



DOENÇAS DO FEIJOEIRO CAUSADAS POR PATÓGENOS DE SOLO



EMBRAPA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária

CNPAF
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ E FEIJÃO
Goiânia, GO

DOENÇAS DO FEIJOEIRO CAUSADAS POR PATÓGENOS DE SOLO (DOC. 30)

ERRATA:

p.24 - 2º parágrafo - 3a. linha - onde se lê:

leia-se:

alta temperatura...

baixa temperatura...

- onde se lê:
(> 250C)

leia-se:
(< 250C)

p.25 - 7a.-8a. linhas

ISSN 0101-9716



EMBRAPA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Vinculada ao Ministério da Agricultura e
Reforma Agrária

Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão

**DOENÇAS DO FEIJOEIRO
CAUSADAS POR
PATÓGENOS DE SOLO**

José Emilson Cardoso

**Goiânia, GO
1990**

Copyright © EMBRAPA - 1990

EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 30

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:

Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão -
CNPAF/EMBRAPA

Setor de Publicações

Rodovia GYN 12, km 10

Antiga Rodovia Goiânia/Nerópolis

Caixa Postal 179

74001 Goiânia, GO

Comitê de Publicações:

Ricardo José Guazzelli

Jefferson Luis da Silva Costa

José Alofsio Alves Moreira

Assessoria Técnico-Científica:

Carlos A. Rava Seijas

Corival Cândido da Silva

Jefferson Luis da Silva Costa

Editoração:

Maria Auxiliadora Afonso Alves

Antonio Pereira da Silva Filho

Lauro Pereira da Mota

Ana Lúcia D. de Faria

Tiragem: 1.000 exemplares

CARDOSO, J.E. Doenças do feijoeiro causadas por patógenos de solo. Goiânia: EMBRAPA - CNPAF, 1990. 30p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 30).

1. Feijão - Doença - Fungo. 2. Feijão - Doença-Nematódeo. I. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). II. Título. III. Série.

CDD 635.65294

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
DOENÇAS CAUSADAS POR FUNGOS.....	7
Podridão radicular de rhizoctonia	7
Podridão radicular seca	11
Podridão radicular úmida	13
Podridão do colo	15
Podridão-cinzenta do caule	17
Murcha de fusarium	20
Mela	21
Mofo branco	24
DOENÇAS CAUSADAS POR NEMATÓ- DEOS	26
Galhas-das-raízes	26
Lesões radiculares de Pratylenchus	28
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	30

DOENÇAS DO FEIJOEIRO CAUSADAS POR PATÓGENOS DE SOLO

José Emilson Cardoso¹

INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e o caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) estão freqüentemente sujeitos a inúmeros distúrbios de ordem patológica no decorrer do seu ciclo. Estas infecções, obviamente, dependem de interações entre os fatores intrínsecos do hospedeiro (planta), fatores de ambiente (ambiente biótico e abiótico) que interferem indiretamente tanto sobre a planta como sobre o organismo patogênico e fatores do patógeno.

Na emergência das plântulas, alguns problemas patológicos podem ocorrer, proporcionando perdas que variam desde a debilitação das plântulas (rendendo-as mais vulnerável aos efeitos deletérios de outros estresses bióticos ou abióticos) até a morte.

Como a maioria dos patógenos que sobrevivem no solo produzem distúrbios radiculares, grande parte destes são passíveis de serem ignorados face ao caráter debilitante e facilmente confundível com outras anormalidades que redundam em baixo desempenho produtivo do feijoeiro². Este fato concorre para a subestimação da importância dos patógenos de solo, pois a avaliação de perdas na produção causada diretamente por esses problemas, é grandemente dificultada pela falta de metodologia ade-

¹ Eng.-Agr., Ph.D., Pesquisador EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 74000 Goiânia, GO.

² Para maior objetividade usaremos o termo **feijoeiro** referindo-se indistintamente às duas espécies. Quando a referência for específica para uma das duas espécies, usaremos o nome vulgar específico.

quada (i.e. necessidade de amostragem destrutiva) e existência de interações entre organismos em função da complexidade do meio (solo) e da rápida variação biológica e não biológica da rizosfera.

Considerando que até 25% dos produtos fotosintetizados pela planta, podem ser exsudados pelas raízes, pode-se avaliar que a rizosfera do feijoeiro representa um meio altamente favorável ao crescimento de microorganismos, principalmente se considerar que o solo em condições normais é pobre em certos nutrientes para a maioria dos organismos.

O feijoeiro é afetado por inúmeros fungos que habitam o solo, entretanto, os mais importantes são os que causam infecções nas raízes: *Rhizoctonia solani* (podridão radicular de *Rhizoctonia*), *Fusarium solani* (podridão seca das raízes) e *Pythium* sp. (podridão úmida das raízes); os que causam infecções no hipocótilo e nas hastes: *Sclerotium rolfsii* (podridão do colo) *Macrophomina phaseolina* (podridão-cinzenta-do-caule), *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* e *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (murcha do fusário), e as que causam infecções nas folhas, inflorescências e ramos: *Sclerotinia sclerotiorum* (sin. *Whetzelinia sclerotiorum* (mofo branco) e *Thanatephorus cucumeris* (mela). Além de fungos, o feijoeiro também é patologicamente afetado por um elenco de espécies de nematódeos, destacando-se espécies dos gêneros *Meloidogyne* (nematódeos das galhas), *Pratylenchus* (nematódeo das lesões radiculares), *Radopholus* (nematódeo "cavernícola") e *Rotylenchulus* (nematódeo reniforme), estes endoparasitas e *Helicotylenchus* (nematódeo espiralado) e *Paratrichodorus* (nematódeo anelado), ectoparasitas.

