

## 10. Doenças da cultura da pimenta-do-reino

---

*Maria de Lourdes Reis Duarte  
Fernando Carneiro de Albuquerque*

### Introdução

A pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) é originária da Índia onde vem sendo cultivada por cerca de 6.000 anos. Foi introduzida no Brasil pelos portugueses durante o período colonial, desde o século XVII. Supõe-se que as primeiras cultivares introduzidas tenham sido clones de Balankotta e Kaluvally, cultivadas em pequena escala, em pequenos pomares, para consumo doméstico. A cultura tornou-se mais atraente, sob o ponto de vista comercial, a partir da introdução da cultivar Kuching por imigrantes japoneses, em 1933, e que recebeu o nome de Cingapura, em referência ao porto de embarque dos imigrantes. Os primeiros plantios comerciais surgiram em Tomé-Açu, no Estado do Pará, donde a cultura se expandiu para outras localidades da Amazônia e outros estados brasileiros, principalmente o Espírito Santo e a Bahia. A ampliação da área cultivada fez com que o Brasil se tornasse auto-suficiente em 1950, observando-se um expressivo aumento da área cultivada no início da década de 60. Atualmente, a área explorada com a cultura da pimenta-do-reino é estimada em 15.000 a 20.000 hectares, no Estado do Pará e de 2.000 a 4.000 hectares no Espírito Santo.

A propagação das plantas para fins comerciais é feita por estacas herbáceas ou semilenhosas, retiradas de ramos ortotrópicos. No Brasil, ao contrário da Índia e da Indonésia, que utilizam tutores vivos, a cultura é conduzida em tutor morto, a pleno sol, formando pimentais extensos com média de 20.000

plantas por produtor. Existem no entanto, produtores com 100.000 e até 300.000 pimenteiras por propriedade. Nesse sistema de produção chega a produzir de 1,5 kg a 3,0 kg/planta de pimenta preta e cerca de 70% da área total cultivada com a pimenta-do-reino no Estado do Pará é explorada com a cultivar Cingapura, 29% com a Guajarina e 1% com a Bragantina.

Nos propagadores, viveiros e campo as plantas de pimenta-do-reino são afetadas por diversas doenças causadas por diferentes grupos de patógenos incluindo fungos, nematóides e vírus. Não há registro de doenças causadas por bactérias, fitoplasmas ou outro agente patogênico. As doenças que causam maiores perdas de produção são a podridão das raízes e o secamento dos ramos também conhecidas como fusariose.

## PODRIDÃO DAS RAÍZES E SECAMENTO DOS RAMOS

Os primeiros plantios comerciais de pimenta-do-reino foram estabelecidos no município de Tomé-Açu, Estado do Pará, sendo a maioria por imigrantes japoneses. A rentabilidade elevada da cultura, encorajou a expansão da área cultivada que se estendeu para outros municípios do Pará e de outros estados e territórios brasileiros.

Na maioria das propriedades, a cultura passou a ser explorada em grandes áreas somente com a cultivar Cingapura, por ser de elevada produtividade.

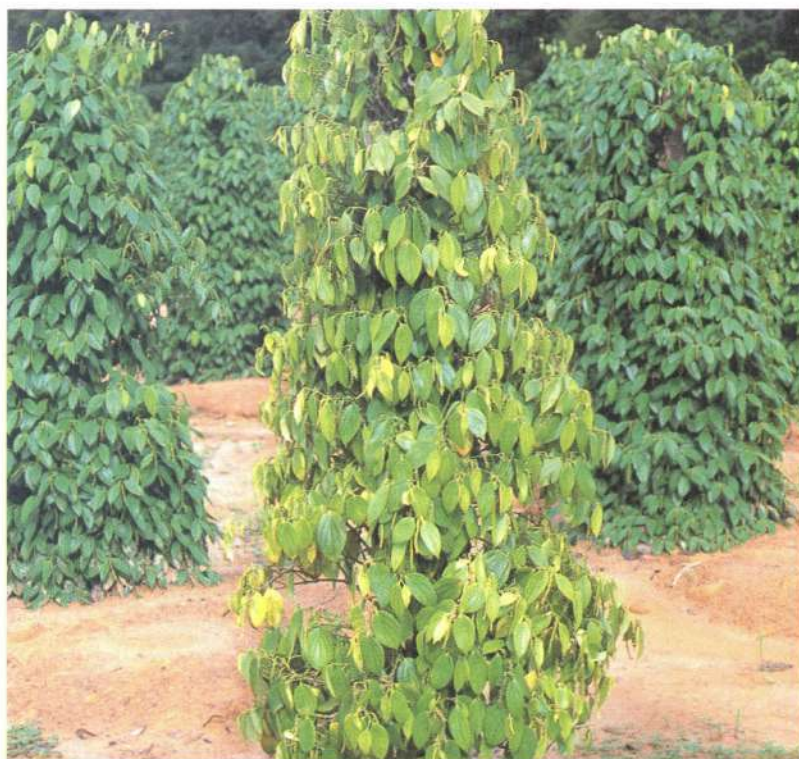
Desde 1960, plantas de pimenta-do-reino começaram a exibir sintomas de amarelecimento e queda gradativa de folhas e entrenós resultando na morte de um grande número de plantas (Albuquerque, 1961; 1964). A doença foi identificada como sendo causada por uma espécie de *Fusarium*. Alguns produtores, possuindo áreas de mais de 100 hectares, não conseguiram erradicar todas as plantas mortas. As condições de temperatura e umidade elevadas favoreceram a esporulação do patógeno nas hastes mortas que permaneceram presas aos tutores, e a partir de 1970, devido à disseminação aérea dos esporos,

passou a ocorrer a infecção dos ramos das plantas, aumentando a gravidade da doença que passou a ser denominada mal de Mariquita, por ter surgido pela primeira vez na localidade de Mariquita, em Tomé-Açu (Albuquerque & Duarte, 1972a). Desde então, esta doença vem causando elevadas perdas, em todas as áreas produtoras nos estados do Pará, Amazonas, Acre, Rondônia, Amapá, Maranhão, Paraíba, Bahia, Espírito Santo e Minas Gerais. Ocorre também, em países sul-americanos produtores de pimenta-do-reino como Colômbia, Venezuela e Peru. Recentemente foi constatada na República Dominicana, em plantios sombreados com *Gliricidia sepium* (CENDETECA..., 1995). A incidência dessa doença ainda não foi relatada em pimentais de países orientais, embora alguns trabalhos façam referência à ocorrência de isolamentos de *Nectria haematococca* não patogênicos à pimenta-do-reino (Kueh, 1979).

