande maioria, aos gêneros *Uredo* spp, *Puccinia* spp e *Coleosporium* spp. Estes patógenos são favorecidos por condições de temperatura e umidade elevadas. Os sintomas característicos da doença são pústulas pulverulentas de cor amarelo-alaranjada ou marrom-avermelhada na face inferior da folha, onde há produção dos urediniósporos do patógeno (Figura 4.16) e manchas amareladas ou necróticas na face superior das folhas. As plantas afetadas por estas doenças são: **Antúrio**, **Crisântemo**, **Orquídea**, **Rosa**, **Cravo**, **Helicônia**, **Gladíolo**, entre outras (PITTA, 1995; BENCHIMOL ET AL., 2016; ALEXANDRE et al., 2016).

Figura 4.16 | Sintomas de Ferrugem em folhas de roseira



Fonte: Pitta (1995, p.16).

O controle de doenças fúngicas em plantas ornamentais deve ser baseado na adoção de medidas conjuntas, visando prevenir e reduzir a ocorrência de epidemias. O controle cultural engloba alguma práticas preventivas que otimizam o desenvolvimento e reduzem o estresse da planta, como: plantio de sementes e mudas saudáveis, utilização de solo/substrato esterilizado; controle de umidade, temperatura, luminosidade e circulação de ar adequadas; utilização de água livre de patógenos; nutrição equilibrada; eliminação e destruição de plantas ou partes de plantas doentes e restos culturais; espaçamento adequado entre plantas para evitar o acúmulo de umidade entre elas; evitar ferimentos durante o manuseio, tratos culturais e transporte; eliminar hospedeiros intermediários nas proximidades da produção; realizar a limpeza constante do local de cultivo e desinfestação das mãos, botas, ferramentas, implementos e vasos reutilizados.

O controle genético representa o método de controle mais abrangente e eficaz, porém é restrito em plantas ornamentais, visto que nem sempre é possível aliar estética a níveis elevados de resistência. Ao se estabelecer um sistema produtivo ou paisagístico, deve-se priorizar a escolha de cultivares e híbridos que possuam algum tipo de resistência às principais doenças fúngicas. Em plantas ornamentais, também pode ser aplicado o controle biológico, utilizando-se *Trichoderma* sp. no solo/substrato para reduzir a ocorrência e a severidade de doenças causadas por fungos de solo, como os dos gêneros *Sclerotinia*, *Sclerotiorum*, *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora* e *Verticillium*.

O controle físico também pode ser adotado, baseando-se na utilização de agentes físicos para conter o desenvolvimento de doenças, como, por exemplo, a termoterapia, objetivando eliminar fungos internos ou externos de sementes, bulbos e estacas; a desinfestação de solo através de calor úmido, muito utilizado em cultivo protegido de plantas ornamentais, e também a solarização.



Vocabulário

A **solarização** consiste no aproveitamento da energia solar por intermédio de um filme de plástico transparente colocado sobre a superfície do solo previamente umedecido durante os meses mais quentes do ano (período de 20 a 60 dias), o que irá provocar uma elevação da temperatura do solo, destruindo os propágulos dos agentes patogênicos.

O controle químico, através da utilização de fungicidas, desempenha um papel decisivo no controle de doenças fúngicas em plantas ornamentais. A estratégia de controle com fungicidas visa impedir ou diminuir a ocorrência de doenças no campo e em cultivos protegidos, mas para isso se deve conhecer detalhadamente o potencial de controle destes produtos para que se tenha eficácia no controle (PITTA, 1995; BENCHIMOL ET AL., 2016; ALEXANDRE et al., 2016).

Caro aluno, abordaremos agora a respeito do Mosaico, doença vírica comum às espécies ornamentais estudadas nesta seção, bem como a várias outras espécies de plantas ornamentais. O QR Code a seguir apresenta mais informações sobre doenças causadas por vírus.



Você, também, poderá se aprofundar um pouco acessando o arquivo [Doenças causadas por vírus](#), disponível no QR Code ao lado.