Todos estes patógenos podem atingir importância individualmente, dependendo das condições de ambiente. Invariavelmente, todos eles são cosmopolitas e ubíquos, características que sugerem uma

alta flexibilidade fisiológica. Alguns destes organismos produzem estruturas de resistência capazes de sobreviver longos períodos em ambientes adversos, como também de infectar e/ou sobreviver às expensas de um grande e variável número de hospedeiros. Ademais, a maioria desses organismos dispõe de fungistasis (capacidade de certos propágulos de fungo permanecerem dormentes no solo até a adição de certos nutrientes), a qual protege seus propágulos da germinação espontânea na ausência de um substrato potencial e, conseqüentemente, confere a estes organismos maior sobrevivência. As características gerais que favorecem a sobrevivência e a manutenção de um elevado potencial de inóculo no solo, além de outras características específicas que serão apresentadas posteriormente, demonstram claramente a dificuldade de controle das doenças causadas por estes patógenos.

As principais doenças do feijoeiro causadas por patógenos de solo serão aqui apresentadas sob a ótica mais prática possível, de modo a possibilitar a obtenção de informações básicas e fundamentais sobre o diagnóstico, condições favoráveis e métodos de controle de cada uma individualmente, embora a ocorrência de algumas delas, conjuntamente, formando um complexo etiológico, seja um fato bastante freqüente.

Convém, portanto, ter sempre em mente que nas condições naturais (em campo) existe sempre o risco de se estabelecer o efeito como causa e vice-versa em se tratando de anormalidades produzidas por organismos do solo.

Doenças causadas por fungos

Podridão radicular de *Rhizoctonia*

A podridão radicular de *Rhizoctonia* (PRR) causada por *Rhizoctonia solani*; Kuhn [estágio imper-

feito do Basidiomiceto *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk] é, talvez, uma das enfermidades radiculares mais comum do feijoeiro e de maior importância no Brasil. Níveis epifitóticos são geralmente estimulados pelo plantio sucessivo de feijão ou de outra espécie susceptível, principalmente leguminosas (ervilha, soja, etc.), na mesma área durante vários anos. Nestas condições, os solos podem atingir níveis de infestação tão elevados (acima de 1 propágulo/g de solo) que a exploração econômica do feijoeiro se torna inviável.

O patógeno - *R. solani* é uma espécie taxonômica bastante complexa, entretanto, reportar-se-á aqui, por razões óbvias, à espécie biológica que causa PRR do feijoeiro, embora que, mesmo impondo tal restrição, há possibilidade de grandes variações morfológicas e fisiológicas. Pois, pesquisas conduzidas no CNPAF revelaram uma grande variabilidade patogênica e morfológica na coleção de isolamentos de várias regiões brasileiras. Este fungo sobrevive no solo saprofiticamente ou permanece dormente sob a forma de hifa de resistência e/ou escleródios, invariavelmente apresentando fungistasis. Quando as condições de ambiente são favorecidas pela presença de exsudatos do hospedeiro, a fase dormente é sustada e o fungo desenvolve-se em direção dos tecidos da planta onde cresce extensivamente na superfície epidermal. Acredita-se que substâncias, específicas presentes nos exsudatos estimulam a formação de estruturas especiais do patógeno conhecidas como "colchões de infecção" que funcionam como verdadeiras "fábricas" de enzimas, facilitando a penetração direta nas células da epiderme até atingir a região cortical. No córtex dá-se o "contra-ataque" por parte da planta sob a forma de lignificação das células que circundam os tecidos infectados, daí a característica necrose da

área afetada (lesão definida), promovendo o retorno do patógeno à sua fase original saprofitica ou dormente. Este processo de defesa por parte da planta depende de uma série de fatores, principalmente do estágio fenológico da planta - quanto mais cedo o processo de infecção (condição esta, altamente correlacionada com o inóculo potencial do patógeno) menos provável o sucesso (sobrevivência da planta). Salienta-se que, mesmo quando a planta sobrevive à infecção, ela jamais atingirá seu pleno potencial produtivo.

Os sintomas e sinais - Os primeiros sintomas da PRR são caracterizados pela maceração dos tecidos imediatamente abaixo da linha do solo (Fig. 1A), entretanto, este estágio tipicamente úmido é dificilmente observado em condições de campo, face a rapidez com que o quadro evolui para os sintomas finais (24 a 48 horas) (Fig. 1B), ademais, nenhum sintoma aéreo pode ainda ser notado.



Fig. 1A - Sintoma inicial da podridão radicular de *Rhizoctonia*.



Fig. 1B - Sintoma final da podridão radicular de *Rhizoctonia*.