Calcula-se que mais de 10 milhões de pimenteiras tenham sido dizimadas pela doença. Essas perdas são ainda maiores ao se considerar as reduções de produtividade e do ciclo de vida produtivo da planta, bem como a queda de preços no mercado internacional. Não há registro de cultivares resistentes e nem tolerantes à doença.

## Sintomas

A infecção pode iniciar pelas raízes ou pelos ramos. Quando as raízes são afetadas, as folhas amarelecem e se tornam flácidas, caindo prematuramente (Fig. 10.1). Como consequência da perda de turgor, os internódios amarelecem e caem. Esta progressiva perda de ramos leva ao secamento total da planta. As raízes ficam cada vez mais desprovidas de radículas e com o progresso da doença a maioria do sistema radicular se torna necrótico. Essa necrose pode se estender à parte aérea da planta, até 30 cm acima do nível do solo (Fig. 10.2), e neste caso, as pimenteiras parecem fracas, crescendo lentamente (Albuquerque, 1961; 1964; 1980). O primeiro sinal de infecção aérea é a presença de ramos amarelados em uma planta bem vigorosa (Fig. 10.3). As infecções iniciam atra-



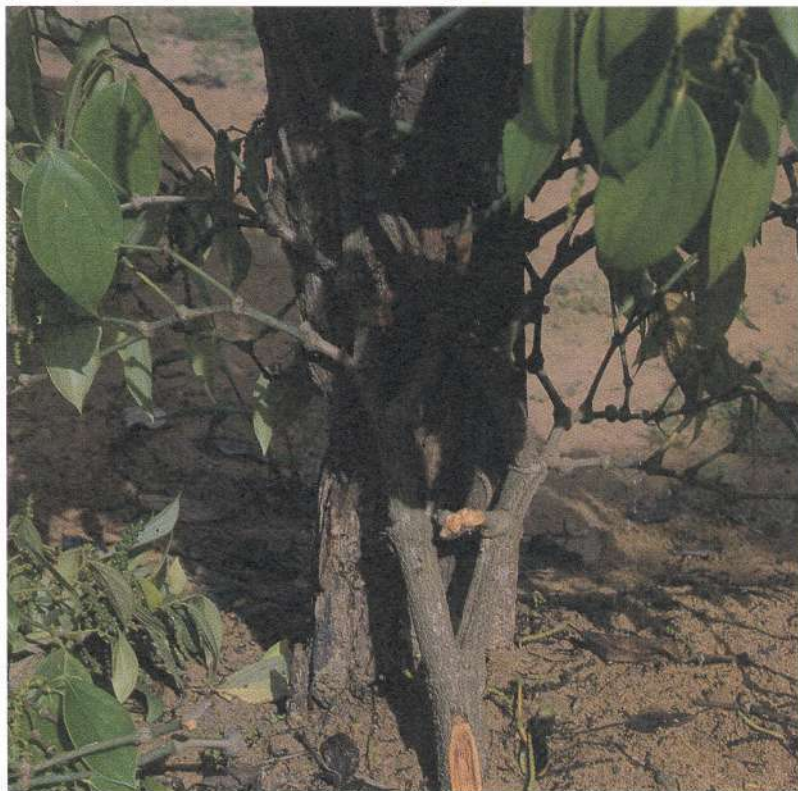
**Fig. 10.1** Pimenteira cv. Cingapura com sintomas de amarelecimento da folhagem causado por *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*.

vés das raízes de sustentação dos ramos de crescimento ou hastes. Lesões escuras cobrindo inicialmente um ou dois nós se espalham com rapidez causando a queima de vários ramos ou da planta inteira (Fig. 10.4). No estágio avançado da doença, uma exsudação negra brilhante semelhante a piche aparece na base da planta (Fig. 10.5) (Albuquerque & Duarte, 1977a; 1977b; Fukutomi *et al.*, 1981). O patógeno também causa o apodrecimento das estacas nos propagadores e das mudas em viveiros, quando o material de plantio é retirado de plantas infectadas. Além da pimenta-do-reino, cepas de *F. solani* foram isoladas de *Piper aduncum*, *P. hostmannianum* e *P. carniconnectivum*, espécies nativas que crescem espontaneamente na vegetação secundária (Albuquerque *et al.*, 1997). Nas plantas nativas, o fungo causa apenas a morte

do ramo infectado, sendo freqüente a emissão de novas brotações abaixo do ponto de penetração, entretanto, o isolado da pimenta-do-reino, não infectou raízes de nove espécies nativas da Amazônia brasileira quando inoculadas sob condições experimentais (Albuquerque *et al.*, 1998). As piperáceas nativas possuem tolerância ao patógeno, servindo como fonte de inóculo para a pimenta-do-reino.

## Etiologia

A doença é causada por *Nectria haematococca* Berk & Br. f. sp. *piperis* Albuquerque, um ascomiceto pertencente à ordem *Hypocreales*, família *Nectriaceae*. O patógeno produz peritécios redondos ou piriformes, avermelhados, com su-



**Fig. 10.2** Descoloração vascular em hastes de pimenteiras causada pela infecção de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis* no sistema radicular.



