

10

Doenças com Origem no Solo



Murillo Lobo Junior
Adriane Wendland
Jefferson Luis da Silva Costa

245

Quais são as principais doenças causadas por fungos que sobrevivem no solo e que atacam o feijoeiro-comum?

As principais doenças causadas por fungos que sobrevivem no solo são: podridão-radicular, causada por *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*; murcha-de-fusário, causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*; mofo-branco, causado por *Sclerotinia sclerotiorum*; podridão-cinzeira-da-haste, causada por *Macrophomina phaseolina*; murcha-de-esclerócio, causada por *Sclerotium rolfsii*; e mela ou murcha-de-teia-micélica, causada por *Thanatephorus cucumeris* (forma de reprodução sexuada de *R. solani*).



246

Como estes patógenos sobrevivem no solo?

Todos os fungos causadores desse grupo de doenças possuem estruturas de resistência que permanecem vivas no solo por vários anos, mesmo sem que o feijoeiro-comum seja cultivado. Elas são chamadas de escleródios ou esclerócios (no caso dos fungos causadores do mofo-branco, da mela, da murcha-de-esclerócio, da podridão-cinzeira e da podridão-de-*Rhizoctonia*) ou clamidósporos (*F. solani* e *F. oxysporum*). Quase todas as espécies desse grupo de fungos sobrevivem bem na matéria orgânica morta e em restos culturais e, como estão na superfície ou enterradas no solo, dificilmente são alcançadas pelos fungicidas. Por estes motivos, sobrevivem por tempo indefinido no solo, sendo praticamente impossíveis de serem erradicadas.

247 Apenas o feijoeiro-comum é atacado por estes patógenos?

Não. Quase todas as espécies (*S. sclerotiorum*, *R. solani*, *F. solani*, *S. rolfsii*, *M. phaseolina*, *T. cucumeris*) desses fungos têm centenas de plantas hospedeiras. Entre as hospedeiras de *R. solani*, *T. cucumeris*, *S. rolfsii* e *S. sclerotiorum* estão a soja, o algodão, a ervilha, o tomate, o amendoim, o fumo, o girassol, o nabo forrageiro, a ervilhaca, o tremoço, a canola e muitas outras espécies entre leguminosas, solanáceas, crucíferas e outras famílias botânicas. *M. phaseolina* ataca milho e sorgo, além das hospedeiras já citadas. As espécies de *Fusarium* que atacam o feijoeiro-comum têm uma gama mais restrita de hospedeiras: *F. solani* f. sp. *phaseoli* pode também atacar a soja; *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* também infecta o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). Por outro lado, estas duas espécies de *Fusarium* colonizam as raízes de outras plantas, como o feijão-guandu, o estilosantes e a mucuna, mesmo sem causar sintomas de doenças.

248 Se tantas espécies são hospedeiras dos fungos que sobrevivem no solo, é possível utilizar a rotação de culturas para controlar as doenças provocadas por esses fungos?

Sim. Em áreas infestadas, podem ser utilizados, com segurança, o trigo, a aveia, o milheto e as braquiárias. As rotações devem ser feitas preferencialmente com gramíneas que aumentem o teor de matéria orgânica do solo e que auxiliem na sua descompactação. Apesar de a matéria orgânica morta favorecer alguns patógenos, há muitas espécies de fungos e bactérias nativas dos solos que competem e parasitam as espécies que causam doenças e, assim, reduzem as populações de patógenos.

A eficiência da rotação de culturas depende também da presença e distribuição desses fungos na área de plantio e da ocorrência de ambiente favorável às doenças. A duração da rotação (anos sem cultivos de plantas hospedeiras) deve levar em conta a

quantidade de inóculo disponível no solo e o uso de outras práticas de controle de doenças.

249

Como ocorre a introdução e a dispersão de fungos que sobrevivem no solo em áreas de cultivo?

Todos os fungos que sobrevivem no solo e infectam o feijoeiro são transmitidos por sementes, com esporos e micélio (estruturas de crescimento) aderidos ao tegumento. Patógenos como *S. sclerotiorum* também podem colonizar o endosperma, no interior das sementes. Por meio de sementes infectadas, os patógenos são transportados a longas distâncias e, assim, introduzidos em novas regiões.

Também pode ocorrer o transporte de estruturas de resistência ou de solo infestado junto com as sementes e máquinas e implementos agrícolas, como tratores (adesão aos pneus), semeadoras e colhedoras que não tenham sido devidamente limpas.

A água de irrigação, as enxurradas e o vento também podem transportar propagadores desses fungos.

A partir das infecções que ocorrem nos primeiros focos das doenças, os patógenos se multiplicam a cada ciclo da cultura e reinfestam a área. Em cada cultivo, as plantas infectadas produzirão novas estruturas de resistência, aumentando, cada vez mais, o número de unidades de propagação do fungo no solo (se não houver manejo da doença).

250

Além do solo infestado e de plantas hospedeiras, o que mais favorece a ocorrência de doenças por fungos que sobrevivem no solo?