Os sintomas característicos são numerosas lesões necróticas avermelhadas com bordas escuras e bem definidas. Estes cancrios geralmente se coalescem "estrangulando" completamente o hipocótilo, resultando o tombamento (damping-off) da plântula (Fig. 1).

O diagnóstico de campo mais preciso da PRR é a constatação, de minúsculas ($< 1,0$ mm) partículas de solo ou detritos orgânicos, que após o arranquio da planta, ficam presas às raízes infectadas por uma téia micélica. Este teste, aparentemente grosseiro, é eficaz na diferenciação entre PRR e outras podridões radiculares do feijoeiro.

O Controle - PRR, assim como a maioria das doenças subterrâneas do feijoeiro, é bastante difícil de ser controlada por métodos convencionais. Algumas características do patógeno e do hospedeiro são utilizadas no desenvolvimento de medidas de controle; entretanto, nenhum método individual tem se mostrado eficaz por si. Daí a necessidade do estabelecimento de método integrado de manejo da PRR.

Ademais, características físicas (morfologia, es-

trutura, porosidade, temperatura, etc.), químicas (teores de macro e microelementos, pH, relação C/N, etc.) e biológicas (microflora e microfauna) do solo assumem papel preponderante no estabelecimento de medidas de controle.

Os métodos geralmente recomendados visando minimizar a incidência da PRR são: 1) evitar o plantio sucessivo de feijão (ou outra planta susceptível) na mesma área (objetivo: diminuir a densidade do inóculo); 2) aração profunda (e.g. arado de aiveca) (> 30 cm), (objetivo: promover condições anaeróbicas para o inóculo); 3) plantar a baixa (< 2,5 cm) profundidade (objetivo: emergência mais rápida, pois as plantas adquirem resistência natural com a idade fenológica); 4) aplicar fungicidas no solo e na semente (objetivo: eliminação ou redução do potencial de inóculo), os fungicidas comumente usados são benomyl (50 g i.a./100 kg de semente), quintozene (180 g i.a./100 kg semente ou 375 g i.a./100 l - aplicar 2 l/cm³ solo), carboxin (150 g i.a./100 kg de sementes); 5) plantar em solos naturalmente supressivos (solos supressivos = solos que possuem características físicas, químicas e/ou biológicas que suprimem o crescimento populacional do patógeno). Urge salientar que, o uso de produtos químicos de ação fungicida (não fungistática) é questionada em função dos aspectos deletérios ao ecossistema do solo (sob a micro e macrofauna e flora), além de favorecerem a seleção de formas resistentes do patógeno. A aplicação de fungicidas torna-se desnecessária ou inútil após a emergência das plântulas.

Podridão radicular seca

A podridão radicular seca (PRS), também conhecida como podridão radicular de *Fusarium* é causada por *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*. O termo podridão seca é usado visando-se evitar confu-

são com a podridão úmida causada por *Pythium* spp. que será abordada na seção seguinte.

Esta doença é comum em solos ácidos e de baixa fertilidade natural. A exemplo da PRR, a PRS pode tornar limitante a produção do feijoeiro nos trópicos.

O patógeno - *F. solani* sp. *phaseoli* é um fungo imperfeito da ordem Moniliales. Este fungo pode sobreviver no solo por vários anos na ausência do feijoeiro sob a forma de clamidosporos (estruturas assexuadas de resistência). Tanto estas estruturas como os inúmeros conídios produzidos apresentam um elevado grau de fungistasis, o que assegura a sobrevivência na ausência de um hospedeiro susceptível. Entretanto, face a sua menor capacidade saprofítica em relação a *R. solani*, *F. solani* geralmente apresenta menor potencial de inóculo por propágulo que o primeiro (1.000 a 3.000 propágulos/g de solo para produzir elevado nível de danos). É, por essa razão, comumente encontrado em associação sinérgica com outros patógenos, principalmente *R. solani*, *Pythium* sp., *F. oxysporum* e *Macrophomina phaseolina*.

Os sintomas e sinais - A infecção geralmente ocorre quando a semente germina e o fungo, estimulado pelos exsudatos (a exemplo de *R. solani*), cresce na direção dos primórdios da plântula e penetra no hipocótilo. Uma descoloração amarronzada aparece na raiz principal aproximadamente uma semana depois da emergência e aumenta gradualmente em intensidade e extensão, até alcançar a linha do solo. A coloração pode tornar-se marrom-escura e as lesões freqüentemente racham longitudinalmente (Fig. 2). Os sinais facilmente observados após 24 a 48 horas em câmara úmida sob a forma de um micélio esbranquiçado crescendo abundantemente das lesões.

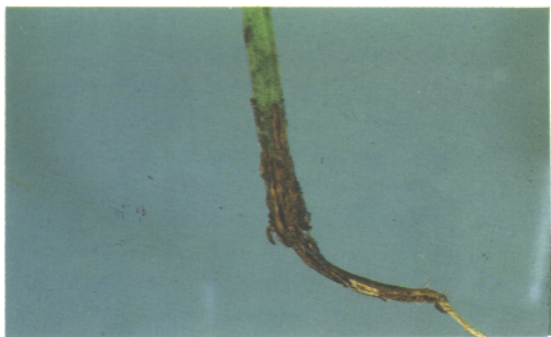


Fig. 2 - Podridão radicular seca causada por *Fusarium solani*.