**Fig. 10.3** Amarelecimento de um ramo em pimenteira vigorosa, sintoma inicial do secamento dos ramos causado por *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*.

perfície rugosa e consistência gelatinosa (Fig. 10.6). No interior dos peritécios se formam ascos contendo oito ascosporos bicelulados, que apresentam a superfície estriada e uma pequena constrição à altura do septo central. O anamórfico é classificado como *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *piperis* Albuquerque, um hifomiceto da ordem *Tuberculariales*, família *Tuberculariaceae* que produz três tipos de esporos, os microconídios, macroconídios e os conídios intermediários, formados em conidióforos. Os clamidosporos, esporos de resistência, podem se originar do espessamento de paredes das células das hifas ou de macroconídios (Albuquerque & Ferraz, 1976a). O fungo possui dois tipos de heterotalismo, um relacionado com a compatibilidade de culturas com diferentes fatores e ou-

tro relacionado com o sexo (Albuquerque & Ferraz, 1976b). Foram identificados isolamentos hermafroditas, masculinos e femininos, portadores dos fatores (+) ou (-), de compatibilidade heterotática.

## Epidemiologia

Em ambiente úmido, numerosos conídios formados sobre tecidos infectados das raízes e dos ramos são disseminados pela água para órgãos saudáveis. Os esporos germinam em contato com as raízes e o micélio penetra nos tecidos diretamente pela epiderme ou por ferimentos causados por *Meloidogyne incognita* ou outros agentes; entretanto, Freire & Bridge (1985) notaram que o



**Fig. 10.4** Pimenteira com sintoma avançado do secamento dos ramos (*Nectria haematococca* f. sp. *piperis*).

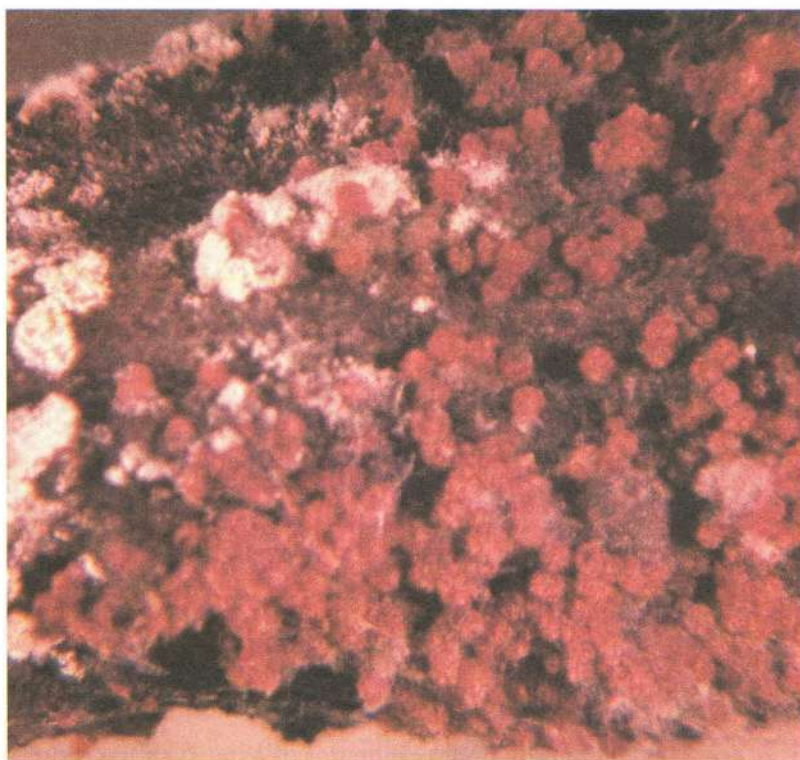


**Fig. 10.5** Exsudação negra brilhante na base de pimenteiras infectadas por *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*.

fungo pode penetrar nos tecidos do hospedeiro, mesmo na ausência de nematoides. A invasão dos tecidos vasculares resulta na destruição das células do parênquima e no bloqueio dos vasos pelas estruturas do patógeno. Nos ramos, a colonização tem início a partir de um nó infectado avançando para cima e para baixo. Neste estágio, uma substância gelatinosa é formada bloqueando os vasos. Os esporos formados sobre os ramos infectados são disseminados pelo vento iniciando as infecções secundárias (Albuquerque, 1980). A infecção no sistema radicular e nos órgãos acima do solo ocorre durante a estação chuvosa, embora durante este período as plantas exibam a folhagem verde sem qualquer sintoma visível. Na estação mais seca, o número de plantas infectadas aumenta progressivamente. No estágio avançado da doença se formam os



peritécios sobre os tecidos apodrecidos, bem como massas esbranquiçadas de esporos, características do patógeno. Os microconídios e macroconídios, bem como, os ascosporos, são formados durante a fase saprofítica sendo disseminados pelo vento, na área de cultivo (Duarte & Albuquerque, 1986b). Os ascosporos têm um papel importante na incidência da doença e mesmo quando os ascosporos são produzidos no nível do solo, após a liberação, são facilmente disseminados pelas correntes de ar, podendo invadir os tecidos através dos nós (Hamada *et al.*, 1988). Dos macroconídios que caem ao solo formam-se os clamidosporos, os quais podem iniciar infecções no sistema radicular.



**Fig. 10.6** Produção de massas brancas de macroconídios entre peritécios avermelhados de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis* em tecidos necrosados de pimenta-do-reino.

A dispersão da doença ocorre em solos com diferentes estruturas e valores de pH. A doença foi registrada em solos com pH variando de 4,5 a 7,0. O valor adequado de pH para o cultivo da pimenta-do-reino está entre 5,5 e 6,5. A drenagem do solo é um fator importante, pois em solos mal drenados a doença aparece em plantações de três a quatro anos e pode causar perdas, principalmente em cultivos mal conduzidos.

Não está bem esclarecido se os esporos formados em espécies nativas infectam diretamente a pimenta-do-reino para constituir as fontes primárias de infecção ou se esses esporos concorrem para o aumento da variabilidade do fungo através de cruzamentos naturais. Em ensaios de inoculação cruzada, isolamentos de *N. haematococca* oriundos de *P. aduncum* foram menos virulentos à pimenta-do-reino do que isolamentos desse fungo oriundos da própria pimenteira (Albuquerque *et al.*, 1997).