Refita

Considerando que os vírus são agentes fitopatogênicos altamente específicos em relação ao seu hospedeiro e apenas se multiplicam em tecidos vivos, a utilização de variedades resistentes seria uma medida eficaz para o controle de viroses em plantas ornamentais?

Prezado aluno, abordaremos agora a respeito de algumas doenças bacterianas comuns às espécies ornamentais estudadas nesta seção, bem como a várias outras espécies de plantas ornamentais: O **Crestamento Bacteriano** e a **Podridão Mole**.

DOENÇAS CAUSADAS POR BACTÉRIAS

O **Crestamento bacteriano**, causado pela bactéria *Pseudomonas cichorii*, afeta diversas plantas ornamentais, dentre elas o **Crisântemo**, a **Gérbera** e a **Violeta africana**. *P. cichorii* possui ampla gama de hospedeiros. Os sintomas

iniciais são anasarcas (distorções vegetais) nas folhas, que posteriormente evoluem para manchas necróticas no limbo e nos bordos foliares, tornam-se escurecidas, quase pretas, e aumentam de tamanho, podendo ocupar todo o limbo foliar e atingir o pecíolo (Figura 4.17). As lesões também podem ser observadas nas flores e em infecções severas, as manchas também podem aparecer nas hastes, ocasionando o colapso do botão floral. Todos estes sintomas causados depreciam o produto para comercialização. A doença é favorecida por condições de alta umidade relativa, alta temperatura e adensamento de plantas (ALEXANDRE et al., 2016).

Figura 4.17 | Sintomas de Crestamento bacteriano em Crisântemo



Fonte: Pitta (1995, p.24).

A **Podridão mole**, causada pelas bactérias *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* e *Dickeya* sp., afeta diversas plantas ornamentais, dentre elas: **Amarilis**, **Orquídeas**, **Crisântemo** e **Violeta Africana**. Ocorre principalmente em órgãos de reserva ou folhas suculentas. Em Amarilis, inicialmente os sintomas são observados nas folhas como pequenas anasarcas, escuras e brilhantes. Com o avanço da doença, as lesões vão aumentando de tamanho e provocando a podridão do limbo. A podridão pode progredir e atingir as escamas internas e externas do bulbo, causando decomposição parcial ou total do mesmo, culminando com a morte da planta afetada. A doença pode ocorrer tanto durante o desenvolvimento das plantas quanto após a colheita, durante o transporte e armazenamento (ALEXANDRE ET AL., 2016; ALMEIDA ET AL., 2016).

Em Crisântemo, a doença é causada pela bactéria *Dickeya* sp. (sin. *Erwinia chrysanthemi*, *Pectobacterium chrysanthemi*), provocando o escurecimento, podridão mole e murcha da haste. Em infecções severas, a bactéria pode ocasionar o tombamento ou a morte da planta.

Em orquídeas, a desagregação dos tecidos (que ocorre devido as enzimas produzidas pela bactéria que degrada substâncias pectolíticas presentes na lamela média) é observada principalmente na inserção das folhas, onde ocorre acúmulo de água (Figura 4.18). No entanto, a podridão pode atingir todas as partes da planta, incluindo o pseudocaule e as raízes. As lesões observadas nas folhas apresentam-se inicialmente encharcadas, podendo, com o avanço da doença, atingir toda a extensão da lámina e bainha foliares. No estádio final da doença, causam podridão da área infectada, atingindo o pseudocaule podendo provocar a morte da planta. Temperaturas elevadas (25-30°C), alta umidade relativa e presença de ferimentos são condições que favorecem a doença (ALEXANDRE et al., 2016; BEDENDO, 2018).

Figura 4.18 | Podridão mole em Orquídea



Fonte: Pitta (1995, p.26).