O controle - Uma vez que o cultivo sucessivo de feijão pode proporcionar o aumento da densidade de inóculo no solo, rotações de 4 a 5 anos com culturas, não leguminosas reduzem a severidade da doença. Desconhece-se cultivares resistentes, embora algumas se mostrem mais tolerantes. Outras medidas citadas para controle da PRR também são aplicáveis à PRS.

Convém salientar que *F. solani* interage positivamente com fitonematódeos, ecto e endoparasitas (Exemplos: *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* sp); portanto, solos reconhecidamente infestados com os mesmos devem ser evitados.

Podridão radicular úmida

A podridão radicular úmida (PRU), também chamada podridão radicular de *Pythium* (causada por várias espécies de *Pythium*), é menos freqüente que PRR e PRS, entretanto, seu processo infectivo é bem mais rápido e tão severo quanto as duas doenças referidas. Infecção típica de *Pythium* promove quase que invariavelmente o fenômeno do tombamento das plântulas resultando, por conseguinte, na morte da planta.

Esta doença é comum em todas as regiões do Brasil, sendo mais comum nas áreas encharcadas ou bastante úmidas (baixadas, várzeas, etc.).

O patógeno - Esta doença é causada por várias espécies de *Pythium* (e.g. *P. debaryanum* e *P. ultimum*), um fungo da classe dos Oomicetos. Este grupo de fungos difere dos demais pela ausência de septos na sua hifa, além do caráter semi-aquático que geralmente apresenta, daí a saturação hídrica de solo como condição predisponente da doença.

A exemplo dos demais patógenos apresentados, *Pythium* também é um habitante natural do solo que forma estruturas de resistência (oosporos) que podem sobreviver no mesmo por vários anos na ausência do hospedeiro.

Os sintomas e sinais - Nas plântulas, *Pythium* causa uma podridão úmida que geralmente provoca o tombamento e conseqüente morte das plântulas (Fig. 3). O caule (hipocótilo) da planta pode ser invadido pelo fungo na linha do solo ou acima, sofrendo podridão, variando de cor de palha à marron-escuro. Geralmente, uma massa micelial semelhante ao algodão cresce vivivelmente no hipocótilo durante os períodos de alta umidade (Fig. 4).



Fig. 3 - Tombamento de plântulas de feijão causado por *Pythium* sp.

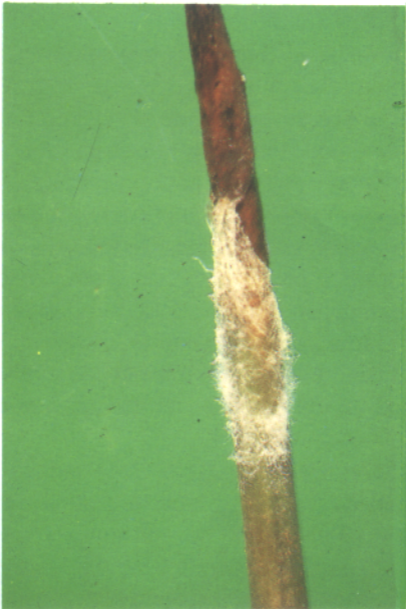


Fig. 4 - Podridão radicular úmida causada por *Pythium* sp. (cortesia de G.P. Rios)

O controle - A exemplo de PRR e PRS, esta doença é bastante difícil de se controlar, podendo ser minimizada através de uma boa drenagem (e.g. plantio em leira ou camalhões), aplicação de fungicidas e rotação de culturas. Os fungicidas recomendados para controle da PRU são thiram (100 g i.a./100 kg i.a./100 kg de semente) e captan (100 g i.a./100 kg de semente).

Podridão do colo

A podridão do colo, causada pelo fungo *Sclerotium rolfsii* Sacc. {forma imperfeita do Basidiomiceto *Athelia rolfsii* (Cruzi) Tu & Kimb.}, ocorre com relativa frequência nas regiões tropicais e subtropicais onde prevalecem as altas temperaturas durante a

estação chuvosa. A ocorrência da podridão do colo é invariavelmente fatal para o hospedeiro, conseqüentemente, acentuadas perdas da produção ocorrem em função da redução do stand final. Reduções de 5% da produção têm sido observadas com grande freqüência em áreas não severamente infestadas, entretanto, tais perdas podem atingir níveis críticos em áreas onde a infestação natural é elevada.

No Brasil, a podridão do colo ocorre em todas as regiões atacando não somente o feijoeiro mas inúmeras outras taxonomicamente distantes. Porém, desconhece-se, qualquer trabalho de avaliação de perdas de produção causadas diretamente por esta doença.

O patógeno - *S. rolfsii* é caracterizado por ser um habitante natural do solo e possui uma lista bastante extensa de hospedeiros (aproximadamente 190 espécies, sendo 8 famílias de monocotiledôneas e 42 de dicotiledôneas), incluindo a maioria das leguminosas, arroz, cana-de-açúcar, cenoura, trigo, abacaxi, alho, banana, dendê, cajueiro, manga, etc. O mecanismo de patogenicidade, bem como grande parte do seu ciclo de vida se assemelha a *R. solani*.