É essencial que haja um ambiente favorável para a ocorrência de qualquer doença. Todas são favorecidas pela alta umidade do solo, à exceção da podridão-cinzenta-da-haste, que prefere solos mais secos. O mofo-branco, a podridão-radicular e a murcha-de-fusário preferem temperaturas amenas (18 °C – 20 °C) para se

desenvolverem. A mela, a murcha-de-esclerócio e a podridão-cinzenta-da-haste são predominantes em temperaturas quentes.

Como o clima das diferentes regiões brasileiras favorece a ocorrência de pelo menos uma dessas doenças, é muito importante planejar a irrigação e o preparo do solo de maneira adequada e a semeadura em épocas que desfavoreçam as doenças de maior importância. A compactação do solo favorece todas essas doenças por estressar as plantas, reduzir as populações de microrganismos benéficos e formar um ambiente mais úmido que favorece o crescimento dos patógenos. Um solo compactado retém menos umidade e, em condições de veranico, favorece a ocorrência da podridão-cinzenta-da-haste (causada por *M. phaseolina*).

251 Quais são os principais sintomas da mela no feijoeiro?



Os principais sintomas da mela (causada por *Thanatephorus cucumeris*) são:

- Quando a doença ocorre em período mais seco, surgem pequenas manchas necróticas (de 5 mm a 10 mm de diâmetro) de centro marrom e margens verde-oliva nas folhas, que geralmente são destruídas em 2 ou 3 dias.
- Sob alta umidade, são formadas pequenas manchas úmidas, tipo escaldadura, de cor verde-acinzentada, com as margens castanho-avermelhadas que podem atingir folhas, caule e vagens, formando uma teia micélica, afetando toda a planta e as plantas vizinhas.
- Em ambiente quente e chuvoso, normalmente, ocorre uma grande desfolha, que pode causar a morte da lavoura inteira em áreas altamente infestadas.
- A alta umidade favorece a formação de “pontes” de micélio que se expandem de uma lesão em direção a partes

sadias da mesma planta ou a plantas vizinhas, fato visto principalmente nas primeiras horas do dia. A teia micélica pode impedir a desfolha total porque ela interliga as folhas às outras partes da planta. Nas folhas secas, presas ao caule, é produzido um grande número de escleródios de *T. cucumeris* com cor castanho-clara, com menos de 1 mm de diâmetro, e que se tornam marrom-escuros.

252 Como pode ser feito o manejo da mela do feijoeiro?

O manejo da mela do feijoeiro e de outras doenças deve considerar o ciclo do patógeno, o ambiente favorável e a reação das cultivares do feijão-comum. Quanto ao ambiente, deve-se evitar a floração da cultura em épocas de chuvas muito frequentes ou intensas. Esta recomendação é feita porque o dossel fechado na cultura favorece o molhamento das folhas por um tempo maior, o que, por sua vez, favorece a disseminação da mela. As chuvas são responsáveis por levar, por meio de respingos, o inóculo do patógeno que está no solo às folhas, hastes e vagens das plantas. Por este motivo, é essencial cultivar o feijoeiro sobre a palha de gramíneas produzidas no sistema de plantio direto. A cobertura morta das gramíneas sobre o solo reduz a disseminação do patógeno e, por consequência, os danos causados pela mela, em proporção à quantidade de massa seca disposta sobre o solo.

Caso contrário, as plantas ficam expostas ao patógeno e são facilmente infectadas, o que leva à disseminação rápida da mela e à desfolha intensa das plantas. A palhada apresenta também a vantagem de manter a umidade do solo nos plantios tardios, além de reduzir as plantas daninhas e proporcionar maior diversidade de microrganismos benéficos no solo.

Outro fator que colabora para a formação do ambiente inadequado à mela é o espaçamento entre plantas. Quanto menos densa a semeadura, menor a retenção de umidade em torno da planta. Existem também outros métodos que contribuem para o manejo da mela no feijoeiro, como o uso de sementes sadias e

tratadas, a nutrição adequada de plantas e a rotação de culturas. Não há, atualmente, fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o controle dessa doença.

253 **Existem cultivares de feijão-comum resistentes à mela do feijoeiro?**

Não há cultivares com níveis satisfatórios de resistência. Entretanto, foi observado que cultivares de porte mais ereto e ciclo precoce apresentam menor severidade da doença, quando comparadas às de ciclo normal e que crescem de modo prostrado. Chama-se “escape da doença” o fato de plantas de arquitetura ereta e de ciclo precoce apresentarem desenvolvimento mais lento da mela. Em áreas com histórico de mela, cultivares com estas características devem ser as preferidas para o cultivo, não deixando, porém, de se adotar as outras práticas já recomendadas para o manejo da mela.