A medida de controle mais importante para as bacterioses é a prevenção da contaminação das culturas através da utilização de material propagativo saudável e de boa qualidade. Após o estabelecimento de bactérias em uma cultura, o seu controle é praticamente impossível ou de custo bastante elevado devido à indisponibilidade de produtos químicos eficientes para o controle desses patógenos e da falta de produtos registrados para a maioria das plantas ornamentais. Algumas práticas recomendadas no controle das doenças bacterianas incluem: eliminação e destruição de plantas ou partes de plantas doentes; limpeza e desinfestação de ferramentas, equipamentos e implementos utilizados repetidamente; escolha adequada do local e época de plantio, ou seja, evitar o estabelecimento da cultura em áreas com histórico de doenças e épocas do ano com condições favoráveis ao desenvolvimento das doenças; esterilização prévia do solo ou substrato; adubação equilibrada; manejo da água de irrigação, de modo a reduzir o período de molhamento foliar, principalmente para bactérias de parte aérea. Em locais onde a doença já tenha sido observada, deve-se utilizar variedades resistentes ou menos suscetíveis (ALEXANDRE ET AL., 2016; ALMEIDA ET AL., 2016). O QR Code a seguir apresenta um quadro com mais informações sobre nematosses em plantas ornamentais.



Você também poderá se aprofundar um pouco acessando o link [Quadro nematoses plantas ornamentais](#) ou o QR Code.



Pesquise mais

Caro aluno, para que você possa aprender mais a respeito das doenças que afetam as plantas ornamentais, sugiro a leitura das páginas: **14 a 22; 25 e 26; 28 a 31** do seguinte material:

PITTA, Guanabara Paques Barros. **Flores e plantas ornamentais para exportação: aspectos fitossanitários**. Brasília: EMBRAPA-SPI, Série Publicações Técnicas FRUPEX, 1995. 50 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98369/1/Flores-plantas-ornamentais-aspecto-fit.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2018.

Das páginas **14 a 26, 30 a 43 e 50 a 56** do seguinte livro:

BENCHIMOL, Ruth Linda; ISHIDA, Alessandra Keiko Nakasone; DA CONCEIÇÃO, Heráclito Eugênio Oliveira. (Ed.). **Doenças causadas por Fungos, Bactérias e Vírus em Plantas Ornamentais**. 1. Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 87 p.

E das páginas **603 a 616** do **Manual de Fitopatologia**:

ALEXANDRE, M.A.V.; TOFOLI, J.G.; ALMEIDA, I.M.G.; OLIVEIRA, C.M.G. Doenças das Plantas Ornamentais. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 63. p. 603-624.

Prezado aluno, acabamos de abordar as principais doenças que afetam algumas plantas ornamentais de importância no Brasil. Vamos agora praticar os conhecimentos acerca dos aspectos destas doenças.

Sem medo de errar

Caro aluno, agora que você já conheceu um pouco mais sobre os aspectos das principais doenças de algumas das plantas ornamentais, vamos resolver a situação-problema: você, engenheiro agrônomo, que em suas consultorias anteriores diagnosticou doenças que estavam ocorrendo em um bananal e

em uma lavoura de tomates, foi agora solicitado por uma empresa de paisagismo para realizar a diagnose de uma doença que estava ocorrendo em orquídeas. Ao chegar no local de produção das orquídeas, você verificou que estas estavam sob condições de alta umidade relativa (acima de 80%), temperaturas em torno de 20°C. Você observou em algumas folhas lesões circulares, escuras, deprimidas e bem delimitadas. Além disso, no centro destas lesões, foi possível observar pontuações negras que correspondem a estruturas do patógeno.

Diante destas observações, **qual doença está ocorrendo nas plantas?** Os sintomas descritos (também puderam ser observados na figura 4.13), lesões circulares, deprimidas e bem delimitadas, de cor castanho-escura e presença de pontuações negras no centro da lesão, são característicos da doença chamada **Antracnose**, a qual pode afetar diferentes espécies vegetais, incluindo ornamentais, frutíferas, hortaliças, etc.

Qual o patógeno? O causador da Antracnose em orquídeas é o fungo *Colletotrichum gloeosporioides*.