Estudos desenvolvidos no CNPAF revelaram uma significativa interação antagônica com espécies *Pythium*, que causam a PRU no feijoeiro.

Os sintomas e sinais - Os primeiros sintomas visíveis no campo são o amarelecimento e murcha das plantas seguido da podridão do caule. Na base do caule observa-se, geralmente, o crescimento micelial (sinais) do fungo e a formação de numerosos esclerócios sob a superfície do solo e do tecido infectado (Fig. 5).



Fig. 5 - Podridão do colo causada por *Sclerotium rolfsii* (Cortesia de C.A. Rava)

O controle - O controle eficiente da podridão do colo é bastante difícil, devido principalmente a extensa lista de hospedeiros, crescimento prolífico do fungo e capacidade de produzir esclerócios resistentes que permanecem no solo por vários anos. Medidas de controle podem ser efetivas em determinadas áreas ou culturas mas totalmente inefetivas em outras situações. As medidas de controle recomendadas são: tratamento químico, (quando economicamente viável) do solo, calagem, aplicação de resíduos orgânicos cuja relação CN/N seja baixa (NH_3 inibe a germinação de esclerócios e o crescimento do fungo), aração profunda (30 cm) e adubação nitrogenada alta.

Podridão cinzenta do caule

A podridão cinzenta do caule é uma doença

bastante comum nas regiões Norte e Nordeste. Esta doença é causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Trata-se de um fungo também habitante natural do solo e possui muitos hospedeiros naturais.

A importância econômica da doença, apesar de ter sido pouco estudada, reflete uma espécie de "tiro de misericórdia" na planta estressada, agravando ainda mais os prejuízos causados por outros problemas (geralmente hídrico).

O patógeno - *M. phaseolina* sobrevive no solo como saprófita, patógeno fraco de hospedeiros alternativos ou sob a forma de escleródios (dormentes no solo ou na matéria orgânica). *M. phaseolina* apresenta também uma grande variabilidade morfológica e patológica. É o que revelou estudos com uma coleção de isolamentos provenientes de várias microregiões ecológicas brasileiras, utilizando-se vários hospedeiros (feijão, feijão-de-corda, soja, milho, algodão e mamona). Grande variação, tanto em termos de patogenicidade como de virulência, foi observada. Isolamentos provenientes dos trópicos úmidos (Amazônia), foram os de menor virulência, contrariamente aos do semi-árido. A infecção por parte deste patógeno se inicia geralmente através da quebra da dormência dos escleródios (fungistasis) que, ao germinarem, infectam o caule imediatamente na linha do solo. Ademais; *M. phaseolina* é facilmente transmitida pela semente infestada e/ou infectada, causando, neste caso, danos bem mais sérios por interferirem com a germinação e vigor das plântulas.

Os sintomas e sinais - Os sintomas nas plântulas se apresentam sob a forma de cancrios escuros deprimidos com margens bem definidas e geralmente com anéis concêntricos os quais podem rodear completamente o caule. Acima da lesão, a plântula pode amarelar, murchar e/ou quebrar-se ao nível da área infectada. Em plantas adultas, a doen-

ça progride mais lentamente causando os mesmos efeitos na folhagem e ramos, enquanto que a área necrosada torna-se cinzenta e com inúmeros e minúsculos (< 1 mm) corpos frutíferos (picnódios ou escleródios) (Fig. 6).



Fig. 6 - Podridão cinzenta do caule causada por *Macrophomina phaseolina*.

O controle - O controle inclui primordialmente o uso de sementes sadias, e manutenção de níveis adequados de umidade às plantas. Tratamento de sementes com alguns fungicidas são efetivos para erradicação de propágulos do fungo trazidos nas mesmas. Os fungicidas recomendados são benomyl (50 g i.a./100 kg de semente), e tiofanato metílico no solo (150 ml i.a./100 l). O CNPAF vem atualmente desenvolvendo estudos no sentido de criar cultivares resistentes.

Murcha de fusarium

A murcha de Fusarium, causada por *F. oxysporum* é uma doença de importância econômica relevante em quase todas as áreas produtoras de feijão no Brasil. A doença debilita e mata a planta em qualquer fase de desenvolvimento. Perdas consideráveis da produção devido a murcha de Fusarium têm sido relatadas no Estado de São Paulo e no Nordeste brasileiro.

O patógeno - *F. oxysporum* é um fungo bem mais especializado do que *F. solani*, por infectar especificamente o feijoeiro comum ou o caupi, além de necessitar de condições propícias para produzir infecção afora a simples presença do hospedeiro susceptível. *F. oxysporum* sobrevive no solo em restos culturais ou na forma de clamidosporos, entretanto, pode ser disseminado pela semente. O processo de infecção requer um ferimento natural ou artificial do hospedeiro. O fungo, então, invade os vasos provocando a obstrução dos mesmos. A alta infestação de nematódeos proporciona uma maior incidência da murcha devido provavelmente aos danos causados por estes organismos.