Para que ocorram epidemias de fusariose em pimenta-do-reino é necessária a presença de fontes primárias de infecção. Observações de campo têm mostrado que a doença pode iniciar nos pimentais de três modos diferentes; a) nos pimentais novos, formados com estacas sadias e plantados bem distantes de pimentais doentes, a doença começa a surgir no sistema radicular após 12 a 15 anos, em pimenteiros dispersas pela plantação e com o aumento da população o patógeno pode se disseminar pela parte aérea; b) nas plantações novas, instaladas em áreas isoladas, porém formadas com estacas retiradas de pimenteiros infectados, a doença pode adquirir caráter epidêmico, quatro a cinco anos após o plantio, sugerindo que estruturas do fungo em estado latente nos tecidos de pimenteiros jovens tornam-se fontes primárias de inóculo, ao encontrarem condições favoráveis de desenvolvimento; e, c) epidemias precoces podem também se estabelecer em pimentais originados de estacas sadias, porém instalados próximos a culturas de pimenta-do-reino infectadas pela fusariose aérea.

## Controle

As medidas de controle recomendadas são todas preventivas. Como o material vegetativo infectado é o principal veículo disseminador do patógeno à grande distância, e para evitar perdas de material de plantio devido à incidência de podridão das estacas causadas pelo patógeno, no propagador, recomenda-se: a) Coletar material para novos plantios somente de pimentais saudáveis ou junto a viveiristas cadastrados no Ministério da Agricultura; b) Usar sempre que possível, mudas herbáceas contendo um a dois nós, pois em material herbáceo, o fungo se desenvolve mais rápido, podendo as mudas contaminadas ser eliminadas ainda na fase de viveiro; c) Tratar por imersão o material vegetativo com solução aquosa dos fungicidas benomyl, tiabendazol ou carbendazin durante 30 minutos, antes do pré-enraizamento em caixas ou canteiros contendo casca de arroz carbonizada ou areia de construção civil, mesmo aqueles materiais considerados saudáveis pelos produtores e viveiristas (Duarte & Albuquerque, 1980c; 1986b); d) Preparar o substrato constituído da mistura de solo, areia, matéria orgânica e calcário, usar tratamento com produtos de ação fungicida-nematicida ou esterilização com vapor úmido ou seco, antes do enchimento dos sacos de plástico; e, e) após a emissão da brotação e cerca de 15 dias antes de serem transplantadas para o campo, regar as plantas com solução aquosa dos fungicidas benomyl, carbendazin ou tiabendazol (1 g/l, por 30 minutos), a fim de eliminar o micélio latente que tenha escapado ao tratamento por imersão.

Nos pimentais afetados pela podridão das raízes recomenda-se: a) Fazer inspeções periódicas e, em caso de detecção de plantas infectadas, arrancar a planta com o máximo possível de raízes e queimar fora do pimental; b) Regar as plantas que se encontram nas vizinhanças das plantas infectadas com solução aquosa de benomyl, tiabendazol ou carbendazin (2 g/l) na proporção de 5 l/planta; c) Fazer rotação de cultura com longo período de repouso, acima de cinco anos; e, d) Selecionar cultivares mais produtivas e precoces para a região, visando a convivência mais econômica, em área de ocorrência da doença

(Albuquerque & Duarte, 1991). A drenagem de solos que retém muita água é bastante importante, principalmente dos arenosos que possuem uma camada impermeável próximo à superfície. Ainda não foram identificados solos supressivos, nem foi possível selecionar materiais orgânicos para misturar com fertilizantes minerais, a fim de estimular a competição de outros microrganismos visando reduzir a população do patógeno.

Para prevenir a infecção na parte aérea, o produtor deve: a) fazer inspeções periódicas no pimental e caso sejam encontradas plantas vigorosas com ramos amarelados, afastar a folhagem até encontrar o ponto de penetração do patógeno; b) Podar toda a folhagem até cerca de 40 a 50 cm abaixo do ponto de penetração e pincelar todas as hastes com pasta dos fungicidas benomyl, carbendazim ou tiabendazol; c) Manter as plantas podadas e tratadas sob observação para verificar se as novas brotações estão crescendo saudáveis, mas, caso a nova brotação exiba sintomas da doença, as plantas devem ser arrancadas e queimadas fora do pimental; e, d) Pulverizar todo o pimental com solução aquosa de um dos fungicidas citados (1 g/l) para reduzir a fonte de inóculo. Caso o índice de infecção atinja 15%, as pulverizações não serão mais eficientes (Duarte & Albuquerque, 1988). Nesse caso, arrancar e queimar sistematicamente as plantas afetadas, a fim de retardar a destruição completa do pimental e assim obter colheitas que possam amenizar as perdas causadas pela doença.

Tentativas para induzir mutantes resistentes através da aplicação de raios gama em estacas e mudas da cultivar Cingapura teve sucesso limitado. Após 20 anos, somente três matrizes sobreviveram, entretanto a natureza e o nível de resistência e a produção ainda não foram registrados.

Na ausência de um fungicida eficiente para controlar a doença sob condições de campo, a Embrapa Amazônia Oriental tem usado uma estratégia alternativa para diversificar o germoplasma de pimenta-do-reino através do intercâmbio com países orientais, principalmente a Índia, centro de origem da planta. A introdução de novas cultivares foi iniciada em 1970, através do

Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em Mayaguez, Porto Rico. Mais tarde, com a ajuda de consultores indianos, novas introduções foram feitas de modo que hoje, a Embrapa Amazônia Oriental possui uma coleção de germoplasma com 35 genótipos de *Piper nigrum*, mas até o momento não foram identificadas cultivares resistentes ou tolerantes ao patógeno nessa coleção.