Como você pode confirmar a etiologia da doença? Através da observação de conídios típicos de *C. gloeosporioides* em microscópio eletrônico.

Quais condições ambientais favorecem o desenvolvimento da doença? A Antracnose é favorecida por alta umidade relativa (superior a 80%) e intervalo de temperatura de 18 a 25°C.

Quais medidas de controle para esta doença devem ser recomendadas? Podem ser adotadas medidas para o **controle cultural**, que inclui medidas preventivas, como: utilização de sementes e mudas saudáveis, utilização de solo/substrato esterilizado; adoção de umidade, temperatura, luminosidade e circulação de ar adequadas; utilização de água livre de patógenos; adubação equilibrada; eliminação e destruição de plantas ou partes de plantas doentes e restos culturais; espaçamento adequado entre plantas para evitar o acúmulo de umidade entre elas; evitar ferimentos durante o manuseio, tratos culturais e transporte; eliminar hospedeiros intermediários nas proximidades da produção; realizar a limpeza constante do local de cultivo e desinfestação das mãos, botas, ferramentas, implementos e vasos reutilizados. Com relação ao **controle genético**, deve-se priorizar a escolha de cultivares e híbridos que possuam algum tipo de resistência ao patógeno. O **controle físico** também pode ser adotado, baseando-se na utilização de agentes físicos para conter o desenvolvimento de doenças, como, por exemplo, a termoterapia, objetivando eliminar fungos internos ou externos de sementes, bulbos e estacas e a desinfestação de solo através de calor úmido. O controle químico, através da utilização de fungicidas, também pode ser utilizado no controle da doença.

Ao final das suas análises e obtenção dos resultados (identificação da doença e recomendação de medidas de controle) você deverá emitir um laudo para o produtor, respondendo a todos os questionamentos como nome da doença e agente etiológico, como foi feita a identificação da doença e quais são as medidas de controle recomendadas para ela. Desta forma, você conclui seu trabalho de consultorias e está apto a entregar para a empresa o laudo final de todas as doenças diagnosticadas (nas lavouras de banana e tomate e nas orquídeas presentes na empresa de Paisagismo) com as devidas recomendações de controle para estas doenças.

Avançando na prática

Doença em roseira

Descrição da situação-problema

Como você é engenheiro agrônomo, um produtor lhe pediu que fosse até a casa dele, pois como havia ficado muitos dias fora da cidade, quando chegou de viagem, detectou manchas em algumas de suas rosas no jardim. Ele pediu, então, que você fizesse o diagnóstico. Os botões de rosa estavam cobertos por manchas coalescidas, de coloração castanha, contendo certa pulverulência acinzentada, causando o apodrecimento do tecido (Figura 4.19).

Figura 4.19 | Manchas de cor castanha, contendo pulverulência acinzentada nos botões de rosa



Fonte: http://www.infobibos.com/artigos/2011_2/mofocinzento/Fig7.jpg. Acesso em: 11 mar. 2019.

Você perguntou ao produtor se ele havia observado algum outro tipo de sintoma nas rosas anteriormente à viagem, ele respondeu que observou pequenas pontuações encharcadas, de cor parda a marrom, em várias partes

das flores. Com base nestas informações, qual é o seu diagnóstico? Como ele pode resolver o problema?

Resolução da situação-problema

Com base nestas informações, qual é o seu diagnóstico? Com base nos sintomas observados, trata-se da doença **Mofo cinzento**, causado pelo fungo *Botrytis cinerea*, visto que, para esta doença, os sintomas iniciais observados são pequenas manchas marrom-aquosas que se desenvolvem rapidamente, inutilizando os órgãos afetados que se cobrem pelas estruturas do fungo com aspecto pulverulento e coloração acinzentada.