254 **Quais são os principais sintomas da podridão-radicular-seca no feijoeiro?**

Em plantas afetadas pela podridão-radicular-seca (causada por *Fusarium solani*), inicialmente, surgem estrias longitudinais com menos de 1 mm de largura, de coloração marrom-avermelhada, no hipocótilo e na raiz principal de plantas jovens. A seguir, surgem lesões irregulares, avermelhadas, que se unem umas às outras com o desenvolvimento da doença, tornando-se marrons, sem margens definidas, estendendo-se até a superfície do solo. As raízes adventícias geralmente são destruídas, podendo ocorrer o desenvolvimento de novas raízes adventícias acima da área lesionada. O patógeno pode destruir praticamente todo o sistema radicular, mas, mesmo com alta severidade da doença, as plantas atacadas raramente morrem. O resultado é um estande irregular, formado por plantas pouco desenvolvidas, e perdas que podem atingir mais de 50% da produtividade da lavoura.

255

Que condições ambientais favorecem a podridão-radicular-seca?

Temperaturas amenas e baixas favorecem esta doença. A podridão-radicular-seca também é favorecida pela compactação e alta umidade do solo, comuns onde há cultivo intensivo do feijoeiro e outras culturas anuais. Essas condições diminuem a taxa de difusão de oxigênio e, junto às temperaturas favoráveis, levam a um reduzido crescimento radicular, comprometendo a produção da lavoura. Quando essas condições estão presentes no momento da semeadura ou logo em seguida, as sementes demoram mais a germinar, ficando expostas ao ataque do patógeno.

256

Como pode ser feito o manejo da podridão-radicular-seca no feijoeiro?

O manejo da podridão-radicular-seca é feito por métodos que permitam a germinação rápida e a formação de um sistema radicular vigoroso que atinja também rapidamente camadas mais profundas do solo. Entre estes métodos, se destaca o uso de sementes saudáveis e de alto vigor tratadas com fungicidas. Esse procedimento pode evitar a introdução do patógeno na área de cultivo e proteger as plantas em seu desenvolvimento inicial, quando cultivadas em solos infestados. O tratamento de sementes favorece a formação do estande da cultura e pode contribuir para aumentar em até 40% a produtividade quando comparada com a dos cultivos com sementes não tratadas em solos infestados.

Cultivares que produzem maior volume de raízes geralmente são mais tolerantes à doença. Também são recomendadas a semeadura rasa (com profundidade de 2,5 cm a 3 cm), a diminuição da densidade de semeadura, a semeadura em solos bem drenados e fertilizados e a prevenção de ferimentos nas raízes.

Convém ainda antecipar a adubação de cobertura ou, com o cultivador, deslocar o solo para a base da planta, estimulando

seu enraizamento lateral acima dos tecidos lesionados. A descompactação do solo com subsolador também reduz a severidade da doença. Em clima tropical, espécies de braquiária como *Brachiaria ruziziensis* são recomendadas em rotações de cultura para formar palhada, aumentar a atividade de microrganismos benéficos e descompactar o solo, funcionando como ótima supressora da doença. Rotações com milho ou sorgo não são aconselháveis em áreas muito atacadas, pois não reduzem a infestação do solo. O cultivo de soja aumenta a população do patógeno causador dessa doença.

257

Quais são os principais sintomas do mofo-branco no feijoeiro?

O apodrecimento de hastes, folhas e vagens é o sintoma mais conhecido do mofo-branco (causado por *Sclerotinia sclerotiorum*). Em ambiente úmido, este sintoma é acompanhado de um sinal do patógeno: o crescimento de micélio branco, o “mofo” que dá nome à doença. Em geral, os sintomas do mofo-branco iniciam-se no terço inferior das plantas na junção de pecíolos com as hastes, aproximadamente de 10 cm a 15 cm acima do solo, onde as flores e folhas desprendidas ficam geralmente retidas. Esta é a localização dos sintomas do mofo na maioria dos casos, apesar de o terço superior das plantas também poder ser infectado. O início da infecção geralmente coincide com o fechamento da cultura e o florescimento, quando pétalas de flores senescentes são colonizadas pelo fungo que, a seguir, invade outros órgãos da planta. Dependendo do local e da extensão da necrose, a planta pode murchar e morrer. Em lesões mais adiantadas, os tecidos secam, ficando na cor de palha, com a formação de novos escleródios do patógeno dentro e fora de hastes e vagens. Estes escleródios podem se desprender sozinhos ou serem lançados ao solo com a colheita, aumentando a infestação da área a cada ciclo da doença.

258 Em que fase da cultura o mofo-branco ocorre?

Na grande maioria dos casos, a doença se manifesta a partir da floração da cultura. Nesta fase, espera-se que haja o fechamento entre as fileiras planejado para maior produtividade. Nesse ambiente, com solo úmido e dossel fechado, os escleródios do patógeno germinam, produzindo cogumelos em forma de taça, de cor clara e lisos (sem estrias ou outras marcas) chamados de apotécios. Na superfície de cada apotécio, são produzidos milhares de esporos, lançados ao ar após pequenas oscilações da umidade ambiente. Estes esporos não infectam tecidos verdes, mas colonizam facilmente as flores em senescência. Quando as flores infectadas caem sobre outras partes das plantas, o patógeno inicia a infecção das plantas.