A seleção de material resistente a *N. haematococca* f. sp. *piperis* através de testes de inoculação não tem tido sucesso, pois os trabalhos realizados envolvem pequenas populações. Seria necessário produzir um grande número de plantas oriundas de sementes com vistas a selecioná-las para resistência através de inoculações artificiais, mas isto requer muito tempo e recursos financeiros além do inconveniente de originar uma população tardia em produzir. Na ausência de qualquer método convencional para uma rápida seleção a partir de cultivares já estabelecidas ou através de intercâmbio com organizações indianas, uma opção atraente é aproveitar as vantagens da variação somaclonal a fim de aumentar a variabilidade genética do germoplasma de pimenta-do-reino existente no Brasil, usando como agente de seleção os metabólitos tóxicos produzidos pelo patógeno. Pesquisas conduzidas por Duarte (1993) mostraram ser possível selecionar tecido resistente a partir de germoplasma susceptível. Embora sejam resultados promissores, a falta do protocolo para regeneração dos setores do callus aparentemente sadios tem limitado os trabalhos de seleção *in vitro* de pimenta-do-reino visando resistência à *N. haematococca* f. sp. *piperis*.

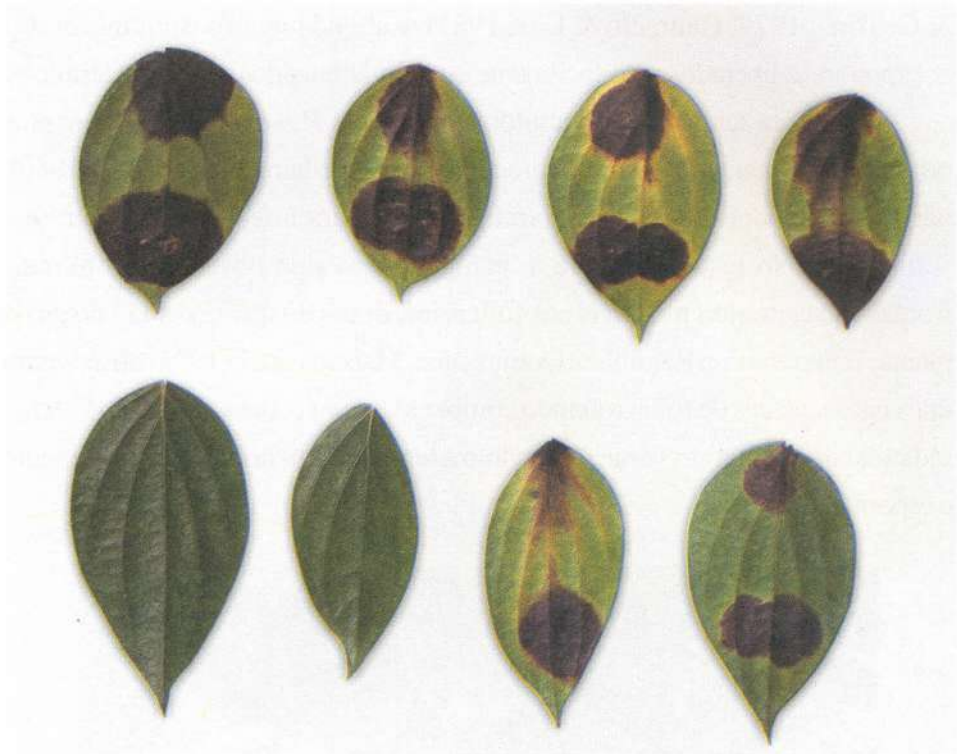
A enxertia da pimenta-do-reino em porta-enxertos resistentes ou tolerantes vem sendo pesquisada. Entre as espécies nativas conhecidas, a *Piper colubrinum*, a *P. aduncum* e a *P. hispidinervium* apresentaram reação de resistência à *N. haematococca* f. sp. *piperis* e a *Phytophthora capsici* (Albuquerque, 1968; Albuquerque *et al.*, 1998). No entanto as combinações de enxerto e porta-enxerto tem apresentado reações de incompatibilidade tardia.

## PODRIDÃO DO PÉ E REQUEIMA DE MUDAS

A podridão do pé é uma doença que afeta os principais países produtores como a Índia, Indonésia, Malásia, Tailândia e Sri Lanka. No Brasil, foi constatada pela primeira vez por Albuquerque (1966) no município de Benevides, e mais tarde, em Capitão Poço e Tomé-Açu, todos no Estado do Pará. Ocorre ainda, no sul do Estado da Bahia (Campelo & Luz, 1981; Resnik *et al.*, 1980). No campo, a doença é raramente observada, provavelmente devido à alta incidência de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*. Em viveiros, pode causar a queima de mudas mantidas sob condições de alta umidade e de sombreamento. Além da pimenta-do-reino, o agente patogênico infecta o cacauzeiro, pimentão, seringueira, abóbora, hortaliças e fruteiras que vegetam nas regiões tropical, subtropical e temperada (Henz & Lima, 1994).

### Sintomas

Os sintomas da doença são observados em todas as fases de desenvolvimento da planta. Na fase de pré-enraizamento, causa o apodrecimento das estacas e na de viveiro, provoca a queima das folhas, dos brotos jovens e a morte de mudas; manchas escuras circulares com margem lisa ou fimbriada podem surgir nas folhas mais velhas (Fig. 10.7). Plantas adultas infectadas exibem clorose internerval nas folhas superiores, seguida de amarelecimento generalizado, queda prematura das folhas e morte das plantas (Fig. 10.8). No colo da planta observa-se podridão úmida que avança da córtex para a região central, causando o escurecimento dos vasos e a desintegração dos tecidos. A descoloração vascular pode atingir até 50 cm acima do ponto de penetração do patógeno. A doença pode iniciar pelas radículas e avançar até atingir as raízes mais desenvolvidas e a parte subterrânea do caule. A rapidez com que as plantas morrem depende do número de raízes afetadas. Quando muitas raízes são afetadas a planta seca rapidamente permanecendo as folhas ainda presas aos ramos. Folhas nos ramos inferiores podem exibir lesões negras, circulares, com margem fimbriada e visíveis contra a luz.



**Fig. 10.7** Folhas de diferentes cultivares de pimenta-do-reino exibindo lesões negras circulares com margem fimbriada, característica causada por *Phytophthora capsici*.