Os sintomas e sinais - Os sintomas aéreos característicos são: amarelecimento e queda das folhas até a morte da planta (Fig. 7). Plantas infectadas podem ser observadas a alguma distância face ao amarelado e murcha das folhas. Um corte longitudinal do caule afetado pode mostrar uma evidente descoloração dos vasos (Fig. 8). Em condições de alta umidade, as plantas infectadas apresentam crescimento micelial na base do caule.

O controle - As medidas de controle incluem o uso de semente sadia, rotação de culturas por pelo menos 4 anos e o plantio de cultivares de feijão *Phaseolus* resistentes (e.g. Tenderette, Pintado, Roxinho Precoce, Early Galatin e Contender).



Fig. 7 - Sintomas aéreos da murcha de *Fusarium* em caupi (*F. oxysporum*).

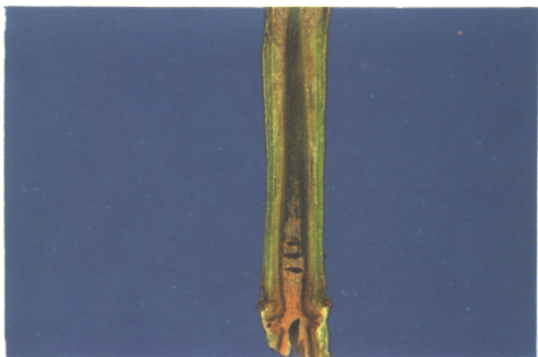


Fig. 8 - Sintomas internos da murcha de *Fusarium* (*F. oxysporum*).

Mela

A mela do feijoeiro, também conhecida como murcha de teia micélica é, talvez, a doença do feijoeiro causada por fungo de solo de maior importância no Brasil. Nos trópicos úmidos (Amazônia), esta enfermidade constitui-se no fator limitante da exploração econômica do feijoeiro e do caupi.

A doença ocorre também, com relativa frequência e igual severidade, nos estados do Maranhão,

Piauí, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Tocantins e Norte de Minas Gerais. A ocorrência da mela proporciona invariavelmente a perda total da produção.

Quase 200 espécies de plantas são hospedeiras do agente causal da mela, *Thanatephorus cucumeris* (forma telemorfa de *R. solani*).

A importância da doença resulta fundamentalmente da rapidez com que ela se alastra no campo e na dificuldade de controle.

O patógeno - *T. cucumeris*, um habitante natural do solo e sobrevive sob a forma de hifas resistentes e escleródios. Os minúsculos escleródios produzidos sob os resíduos orgânicos na superfície do solo ou no próprio solo são "salpicados" por sobre a folhagem, galhos e caule das plantas através da chuva e/ou do vento. Na superfície do hospedeiro estes propágulos germinam estimulados pelas substâncias emanadas dos tecidos da planta e seguem daí o mesmo processo infectivo descrito para a podridão radicular da *Rhizoctonia*.

Após a infecção primária, o fungo inicia a produção de esporos (basidiosporos), quando as condições de temperatura e umidade alta permanecem favoráveis, a disseminação aérea dos basidiosporos proporciona a infecção secundária. O rápido crescimento micelial do fungo, além da produção dos esporos, faz com que a doença progrida rapidamente, podendo dizimar um plantio em poucos dias.

T. cucumeris, a exemplo de *R. solani*, patógeno das raízes, é um fungo ubíquo e cosmopolita, daí a sua transmissibilidade através da semente (geralmente muito baixa, 1-2%) se revestir de importância secundária.

Os sintomas e sinais - Os primeiros sintomas são caracterizados pelo encharcamento (perda de turgor) das folhas seguida pelo crescimento do micélio e formação de inúmeros esclerócios (< 1mm). As folhas se unem umas às outras através do micé-

lio (visualmente semelhante a uma teia de aranha) (Fig. 9).



Fig. 9 - Mela do feijoeiro causada por *Thanatephorus cucumeris*,

O controle - Nenhuma medida de controle tem se mostrado efetiva isoladamente na redução da doença. Entretanto, resultados recentes de pesquisa revelam que a cobertura do solo (com palhas de arroz, milho, etc.) e aplicação de fungicidas (benomyl) podem minimizar ou retardar a doença. A cobertura do solo reduz a disseminação primária dos escleródios e a aplicação de fungicida reduz a taxa de progressão da doença. O favorecimento do escape, através do cultivo preferencial de variedades precoces, em épocas menos vulneráveis climaticamente ao desenvolvimento de epifitias (fim do período chuvoso, por exemplo), pode ser uma alternativa de controle.

Mofa branco

O mofo branco causado por *Whetzelinia sclerotiorum* (sinônimo = *Sclerotinia sclerotiorum*) vem se tornando uma doença de grande importância nas lavouras irrigadas do feijoeiro no Centro-Oeste e Sudeste brasileiro. A importância econômica desta enfermidade torna-se acentuada em face do grande elenco de plantas hospedeiras do fungo causal (e.g. quase todas as hortaliças), além da capacidade de se instalar em uma área e ali permanecer por muitos anos. Ademais, a transmissibilidade do fungo, via semente, proporciona a rejeição completa do lote, cujo campo tenha apresentado acima de 2% de infecção das vagens.