As sementes infectadas, por sua vez, morrem antes de germinar. O micélio dormente nas sementes é ativado com a umidade fornecida à semente e coloniza a semente, causando a sua morte, além de produzir em média três a seis escleródios. Estes escleródios podem germinar na mesma safra, durante a floração da cultura, conforme informado acima. Eventualmente, a infecção pode ocorrer em partes da planta em contato com o solo, causada por micélio produzido diretamente a partir do escleródio, sem a ação de esporos.

259 Em áreas onde não há histórico da doença, como o mofo-branco pode ser evitado?

Quando o patógeno está ausente de uma determinada área ou região, medidas que dificultam sua introdução devem ser rigorosamente obedecidas. As mais eficientes são:

- Exclusão e tratamento de sementes, com controle rigoroso da qualidade da semente das culturas a serem introduzidas na área. Em áreas infestadas, as sementes sadias e tratadas evitam a reinfestação de áreas, que prejudica os programas de manejo integrado da doença.

- Proibição do tráfego de pessoas e equipamentos (tratores, semeadoras, colhedoras e implementos em geral) provenientes de áreas infestadas.
- Inspeção rigorosa da cultura durante a floração, quando há maior predisposição à doença, objetivando a detecção de pequenos focos para proceder à erradicação.
- Adoção dessas medidas para outras culturas que também sejam hospedeiras de *S. sclerotiorum* e que também podem introduzir o patógeno na área.

260

Como o espaçamento entre linhas, o hábito de crescimento e a época de semeadura afetam a ocorrência do mofo-branco do feijoeiro?

A severidade do mofo-branco é proporcional ao período em que as folhas, hastes e vagens permanecem molhadas. Por isso, geralmente há menor severidade da doença nas cultivares de arquitetura ereta, apesar de as cultivares de hábito de crescimento tipo I (crescimento determinado e porte ereto a semiprostrado) serem tão suscetíveis quanto as do tipo II (crescimento indeterminado e porte ereto a semiprostrado) ou tipo III (crescimento indeterminado e porte prostrado a semitrepador). O maior espaço entre plantas ou dossel menos fechado também auxiliam as operações de controle químico, ao facilitar a proteção do terço inferior das plantas. O ciclo precoce também auxilia ao escape do mofo-branco.

261

Qual é a relação entre o mofo-branco do feijoeiro e o sistema de plantio direto?

A utilização de palhada de gramíneas com 6 a 8 toneladas de massa seca por hectare (com 3 cm a 5 cm de espessura sobre o solo) pode reduzir a severidade do mofo-branco, porque a cobertura morta, associada ao plantio direto, serve de barreira física à formação de apotécios na superfície do solo. Para conseguir uma palhada que

cubra totalmente o solo, coberturas mortas obtidas de palhada de braquiária e *Panicum* spp. têm sido mais eficientes que as obtidas das culturas de milheto, milho e sorgo no Cerrado. Sob clima subtropical ou temperado, cereais de inverno também podem ser utilizados. Em qualquer ambiente, a palhada terá maior eficiência se permanecer cobrindo o solo durante os períodos de floração e enchimento de vagens, fases mais críticas ao desenvolvimento da doença. A seleção de plantas de cobertura deve privilegiar espécies de gramíneas que forneçam alta massa seca, com alta relação carbono/nitrogênio. Espécies de plantas hospedeiras como crotalárias, nabo-forrageiro e ervilhaca devem ser evitadas para plantio direto em áreas com histórico de mofo-branco.

262 Como é possível melhorar a rotação de culturas a fim de controlar o mofo-branco?

Além do manejo da palhada, outra opção de rotação é o uso de culturas não hospedeiras, como milheto, milho, arroz de terras altas, aveia, trigo e triticale, que possam ser utilizadas por pelo menos um ano sob condições de irrigação ou chuvas e que promovam a saturação do solo próxima à capacidade de campo em temperaturas próximas a 20 °C. Assim, parte dos escleródios apodrece ou germina e se esgota. A ausência de hospedeiras impede novas infecções.

263 Que plantas daninhas podem ser hospedeiras de *S. sclerotiorum*?

Todas as plantas daninhas de folha larga são hospedeiras, já conhecidas ou em potencial, de *S. sclerotiorum*. Entre elas estão: carrapicho (*Acanthospermum australe*), mentrasto (*Ageratum conyzoides*), caruru (*Amaranthus spinosus*), picão (*Bidens pilosa*), mostarda (*Brassica nigra*), fazendeiro (*Galinsoga parviflora*), marselha (*Gnaphalium spicatum*), serralha (*Sonchus oleraceus*), vassoura (*Sida* sp.), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), amendoim-bravo (*Euphorbia*

heterophylla), corda-de-viola (Ipomoea sp.), erva-quente (Borreria alata) e colza (Brassica napus).