## Etiologia

A doença é causada pelo fungo *Phytophthora capsici* Leonia, que pertence à classe dos Oomicetos, ordem *Peronosporales*, família *Pythiaceae*. Produz zoosporângios em forma de limão com pedicelo longo (Fig. 10.9), característica que inclui esta espécie na forma morfológica 4 (MF4) de *P. palmivora* (Waterhouse, 1963; Brasier & Griffins, 1979). No interior dos zoosporângios formam-se os zoosporos. A espécie é heterotática, podendo formar oosporos em culturas pareadas no laboratório e no solo (Zentmayer, 1974). Em placas de cenoura-ágar o fungo produz micélio petalóide (Brasier

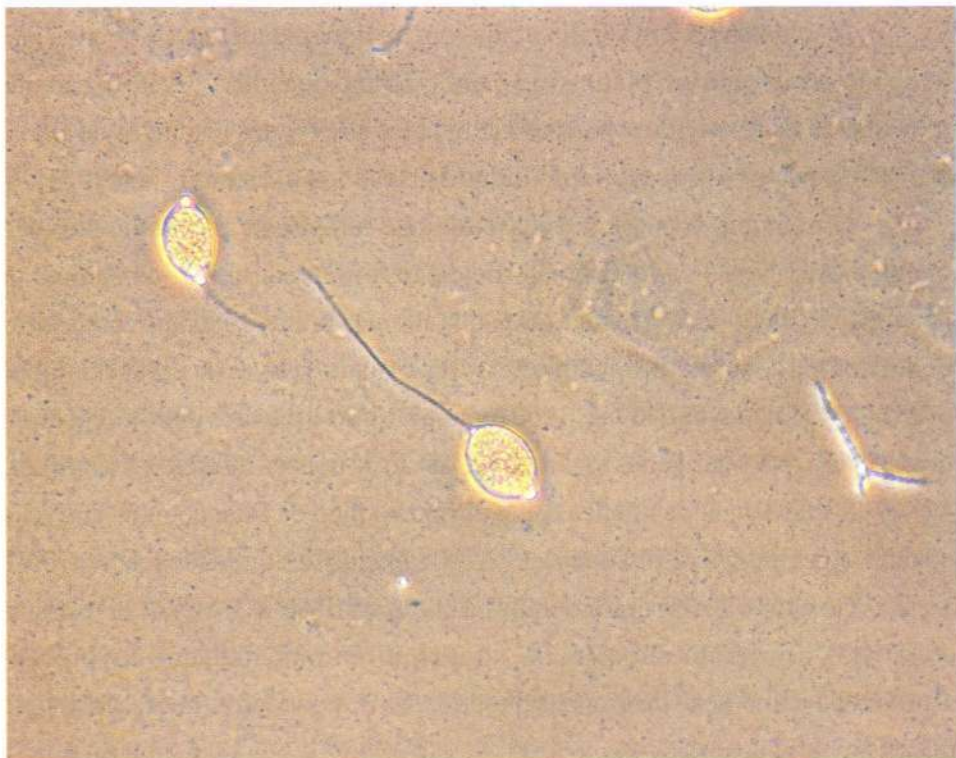
& Griffins, 1979; Campelo & Luz, 1981) e abundantes zoosporângios. Os zoosporos são liberados mais facilmente quando submetidos a choques térmicos.

Embora tenham sido incluídos na espécie *P. capsici*, os isolamentos oriundos de pimenta-do-reino só infectam este hospedeiro (Resnik *et al.*, 1980), não obstante ocorrerem cepas com habilidade para infectar o cacauzeiro e a seringueira. No Estado do Pará, o patógeno tem sido observado com mais frequência causando manchas nas folhas inferiores do que podridão do pé da planta. Entretanto, na República Dominicana, Matsuda *et al.* (1994) observaram que cepas isoladas de folhas quando comparadas com cepas isoladas do sistema radicular apresentaram variações quanto à temperatura ótima para crescimento e esporulação.



**Fig. 10.8** Planta de pimenta-do-reino cv. Cingapura com amarelecimento e queda de folhas e entrenós causado por *Phytophthora capsici*.





**Fig. 10.9** Zoosporângios de *Phytophthora capsici* formados em meio de cultura cenoura-ágar.

## Epidemiologia

A doença é favorecida pelas condições de alta umidade e de temperatura amena proporcionadas pelo sombreamento dos propagadores e viveiros. Quando as estacas são enraizadas em solo contaminado, os zoosporos atraídos pelos exsudatos germinam e penetram nos tecidos iniciando a infecção que resulta na morte das estacas. Quando as estacas enraízam escapando a esse período crítico, durante as regas ou nos dias chuvosos, os respingos de água podem transportar partículas de solo contendo os propágulos do fungo, iniciando novas infecções.

As plantas podem ser infectadas em qualquer idade, mas a doença não tem sido observada em plantas até o terceiro ano de cultivo. A infecção nas folhas se inicia a partir de esporos disseminados através dos respingos de chuva que transportam os propágulos do fungo causando as manchas foliares.

No campo, o patógeno dissemina-se através de partículas de solo contaminado, água e do contato de raízes infectadas com as sadias. A propagação da doença é mais rápida quando nas plantas são aplicadas altas doses de fertilizantes nitrogenados e a área é mantida livre de ervas daninhas e de capins. Holliday & Mowat (1963) notaram que em plantios onde a vegetação invasora era mantida apenas roçada, a expansão da doença na área era retardada.

A incidência da doença é alta durante o pico da estação mais chuvosa quando a precipitação pluviométrica (2.500 mm/ano) e a umidade relativa (80% a 90%) são altas e a temperatura mínima noturna (19° C a 23° C) é baixa. Estas condições acarretam choques de temperatura ambiental que favorecem a produção e liberação de grandes quantidades de zoosporos, necessárias para iniciar novas infecções.

Plantios de cacauzeiro ou de seringueira próximos de pimenta-do-reino favorecem a produção de inóculo para iniciar a infecção primária, pois nos frutos desses hospedeiros, o patógeno encontra condições favoráveis para produção de grande quantidade de zoosporângios.