As condições propiciadoras das epifitotias do baixa temperatura e baixo nível de aeração, geralmente, alta temperatura, baixo nível de aeração geralmente provocada pela cobertura da folhagem.

O patógeno - *W. sclerotiorum* é um Ascomiceto amplamente distribuído nas regiões produtoras de feijão no Brasil. Este fungo produz um micélio exuberante na superfície do solo e/ou tecido hospedeiro, eventualmente produz escleródios irregulares e pretos, medindo 1 a 5 mm de diâmetro. Estes escleródios são extremamente resistentes à dissecação por calor, frios e outros agentes externos. Na presença de umidade imediatamente após pequenos períodos de baixa temperatura, estes escleródios germinam dando origem às estruturas sexuadas do fungo Apotécios. Ascósporos, nome dado aos esporos originários dos ascus contidos nos apotécios, são disseminados, dando início a epidemia de mofo branco.

Os sintomas e sinais - Os sintomas iniciais do mofo branco em condições naturais de campo são manchas encharcadas na folhagem e ramos, seguidas depois por lesões semelhantes nos ramos

folhas e vagens. O micélio do patógeno cresce profusamente sob a forma de algodão, causando uma podridão encharcada (semelhante à mela do feijoeiro), situação característica que empresta o nome à doença (Fig. 10). Após o estágio úmido, os tecidos infectados secam e se tornam leves e quebradiços. Se as condições de temperatura ($< 25^{\circ}\text{C}$) e umidade elevada persistirem por alguns dias, o fungo cresce por toda a folhagem, produzindo, em poucos dias, numerosos escleródios sobre a superfície infectada.



Fig. 10 - Mofa branca no feijoeiro (*Whetzelinia sclerotiorum*).

O controle - A exemplo dos outros patógenos de solo, *W. sclerotiorum* pode atingir altas densidades de inóculo no solo sob cultivo sucessivo de plantas hospedeiras, dificultando assim qualquer estratégia de controle. A rotação de cultura (e.g. milho, trigo e outras gramíneas), é geralmente insuficiente por si como medida de controle, podendo,

entretanto, minimizar o potencial de inóculo se praticada por alguns anos (2-3 anos) associada a outras práticas sanitárias, tais como queima de restos culturais do feijoeiro e solarização seguida de irrigação.

Desconhece-se cultivares de feijão resistentes ao mofo branco, portanto o controle através da resistência genética do hospedeiro é inviável. Entretanto, o uso de cultivares de porte ereto (e.g. não susceptíveis ao acamamento) com maior espaço de entre nós limita a propagação do fungo, reduzindo o nível de danos.

Práticas de manejo, como a aração do solo com grande quantidade de massa verde (uso intensivo da área = plantios contínuos) e o plantio em maior espaçamento reduz o progresso da doença.

O controle químico do mofo branco pode ser obtido satisfatoriamente através das aplicações preventivas de benomyl (0,5 a 1,0 kg i.a./ha), captan (1,0 a 2,0 kg i.a./ha), dicloran (0,25 a 0,50 kg i.a./ha), tiofanato metílico + mancozeb (1,6 a 2,0 kg i.a./ha).

DOENÇAS CAUSADAS POR NEMATÓDEOS

Galhas-das-Raízes

A galha-das-raízes ou *Meloidogyne* causada por várias espécies de *Meloidogyne* é, indubitavelmente, uma das mais comuns e mais importantes anormalidades patológicas das raízes do feijoeiro. A doença ocorre de maneira limitante nas regiões litorâneas do Nordeste (na cultura do caupi), onde as condições ambientais lhe são altamente condutivas. Entretanto, espécies de *Meloidogyne* são encontradas em todas as regiões produtoras das espécies de feijão no Brasil causando desordens de variáveis magnitudes.

O patógeno - Entre as espécies de *Meloidogyne* patogênicas ao feijoeiro-comum e ao caupi, destacam-se pela ordem de freqüência: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla*. Estes helmintos são endoparasitas obrigatórios, com amplo círculo de hospedeiros e elevada taxa de reprodução. As fêmeas adultas e larvas parasitas são sedentárias, enquanto que as larvas pré-parasitas são migrantes, vagando pelo solo atraídas pela presença de raízes de plantas hospedeiras, possivelmente estimuladas por exsudatos. Após contato direto com o hospedeiro, dá-se a penetração provavelmente mecânica. O estabelecimento de contato fisiológico entre nematódeo e tecido do hospedeiro é feito pela liberação de secreções esofagianas do primeiro, que causa hiperplasia (crescimento em número) e hipertrofia (crescimento em tamanho) das células do periciclo no cilindro vascular. Desse contato, resulta a formação de células gigantes que multiplicam-se formando a galha característica.

O ciclo de vida destes parasitas é variável em função das condições do hospedeiro, do meio ambiente (principalmente temperatura) e da espécie parasitária, podendo variar entre 21-56 dias.

Os sintomas e sinais - As galhas ou tumores exibidos pelas raízes constituem os sintomas característicos e principais da doença (Fig. 11). Estas galhas são facilmente distinguidas dos nódulos provocados pela infecção de *Rhizobium* pela sua desuniformidade, além da estrutura morfológica típica de hipertrofia e hiperplasia dos tecidos da raiz como um todo.