Como o produtor pode resolver este problema? O manejo das doenças deve integrar estratégias como: utilização de sementes e mudas saudáveis; a semeadura deve ser realizada em substratos bem drenados, férteis e livres de patógenos. Recomenda-se a desinfestação do substrato antes do plantio com vapor ou produtos químicos registrados; evitar o uso excessivo de fertilizantes, principalmente os nitrogenados; evitar a semeadura, transplante e disposição de vasos de forma adensada. O adensamento dificulta a aeração entre as plantas e favorece o acúmulo de umidade entre elas; eliminar e destruir as flores, folhas e hastes doentes; irrigar as plantas no período da manhã para que a folhagem seque até o final do dia. Em períodos críticos, as irrigações devem ser suprimidas; evitar ferimentos às plantas durante os tratos culturais, pois são portas de entrada para o fungo; o uso de fungicidas deve ser preventivo e iniciado assim que as condições meteorológicas sejam favoráveis.

Faça valer a pena

1. A maioria dos gêneros de nematoides que causam doenças em plantas ornamentais e diversas outras culturas, causa danos no sistema radicular das plantas, tornando-as menos vigorosas e de tamanho reduzido, depreciando-as para a comercialização. No entanto, há um gênero de nematoide que é parasita facultativo da parte aérea das plantas ornamentais, provocando o amarelecimento e necrose das folhas e fazendo com que a planta apresente tamanho reduzido.

O nome do gênero deste nematoide é:

- a) *Pratylenchus spp.*
- b) *Meloidogyne spp.*
- c) *Radopholus spp.*
- d) *Aphelenchoides spp.*
- e) *Pectobacterium spp.*

2. Com relação a algumas das doenças bacterianas que afetam plantas ornamentais, julgue os itens a seguir como verdadeiro (V) ou falso (F):

() O **Crestamento bacteriano**, causado pela bactéria *Pseudomonas cichorii*, afeta ampla gama de plantas hospedeiras, incluindo diversas plantas ornamentais, como: Crisântemo, Gérbera e Violeta africana, causando manchas inicialmente encharcadas (anasarcas) que, posteriormente, tornam-se necróticas, escuras, quase pretas, presentes no limbo e nos bordos foliares. As lesões também podem ser observadas nas flores e em infecções severas, as manchas também podem ocorrer nas hastes, ocasionando o colapso do botão floral.

() O **Crestamento bacteriano**, causado pela bactéria *Pseudomonas cichorii*, é favorecido por condições de baixa umidade relativa, alta temperatura e adensamento de plantas.

() A **Podridão mole** é causada pelas bactérias *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* e *Dickeya* sp. que causam podridão, devido a decomposição que causam nos tecidos da planta, em decorrência da produção de enzimas pectinolíticas pela bactéria.

() A **Podridão mole**, causada pelas bactérias *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* e *Dickeya* sp., é favorecida por condições de alta umidade relativa, temperaturas elevadas e presença de ferimentos.

() A principal medida utilizada para o controle das bacterioses em plantas ornamentais é o controle químico, devido à disponibilidade de antibióticos eficientes registrados, que estão disponíveis no mercado.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

- a) V, V, V, V, F.
- b) V, F, V, V, F.
- c) V, F, F, V, F.
- d) F, F, F, V, F.
- e) F, F, V, V, F.

3. O Mosaico é causado pelo vírus _____, este fitopatógeno possui uma ampla gama de hospedeiras, dentre elas, diversas plantas ornamentais, como: Antúrio, Amarílis, Gérbera, Petúnia, etc. Os sintomas característicos são _____. Algumas das medidas recomendadas para controlar a doença são: _____.