Pimentais estabelecidos em solos argilosos, lateríticos ou arenosos que apresentem uma camada impermeável logo abaixo da superfície e cuja drenagem seja deficiente estão mais sujeitos à infecção causada por *P. capsici* do que aqueles cultivados em solos arenosos ou argilosos de textura média, porém bem drenados.

O patógeno tem pouca habilidade saprofítica, não persistindo nos tecidos mortos por mais de 15 meses. No solo, pode persistir por longo tempo na forma de oosporos, que atuam como esporos de descanso ou resistência (Ansani & Matsuoka, 1983; Matsuoka & Ansani, 1984).

## Controle

As medidas de controle da podridão envolvem desde a exclusão do patógeno para novas áreas, controle cultural, controle químico e cultivares resistentes. Recomendam-se as seguintes medidas de controle.

No viveiro: a) Coletar estacas de matrizes sadias com até três anos de idade, vigorosas, de pimentais certificados pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento - MA; b) Tratar as estacas, por imersão, em solução aquosa dos fungicidas metalaxyl e mancozeb na dose de 1 g/l, durante 30 a 60 minutos; c) Construir propagadores, 30 a 40 cm acima do nível do terreno e tratar o solo dos propagadores com produtos químicos ou mediante esterilização com calor úmido ou calor seco; d) Controlar a rega dos viveiros para evitar o excesso de umidade; e) Proteger as mudas com cobertura de folhas de palmeira ou sombrite com 50% a 60% de luminosidade para evitar que respingos de chuvas transportem partículas de solo contaminado, prevenindo infecções; d) Reduzir o sombreamento e melhorar a aeração; e) Eliminar as estacas e mudas afetadas, que são focos de novas infecções; e, f) Pulverizar as mudas com calda Bordaleza a 1%, fungicidas cúpricos (3 a 5 g/l), fosetil-Al ou metalaxyl (1 g/l) associado a mancozeb.

No campo: a) Escolher solos bem drenados para instalação de novos pimentais; b) Fazer a drenagem da área para evitar o acúmulo de água na base da planta que além de interferir no bom desenvolvimento das pimenteiras predispõe as plantas à podridão do pé; c) Nas áreas infestadas pelo patógeno, manter a vegetação espontânea, de preferência gramíneas, apenas cortadas sem deixar o solo descoberto, porém, manter o coroamento para prevenir a concorrência por água e nutrientes; e, d) Aplicar em volta das pimenteiras infectadas e nas plantas vizinhas, aparentemente sadias, solução aquosa dos fungicidas metalaxyl associado a mancozeb, fosetil-Al, sulfato de cobre ou oxiclureto de cobre em pulverizações preventivas e pincelamento da base do caule.

Práticas semelhantes vêm sendo adotadas nos países orientais (Kueh, 1979) e na República Dominicana (Matsuda *et al.*, 1994).

O controle cultural através do uso de pasta de nim (*Azadirachta indica*), incorporada ao solo misturada a calcário, na proporção de 1 kg/cova, associada à aplicação de calda Bordaleza vem sendo adotado na Índia (Unnikrishnan *et al.*, 1994). O uso dessa mistura reduziu em 30% a incidência de podridão do pé em relação às plantas não tratadas.

A enxertia em espécies nativas de *Piper* não pode ser recomendada como medida de controle em plantios comerciais, pois não se dispõe de dados conclusivos sobre a produtividade (Waard & Zaubin, 1983; Waard, 1986). A espécie *Piper colubrinum* Link possui alto nível de resistência à *P. capsici* (Albuquerque, 1968), mas tem o inconveniente de apresentar incompatibilidade tardia caracterizada por rachaduras na união do enxerto, queda de produção e morte das plantas (Alconero *et al.*, 1972).

A seleção de cultivares resistentes tem sido pouco estudada. A maioria das cultivares da coleção de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental apresentam reação de susceptibilidade, exceto a cultivar Belantung, que possui resistência de campo (Holliday & Mowat, 1963).

Trabalhos visando a transferência de genes de resistência encontrados em algumas espécies nativas ainda não foram iniciados (Waard, 1980; Kueh, 1979; Turner, 1971). Esses trabalhos deveriam ser incentivados devido à falta de fontes de resistência dentro de *P. nigrum*.

## MURCHA

A partir de 1992, uma nova doença vem sendo detectada em pimentais nos municípios de Tomé-Açu, Santa Izabel e, mais recentemente em Capitão Poço, no Estado do Pará (Duarte *et al.*, 1997). Além de causar manchas unilaterais em ramos de crescimento, provoca a murcha rápida e queda repentina da folhagem das plantas afetadas. O índice de incidência ainda é baixo, mas,

com o aumento do inóculo, prevê-se um aumento no índice da doença no campo. A doença tem afetado somente plantas da cultivar Guajarina com mais de quatro anos, sob condições de campo.

## Sintomas

Os sintomas surgem na região do nó de um ramo de crescimento e caracterizam-se pelo aparecimento de manchas de coloração escura de forma triangular, cuja base se desenvolve ao redor da linha do nó. Essas manchas tornam-se maiores e os tecidos necrosados estendem-se por um lado do ramo. As plantas afetadas amarelecem, perdem as folhas e entrenós e morrem (Fig. 10.10). Internamente, os tecidos vasculares se tornam descoloridos. A doença tem surgido em pimentais com mais de quatro anos de cultivo, principalmente da cultivar Guajarina, mas sob condições experimentais, o patógeno tem habilidade de colonizar os tecidos das cultivares Bragantina e Cingapura (Duarte *et al.*, 1997).