264 O enterrio das estruturas do fungo é um procedimento recomendado para o controle do mofo-branco do feijoeiro?

Sim, porque os escleródios germinam somente na superfície do solo ou em profundidade de até 5 cm. Abaixo de 5 cm, é raríssima a produção de estipes que atingem a superfície do solo. O enterrio profundo de escleródios é recomendado em áreas onde a alta infestação do solo inviabiliza a cultura do feijoeiro, e o controle químico torna-se ineficiente. Nesse caso, o enterrio de escleródios a 20 cm ou 30 cm de profundidade, com grades pesadas ou arado de aiveca, permite a redução da população de escleródios próximos à superfície do solo e o restabelecimento dos níveis econômicos da produção. Uma vez “tombado” o solo, faz-se necessária a imediata adoção do plantio direto por vários anos. Caso contrário, uma nova aração trará os escleródios novamente para as camadas próximas à superfície. Durante o período sob plantio direto, espera-se que os escleródios sejam destruídos por bactérias e/ou fungos competidores.

265 Qual é o papel do manejo da água de irrigação no controle do mofo-branco do feijoeiro?

A severidade do mofo-branco diminui quando o intervalo entre as irrigações aumenta. No Cerrado brasileiro, é muito importante evitar o excesso de água no solo, especialmente durante a floração do feijoeiro. Com essa atitude, os produtores de áreas sob irrigação com pivô central devem fazer a manutenção preventiva dos equipamentos de irrigação para aplicar lâmina de água uniforme, que previna o maior acúmulo de água em seções do pivô.

O uso de equipamentos como tensiômetros e irrigômetros é altamente recomendável para monitorar a necessidade de água da cultura, indicando a necessidade de irrigação. O mapeamento

das áreas quanto a sua estrutura física também é recomendado para evitar a compactação, que favorece o empoçamento e as dificuldades à infiltração de água no solo.

266

Que estratégia de ação deve ser adotada para o controle químico do mofo-branco do feijoeiro?

O controle químico do mofo-branco deve ser preventivo, com fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para esta doença. Consulte um engenheiro-agrônomo para definir o produto mais adequado, entre os registrados, para cada caso de infestação do solo e suas condições ambientais. O controle curativo tem eficiência reduzida, mesmo com ingredientes ativos mais específicos para controle de *S. sclerotiorum*. Sabendo-se que muitas cultivares de feijão-comum têm crescimento indeterminado e seu período de floração pode ser superior a 30 dias, há risco de infecções durante todo esse período.

A simples presença de apotécios no campo não determina a aplicação de fungicidas, mas sim a presença simultânea de flores e de apotécios. A eficiência do controle químico reside, principalmente, no caráter preventivo de seu uso, ou seja, antes de a doença se manifestar. O controle curativo é duvidoso e, apesar de reduzir o potencial do inóculo para safras posteriores, tem pouco ou nenhum efeito sobre o ganho econômico.

Após a primeira pulverização, e quando for necessário, é muito importante definir estrategicamente o intervalo ideal, a persistência dos produtos em nível de campo, a época ideal e o número de pulverizações, o limiar de atuação desses produtos e o modo de aplicação.

Em nenhum caso devem ser utilizadas subdosagens ou superdosagens dos produtos. Espera-se que todos os fungicidas recomendados controlem a doença com, no máximo, 2 ou 3 aplicações de doses recomendadas pelos fabricantes, dependendo do tempo de floração da cultura, que também é influenciado pelas condições climáticas.

267

A irrigação de lavouras com mofo-branco deve ser paralisada para a aplicação de fungicidas?

Não. Vale salientar que o corte de água de irrigação, quando a doença se estabelece, só deve ser efetuado após a aplicação dos fungicidas. Se a irrigação for cortada antes da pulverização, o fungo acelera a formação de escleródios e aumenta a fonte de inóculo para as safras seguintes. Nesse caso, o uso de fungicidas tem pouca ou nenhuma utilidade.

268

Pode-se controlar o mofo-branco do feijoeiro pela quimigação?

O mofo-branco pode ser controlado tanto pela aplicação do fungicida por meio convencional, com trator, quanto pela aplicação via pivô central (quimigação). Vários estudos demonstraram que a aplicação de fungicidas via barra de pulverização tem eficiência equivalente ou superior à aplicação via água de irrigação. Esta última pode ser adotada em áreas irrigadas quando as fileiras da cultura já estão bem fechadas para evitar os danos causados por tratores e implementos que amassariam muitas plantas. A quimigação destes e de outros produtos é viável desde que a lâmina de água não seja superior a 6 mm nem inferior a 4 mm. Recomenda-se observar a legislação fitossanitária do respectivo estado para saber se a quimigação é permitida ou não.

269

Qual é a perspectiva de se obter cultivares de feijão geneticamente resistentes para o controle do mofo-branco?

No Brasil, nenhuma das cultivares de feijão disponíveis apresenta resistência ao mofo-branco. O patógeno produz ácido oxálico, diversas toxinas e enzimas que dificultam os trabalhos de melhoramento (é preciso que haja, em uma mesma cultivar, resistência a vários desses mecanismos de ataque). Variedades

consideradas resistentes em outros países se comportaram como suscetíveis no Brasil, principalmente em áreas altamente infestadas.