Analise o trecho e assinale a alternativa que completa corretamente e respectivamente as lacunas:

- a) *Cucumber mosaic virus* (CMV)/manchas anelares em folhas e redução do vigor da planta/ utilização de sementes e materiais propagativos sadios; controle de vetores; termoterapia e quimioterapia.
- b) *Anthurium ringspot virus*/áreas cloróticas irregulares alternadas com as áreas do

tecido sadio e redução do vigor da planta/utilização de sementes e materiais propagativos sadios; controle de vetores; termoterapia e quimioterapia.

c) *Anthurium ringspot virus*/áreas cloróticas irregulares alternadas com as áreas do tecido sadio e redução do vigor da planta/utilização de sementes e materiais propagativos sadios; utilização de produtos antivirais; termoterapia e quimioterapia.

d) *Cucumber mosaic virus* (CMV)/manchas anelares em folhas e redução do vigor da planta/utilização de sementes e materiais propagativos sadios; utilização de produtos antivirais; termoterapia e quimioterapia.

e) *Cucumber mosaic virus* (CMV)/áreas cloróticas irregulares alternadas com as áreas do tecido sadio e redução do vigor da planta/utilização de sementes e materiais propagativos sadios; controle de vetores; termoterapia e quimioterapia.

Referências

AGROLINK. **Fusariose:** Podridão por fusarium (*Fusarium subglutinans*). Recurso Eletrônico. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problemas/fusariose_2554.html. Acesso em: 11 mar. 2019.

AGROW. **As 10 hortaliças mais consumidas no Brasil e como cultivá-las.** 2015. Disponível em: <http://agrownegocios.com.br/blog/produtores-rurais/as-10-hortalicas-mais-consumidas-no-brasil-e-como-cultiva-las>. Acesso em: 26 jan. 2019.

ALEXANDRE, M.A.V.; TOFOLI, J.G.; ALMEIDA, I.M.G.; OLIVEIRA, C.M.G. Doenças das Plantas Ornamentais. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 63, p. 603-624.

ALMEIDA, Irene Maria Gatti de; MALAVOLTA JUNIOR, Valdemar Atilio; BERIAM, Luís Otávio Saggion; MARIANO, Rosa de Lima Ramos. Doenças bacterianas em flores. In: BENCHIMOL, Ruth Linda; ISHIDA, Alessandra Keiko Nakasone; DA CONCEIÇÃO, Heráclito Eugênio Oliveira. (Ed.). **Doenças causadas por Fungos, Bactérias e Vírus em Plantas Ornamentais.** 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Cap. 2. p. 30-48.

AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIM FILHO, Armando (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Princípios e Conceitos. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. 573 p.

AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. 810 p.

BEDENDO, Ivan Paulo. Podridões de órgãos de reserva. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Princípios e Conceitos. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2018. Cap. 22, p. 317-321.

BENCHIMOL, Ruth Linda; ISHIDA, Alessandra Keiko Nakasone; DA CONCEIÇÃO, Heráclito Eugênio Oliveira. (Ed.). **Doenças causadas por Fungos, Bactérias e Vírus em Plantas Ornamentais.** 1. Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 87 p.

BENCHIMOL, Ruth Linda; VAZ, Ana Paula Artimonte; TERAO, Daniel; GASPAROTTO, Luadir;

PEREIRA, José Clério Rezende; DA SILVA, Carina Melo; DE SOUZA, Ellen Cristina Pereira. Doenças causadas por Fungos em Plantas Ornamentais no Estado do Pará. In: BENCHIMOL, Ruth Linda; ISHIDA, Alessandra Keiko Nakasone; DA CONCEIÇÃO, Heráclito Eugênio Oliveira. (Ed.). **Doenças causadas por Fungos, Bactérias e Vírus em Plantas Ornamentais.** 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Cap. 1, p. 14-27.

BOARI, Alessandra de Jesus et al. **Doenças em hortaliças cultivadas na Região Metropolitana de Belém.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2017. 57 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158701/1/Cartilha-doenca-hortalicas-OnLine.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasilia, [2016]. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/princi_pal_agrofitcons. Acesso em: 20 abr. 2016.

CORDEIRO, Z.J.M.; MATOS, A.P; KIMATI, H. Doenças da Bananeira. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 15, p. 109-124.

DE SOUZA DIAS, J. A. C.; IAMAUTI, M. T.; FISCHER. Doenças da Batateira. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 16, p. 125-148.