Os sinais somente podem ser visualizados com o auxílio de lupa ou microscópio, sendo caracterizado pela presença de fêmeas adultas sob a forma de "pera", geralmente repletas de ovos, os quais serão eventualmente expelidos no exterior da galha (solo).

Os sintomas na parte aérea são conspícuos



Fig. 11 - Galhas-das-raízes do feijoeiro causadas por *Meloidogyne* sp.

quando as plantas infectadas ficam sujeitas a estresses, principalmente hídrico. Tal quadro é apresentado pela murcha anormal de algumas plantas geralmente em reboleiras no plantio, seguida pelo amarelecimento e morte das mesmas.

O controle - A galha-das-raízes é muito difícil de se controlar em face da rápida disseminação, formação de estrutura de resistência (ovos) e um grande número de plantas hospedeiras. Algumas cultivares de caupi e feijão-comum são dotadas de genes que lhes conferem resistência à maioria das espécies de *Meloidogyne* (exemplos: Feijão Comum: Rico 23, Manteigão Fosco 11 e Porto-Alegre-Vagem Roxa; Caupi: Pitiúba, 40 dias e CE - 315). Outras medidas de controle comumente usadas são: rotação de cultura, plantio de espécies antagônicas e nematocidas (e.g. *Crotalaria* sp., *Tagetes* sp. *Chrysanthemum* sp. e revolvimento do solo seguido de exposição direta aos raios solares (solarização).

Lesões radiculares de *Pratylenchus*

Também conhecida como *Pratilenrose*, esta doença, causada pelo nematódeo endoparasita

Pratylenchus sp., representa a segunda mais importante doença do feijoeiro causada por nematódeo. Entretanto, pelo seu quadro sintomatológico tipicamente debilitante e dificuldades de diagnose, esta doença é negligenciada; desta forma, seus efeitos são creditados a outros problemas, principalmente àqueles relacionados à fertilidade do solo.

O patógeno - As espécies *P. brachyurus* e *P. vulnus* são as mais comumente citadas como parasitas do feijoeiro, sendo a primeira a de maior incidência e severidade. Estes nematódeos são polífagos, endoparasitas migratórios (daí as dificuldades em diagnosticá-los) em todos os estádios e têm um índice de reproduzibilidade menor que as do gênero *Meloidogyne*. O processo, de infecção é semelhante àquele descrito para *Meloidogyne*, excetuando-se a reação do hospedeiro (formação de galhas) e do patógeno (fêmea adulta sedentária) após a infecção.

Os sintomas e sinais - Após o estabelecimento do contato físico do nematódeo com o hospedeiro (raiz), dá-se a penetração aparentemente mecânica. Uma vez no interior de tecido o nematódeo se alimenta por sucção via estilete das células do parênquima e do córtex, tal processo resulta na morte das células pela ação tóxica da saliva, provocando pequenas manchas necróticas alongadas e de cor café nas raízes. Evidentemente, as pequenas raízes são rapidamente destruídas, enquanto que as raízes maiores atrofiam mais lentamente. Lesionando o sistema radicular, a planta tende a apresentar sintomas típicos de deficiências nutricionais, com conseqüente comprometimento do seu desempenho.

O controle - As medidas de controle mais usadas são: rotação de culturas (e.g. utilizando-se o amendoim que não é hospedeiro), seis meses de alqueive, solarização e plantas antagônicas (exem-

plos: *Crotalaria spectabilis*, *Tagetes* sp. *Chrisantemum* sp. cravo-de-defunto, *Indigofera hirsuta*).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AGUDELO, F.V. de. Nematódos. In: SCHWARTZ, H.F. & GÁLVEZ, G.F. eds **Problemas de producción del frijol**. Cali: CIAT, 1980. p.315-26.
- AYCOCK, R. **Stem rot and other diseases caused by *Sclerotium rolfsii***. North Carolina: Agricultural Experiment Station, NCSU, 1966, 202p. (Tech. Bulletin, 174).
- BOLKAN, H.A. Las podriciones radicales. In: SCHWARTZ, H.F. & GÁLVEZ, G.E. eds. **Problemas de producción del frijol**. Cali: CIAT, 1980, p.65-99.
- CARDOSO, J.E. & LUZ, E.D.N.M. **Avanços da pesquisa sobre a mela do feijoeiro no Estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA-UEPAE Rio Branco, 1981. 29p. (EMBRAPA-UEPAE Rio Branco. Boletim de Pesquisa, 1).
- PONTE, J.J. da. Common brazilian nematodes which attack Cowpea. In: WATT, E.E. & ARAÚJO, J.P.P. de. eds. **Cowpea Research in Brazil**. Brasília: IITA-EMBRAPA, 1988. p.257-264.
- TAYLOR, A.L. & SASSER, J.N. **Biología identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz**. Raleigh: NCSU, 1983. 111p. (Proyecto Internacional de Meloidogyne).
- ZAUMEYER, W.J. & THOMAS, H.R. **A monographic study of bean diseases and methods for their control**. Washington: USDA, 1957. 255p. (Tech. Bulletin, 868).