A prevalência de condições favoráveis à doença no centro-sul do País faz com que o desenvolvimento de cultivares resistentes seja uma das melhores alternativas para o controle da doença de maneira econômica, mas, infelizmente, esse fato ainda não ocorreu. Há estudos em fase inicial de desenvolvimento de plantas transgênicas resistentes ao mofo-branco que ainda não têm data prevista para serem disponibilizados aos produtores. O escape da doença com o uso de cultivares de porte ereto é atualmente a única forma disponível de se utilizar características das plantas no manejo do mofo-branco.

270

Quais são os principais sintomas da murcha-de-fusário no feijoeiro?

A murcha-de-fusário ou amarelamento-de-Fusarium (causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*) tem início com a invasão do sistema radicular pelo fungo, causando escurecimento dos vasos condutores de seiva no interior da haste. Plantas jovens, quando infectadas, têm seu crescimento reduzido. Em sua fase inicial, observam-se a murcha parcial das plantas nas horas mais quentes do dia e sua recuperação ao final da tarde. Geralmente, a murcha ocorre a partir da floração, com as folhas tornando-se progressivamente amareladas, e evolui para um processo irreversível em seguida, com a desfolha da planta afetada. Quando a infecção é severa, a planta morre e, em condições de alta umidade, desenvolvem-se sobre o caule estruturas de coloração rosada constituídas de micélio e conídios do fungo.



271

Além do ambiente, que condições favorecem a murcha-de-fusário?

A severidade da murcha-de-fusário (causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*) aumenta com a presença dos nematoides *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus brachyurus*, cujos ferimentos nas raízes do feijoeiro funcionam como porta de entrada para o *Fusarium*.

272

Como pode ser feito o controle da murcha-de-fusário no feijoeiro ?

O controle da doença causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* pode ser obtido via resistência genética do hospedeiro, práticas culturais e uso de fungicidas no tratamento de sementes. *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* apresenta seis raças conhecidas com alta especificidade. É importante frisar que uma cultivar pode não ser resistente a todas as raças do patógeno.

Para saber quais raças são encontradas em uma região e, assim, indicar cultivares mais resistentes, é preciso que amostras do fungo sejam inoculadas em uma série de cultivares “diferenciadoras”.

Instituições de pesquisa ou de ensino que trabalham com feijão-comum podem fazer a identificação de raças de *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* e auxiliar na escolha de cultivares resistentes.

273

Quais são as práticas culturais recomendadas para o controle da murcha-de-fusário?

A principal medida é evitar a entrada do patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* em áreas isentas, seja por sementes infectadas, seja pela água de irrigação contaminada ou por partículas de solo infectadas aderidas aos equipamentos agrícolas.

Outras medidas de controle são: a rotação de culturas com gramíneas como braquiárias e milheto, o aumento da atividade

microbiana no solo e a descompactação e o revolvimento do solo com arado de aiveca. Da mesma forma como é recomendado para controle do mofo-branco, este conjunto de medidas deve ser adotado apenas uma vez e, então, deve-se iniciar o sistema de plantio direto de forma correta.

A aplicação de nitrogênio antecipadamente melhora a produtividade de áreas infestadas por *F. oxysporum*, assim como a calagem e a adubação equilibrada.

Temperaturas amenas ou baixas favorecem a murcha-de-fusário e, quando conveniente, devem ser evitadas.

274

Quais são os principais sintomas da podridão-cinzenta-do-caule no feijoeiro?

As plantas podem ser afetadas por *Macrophomina phaseolina* em qualquer fase do ciclo do feijoeiro-comum, mas os piores danos são observados em plantas jovens. Esse é o único patógeno de solo favorecido por veranicos na cultura do feijoeiro. Sob veranico, as plântulas são afetadas porque as sementes já estavam infectadas ou porque os microescleródios existentes no solo germinam. As áreas afetadas apresentam cancrs pretos, deprimidos, com margens bem definidas, os quais podem rodear completamente o caule. Acima da lesão, a plântula amarelece e murcha e pode quebrar-se na altura da lesão.

Em plantas já desenvolvidas, a doença progride mais lentamente, causando raquitismo, clorose e desfolhamento prematuro, particularmente do lado onde se localiza a lesão, na qual podem aparecer massas de escleródios. O centro da lesão torna-se cinza e aparecem numerosos corpos frutíferos pretos denominados picnídios, que são macroscópicos, porém de tamanho menor do que os esclerócios. As vagens em contato com o solo contaminado são invadidas pelo fungo, infectando as sementes. A doença é particularmente favorecida por altas temperaturas e solos compactados.

275

Como pode ser feito o controle da podridão-cinzenta-do-caule no feijoeiro?

O controle da podridão-cinzenta-do-caule (causada por *Macrophomina phaseolina*) inclui o emprego de semente sadia, o tratamento da semente com fungicidas e a adoção de práticas culturais como o sistema de plantio direto, que favorece maior atividade microbiana no solo e manutenção da umidade. A rotação de culturas é de valor duvidoso por causa da ampla gama de hospedeiros do fungo, mas a semeadura na época “das águas” ou em áreas irrigadas desfavorece a ocorrência da doença. Não há cultivares de feijão-comum resistentes à doença.