DUARTE, Lígia Maria Lembo; RIVAS, Eliana Borges; ALEXANDRE, Maria Amélia Vaz. Doenças causadas por vírus. In: BENCHIMOL, Ruth Linda; ISHIDA, Alessandra Keiko Nakasone; DA CONCEIÇÃO, Heráclito Eugênio Oliveira. (Ed.). **Doenças causadas por Fungos, Bactérias e Vírus em Plantas Ornamentais.** 1. Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Cap. 3, p. 50-79.

EPAMIG. **Informe agropecuário:** IA 290 - Manejo de doenças de fruteiras tropicais. Belo Horizonte: Epamig, 2016. 92 p.

FERRARI, J. T.; NOGUEIRA, E. M. de C. **Principais Doenças Fúngicas da Bananeira.** Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/pdf/livro_banana/capitulo3.pdf. Acesso em: 11 mar. 2019.

GARCIA, A.; COSTA, J. N. M. Principais doenças fúngicas da bananeira em Rondônia: intromatologia e controle. **Circular Técnica**, n. 53. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 2000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42669/1/CT53-Doencasbananeira.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2019.

INOUE-NAGATA, A.K.; LOPEZ, C. A.; REIS, A.; PEREIRA, R.B.; QUEZADO-DUVAL, A.M.; PINHEIRO, J.B; LIMA, M.F. Doenças do Tomateiro. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 70, p. 697-732.

JESUS, A. M. de; CUNHA E CASTRO, J. M. da; DIAS, M. S. C. Doenças da Aceroleira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.37, n. 290, p. 16-21, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1054270/1/InformeAgropecuariov.37n.290p.16212016.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2019.

KRAUSE-SAKATE, R. PAVAN, M. A. MOURA, M. F. KUROZAWA, C. Doenças da Alface. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 6, p. 33-40.

LOPES, Carlos Alberto; ÁVILA, Antonio Carlos de. **Doenças do tomateiro.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107352/1/CNPH-DOEN.-DO-TOMAT.-05.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2019.

MARINGONI, A. C.; DA SILVA JR, T.A.F. Doenças das Brássicas. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 19, p. 165-175.

OLIVEIRA, Antônio Alberto Rocha; SANTOS FILHO, Hermes Peixoto; MEISSNER FILHO, Paulo Ernesto. Manejo de doenças do mamoeiro. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO,

5., 2011, Porto Seguro. **Inovação e sustentabilidade: anais..** Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. p. 21 - 23. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50852/1/Curso-Manejo-Doencas.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2018.

OLIVEIRA, Emanuel Neto Alves de; SANTOS, Dyego da Costa. **Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças.** Natal: Ifrn, 2015. 234 p. Disponível em: <http://portal.ifrn.edu.br/campus/paudosferros/arquivos/livro-tecnologia-e-processamento-de-frutos-e-hortalicas>. Acesso em: 08 jan. 2019.

PAPA, M.F.S. Doenças da Acerola. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 3, p. 17-22.

PAVAN, M. A.; KRAUSE-SAKATE, R.; MOURA, M. F. KUROZAWA, C. Doenças das Solanáceas. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 68, p. 677-687.

PEREIRA, Ricardo Borges et al. **Guia prático para identificação de doenças na produção integrada de pimentão.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2015. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141226/1/DOC-149.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2019.

PITTA, Guanabara Paques Barros. **Flores e plantas ornamentais para exportação: aspectos fitossanitários.** Brasília: EMBRAPA-SPI, Série Publicações Técnicas FRUPEX, 1995. 50 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98369/1/Flores-plantas-ornamentais-aspecto-fit.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2018.

VENTURA, J.A.; DE GOES, A. Doenças do Abacaxi. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 2, p. 9-16.

VENTURA, J.A.; REZENDE, J.A.M. Doenças do Mamoeiro. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda., 2016. Cap. 51, p. 497-510.

ISBN 978-85-522-1396-3

A standard linear barcode representing the ISBN number 9788552213963.

9 788552 213963 >