276

Quais são os principais sintomas da podridão-do-colo no feijoeiro?

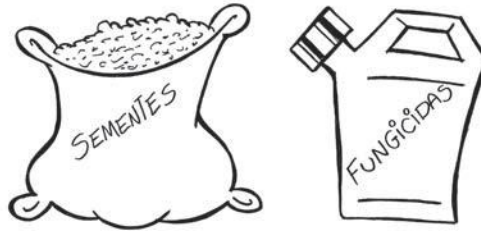
Os sintomas iniciais da podridão-do-colo (causada por *Sclerotium rolfsii*) aparecem no colo, ao nível do solo, como manchas escuras, encharcadas, estendendo-se pela raiz principal e produzindo uma podridão cortical, frequentemente recoberta por um micélio branco de hifas grossas, no qual se desenvolvem numerosos esclerócios pardos, do tamanho de um grão de mostarda. Estes escleródios arredondados são o sinal típico do patógeno e favorecem a diagnose da doença. Na parte aérea, as plantas apresentam amarelecimento e desfolhamento dos ramos superiores e uma murcha repentina que conduz à seca total. Os sintomas da podridão-do-colo são mais comuns e mais severos em condições de alta umidade do solo e temperaturas mais elevadas.

277

Como pode ser feito o controle da podridão-do-colo no feijoeiro?

As medidas de controle da doença causada por *Sclerotium rolfsii* incluem o emprego de sementes sadias, a aplicação de fun-

gicidas na semente e no sulco de semeadura e a adoção de práticas culturais como a rotação de culturas com não hospedeiras (gramíneas), a erradicação de plantas daninhas suscetíveis, o aumento da atividade de microrganismos competidores por meio da formação de palhada e o aumento da matéria orgânica no solo, a aração profunda e o aumento do espaçamento. Também deve ser grande o cuidado com o trânsito de máquinas e implementos agrícolas.



278

Quais são os principais sintomas da podridão–radicular no feijoeiro?

Sementes infectadas por *Rhizoctonia solani* podem apodrecer no solo, antes de sua germinação. Quando a infecção ocorre no estágio de plântula, o fungo produz lesões na base do caule formadas por cancrios de forma arredondada, oval ou irregular, deprimidos e de coloração marrom-avermelhada. Quando se expandem, podem se unir às lesões vizinhas e causar tombamento das plântulas e falhas no estande. Na maioria dos casos, as plantas não chegam a morrer, mas têm crescimento menos acelerado pela redução do número e volume de raízes (que apodreceram). Em estádios mais adiantados da cultura, as vagens em contato com o solo também podem ser infectadas e apresentar lesões.

O organismo *Rhizoctonia solani*, causador dessa doença, é um habitante comum na maioria dos solos cultivados e é capaz de atacar diferentes espécies vegetais. Da mesma forma, é frequente a infecção simultânea de plantas de feijão-comum por este patógeno e por *F. solani*, causador da podridão-vermelha-da-raiz.

279 Como pode ser feito o manejo do tombamento no feijoeiro?

As recomendações para manejo dessa doença (causada por *Rhizoctonia solani*) são as mesmas para a podridão-vermelha-da-raiz (causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*). O controle da doença inclui o emprego de semente sadia, o tratamento da semente com fungicidas e a adoção de práticas culturais como a rotação de culturas com espécies resistentes (gramíneas), a eliminação de restos culturais e a diminuição da profundidade de semeadura para permitir a emergência mais rápida das plântulas (máximo de 3 cm de profundidade). A antecipação da adubação de cobertura acelera o desenvolvimento das plantas, que adquirem resistência a essa doença com a maturidade. O fungo tem a capacidade de sobreviver associado à matéria orgânica no solo.

280 Quais são os principais sintomas provocados pelo ataque de nematoides na cultura do feijoeiro-comum?

Os principais sintomas do ataque de nematoides são: formação de galhas nas raízes incluem o amarelecimento das folhas, o crescimento reduzido das plantas e a murcha nas horas mais quentes do dia. O sistema radicular apresenta-se malformado, com engrossamento ou dilatações das raízes, formando as galhas.

As galhas podem ser diferenciadas dos nódulos bacterianos de rizóbio por estes serem facilmente destacáveis das raízes, às quais se ligam apenas lateralmente. Os sintomas podem ser agravados no caso de ocorrerem interações entre o nematoide e o patógeno da murcha-de-fusário.

Já o nematoide das lesões causa ferimentos que tipicamente são lesões escuras sobre as raízes. O nematoide *P. brachyurus* entra e sai várias vezes das raízes atacadas, causando a destruição de parte do sistema radicular das plantas. Estas lesões também favorecem a entrada de outros patógenos, como espécies de *Fusarium* spp. e *R. solani*.

281

Quais são as medidas recomendadas para controlar os nematoides causadores de galhas e de lesões em raízes do feijoeiro-comum?

A principal medida é a utilização de cultivares resistentes. Além disso, há outras medidas que contribuem para reduzir o inóculo no solo:



- Rotação de culturas, principalmente com gramíneas.
- Plantas antagonistas aos nematoides, como crotalária e mucuna, podem ser utilizadas no esquema de rotação.
- Revolvimento do solo na época seca para expor os ovos à ação dessecante do sol.
- Controle de plantas daninhas hospedeiras do nematoide.

282

Há medidas de controle que possam ser aplicadas nos sistemas produtivos que funcionem para todas as doenças fúngicas com origem no solo?

Sim. Medidas como usar sementes saudáveis, tratar as sementes com fungicidas, promover a rotação de culturas com espécies não hospedeiras, controlar adequadamente as plantas daninhas e evitar o cultivo de feijão em ambiente favorável às doenças podem e devem ser aplicadas nos sistemas produtivos para controlar as doenças fúngicas com origem no solo.

Da mesma forma, a recuperação da qualidade do solo em áreas intensamente cultivadas (com adição de matéria orgânica, aumento da atividade de microrganismos benéficos e descompactação, que são medidas preventivas aplicadas simultaneamente ou em sequência) compõe o manejo integrado de doenças, que deve fazer parte de todos os sistemas de produção do feijoeiro-comum.

283

O que é o controle biológico de doenças e qual é a sua utilidade no manejo de doenças?

O controle biológico é, basicamente, o uso de microrganismos que são parasitas de fungos fitopatogênicos. O biocontrole pode ser obtido com o manejo adequado do solo, quando há aumento das populações de microrganismos benéficos nativos do próprio solo. Estes microrganismos – fungos e bactérias benéficos – são favorecidos pela adoção de boas práticas de agricultura que facilitam a adição de matéria orgânica, que mantém o solo bem estruturado. Sistemas de rotação de cultura bem planejados como os de integração lavoura-pecuária favorecem este controle biológico natural, que reduz a quantidade de escleródios e clamidósporos no solo.

284

Além do manejo correto do solo, há outras formas de utilizar o controle biológico de doenças causadas pelos patógenos habitantes do solo?

O controle biológico também pode ser feito com a introdução de microrganismos selecionados e formulados para o controle de doenças. Há várias espécies de fungos e bactérias conhecidas para este fim, que parasitam fungos causadores de doenças ou que atuam sobre estes com a produção de enzimas que levam ao enfraquecimento ou mesmo à morte de hifas, clamidósporos e escleródios.

O uso de biocontroladores deve ser feito com orientação técnica e formulações de alta qualidade. As recomendações devem ser feitas para cada doença específica: para o controle de podridões-radiculares, recomenda-se o tratamento de sementes e a aplicação de jatos dirigidos ao sulco de semeadura para proteger o sistema radicular das plantas. Já para o mofo-branco, o ideal é a aplicação via barra de pulverização, para atingir rapidamente o solo úmido e parasitar um maior número de escleródios.

Cada microrganismo exige condições ambientais específicas para que tenha os efeitos esperados, como temperatura e umidade de solo adequadas. Formulações também devem ter alta concentração de esporos ou células viáveis, não ter contaminantes e ser armazenadas corretamente, observando-se o seu prazo de validade. Respeitando-se estas limitações, é possível reduzir a população de patógenos e aumentar a proteção de plantas, com reflexos na produtividade das culturas. Para qualquer recomendação, deve-se verificar se o bioproduto tem registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que indica a sua praticabilidade e eficácia agronômica.

285 Se uma área já está infestada por patógenos que sobrevivem no solo, por que se devem utilizar sementes saudáveis?

As sementes infectadas reinfestam o solo prejudicando os programas de manejo e desinfestação. Também podem introduzir variações dos fungos com maior agressividade, maior resistência a fungicidas, novas raças do patógeno (no caso da murcha-de-fusário) e originar plântulas doentes ou falhas na germinação, causando redução do estande da cultura e da sua produtividade.

286 Além das perdas diretas na produtividade do feijão-comum, há outros prejuízos causados por esses patógenos que sobrevivem no solo?

Sim. Doenças provocadas por esse grupo de patógenos podem condenar lotes de sementes e reduzir a qualidade de grãos. Esta perda de qualidade ocorre devido a manchas, má-formação e redução do tamanho dos grãos, reduzindo seus valores econômico e nutricional. Além disso, no caso de doenças radiculares, plantas com um menor volume de raízes têm menor condição de absorver os nutrientes, reduzindo a eficiência do uso de adubos.

287

É possível estimar a qualidade sanitária das sementes a fim de evitar a introdução de patógenos que sobrevivem no solo?

Muitas sementes infectadas apresentam-se manchadas e deformadas e são eliminadas durante seu beneficiamento. Contudo, mesmo as sementes aparentemente saudáveis podem estar infectadas e, desse modo, devem ser submetidas à análise sanitária em laboratórios credenciados. Esses laboratórios utilizam normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento adequadas para a detecção de diferentes patógenos em sementes.