## Etiologia

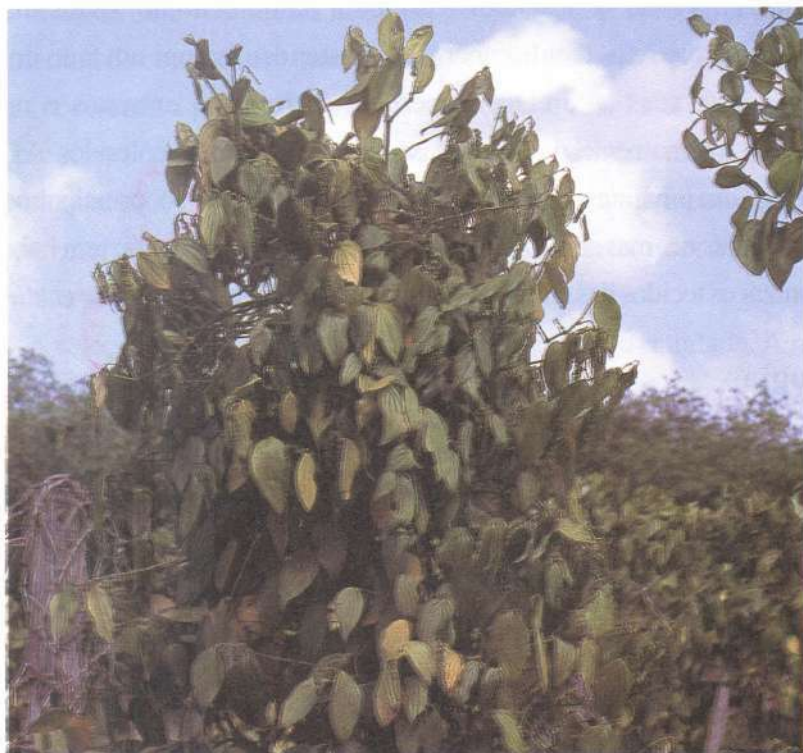
A doença é causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* Schel.: Fr. Este fungo pertence à classe dos Deuteromicetos, ordem *Tuberculariales*, família *Tubulariaceae*. Produz macroconídios hialinos, falciformes com a extremidade afilada, com três a cinco septos. Os microconídios são unicelulares e bicelulados. Estudos ainda estão sendo conduzidos a fim de identificar a *forma specialis*.

## Epidemiologia

A doença é de ocorrência recente. Foi constatada primeiro no município de Tomé-Açu e posteriormente em Santa Izabel do Pará e Capitão Poço. Os sintomas são observados durante o período menos chuvoso, quando a temperatura e a umidade são elevadas, porém, a infecção ocorre com maior frequência durante a estação chuvosa, na qual a umidade favorece a germinação dos esporos e o desenvolvimento do patógeno nos tecidos da planta hospedeira.

## Controle

Ainda não existem estudos que indiquem qual o melhor meio de controlar a doença. Entretanto, considerando tratar-se de um fungo que causa infecção sistêmica nas plantas afetadas e que pode sobreviver no solo por longo tempo, recomenda-se arrancar e queimar a planta fora do pimental. Substituir a cultivar Guajarina, que apresenta maior susceptibilidade em relação às demais, por outra menos susceptível.



**Fig. 10.10** Planta de pimenta-do-reino cv. Guajarina exibindo amarelecimento e queda das folhas e entrenós, resultante da invasão vascular causada por *Fusarium oxysporum*.

## PODRIDÃO BRANCA DAS RAÍZES

Além das podridões causadas pelos fungos *Phytophthora capsici* e *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*, o sistema radicular da pimenta-do-reino pode ser afetado pela podridão branca. Esta doença ocorre com maior frequência em áreas recém-derrubadas, onde os tocos das árvores não foram removidos completamente. As perdas dificilmente ultrapassam a 10%. Entre os hospedeiros, citam-se a batata-doce, o abacateiro, a seringueira, o cacaueteiro, a mandioca e a *Gliricidia sepium*. Nas raízes dos tocos de espécies nativas, remanescentes após a derrubada, o fungo desenvolve-se e produz rizomorfias.

### Sintomas

O estágio inicial da colonização dos tecidos das raízes da pimenta-do-reino pelo patógeno é muito difícil de ser detectado por causa da ausência de sintomas na folhagem. Quando a doença avança, a planta infectada amarelece e para de crescer. As folhas tendem a cair, mas, a queda dos entrenós e o murchamento só ocorre na fase aguda. Os sintomas da doença nas raízes e na porção inferior da haste caracterizam-se pela presença de uma rede micelial branca na superfície e entre os tecidos necrosados da raiz, denominada de rizomorfias (Fig. 9.18). As raízes das plantas severamente afetadas apodrecem, enquanto nas moderadamente infectadas as raízes se tornam escurecidas.

### Etiologia

A doença é causada pelo fungo *Rigidoporus lignosus* (Klotzch) Imaz., sinônimo de *Fomes lignosus*, um Basidiomiceto da ordem *Aphyllphorales*, família *Poliporaceae*. Produz esporos em esporocarpos de cor branca, de consistência semilenhosa, e vulgarmente conhecidos como *orelhas de pau*. Essas frutificações se desenvolvem sobre os tecidos necrosados da região do coleto ou logo acima dessa região. Embora o desenvolvimento de basidiocarpos do

patógeno seja comum nos países produtores de pimenta-do-reino da Ásia, não é comum no Brasil, constituindo uma condição desfavorável para a disseminação do fungo. Uma das principais características da doença é o desenvolvimento de rizomorfias brancas sobre os tecidos apodrecidos das raízes. Esses aglomerados de hifas se desenvolvem sobre áreas reduzidas da casca ou se estendem sobre a casca atingindo áreas maiores. As rizomorfias, nas condições do Brasil, são as principais estruturas de disseminação do patógeno, pelo contato com raízes saudáveis.

## **Epidemiologia**

O patógeno infecta plantas com mais de quatro anos de desenvolvimento. A fonte primária de inóculo são os tocos das árvores que após a derrubada permanecem na área e nos quais o fungo sobrevive como saprófita. A dispersão na área ocorre através do contato das raízes infectadas com as saudáveis. O micélio penetra na superfície dos tecidos causando a necrose das raízes. As rizomorfias formam-se mais na estação chuvosa. A doença tem sido observada tanto em solos arenosos quanto em argilosos, com pH variando de 4,5 a 5,0. Variações de temperatura e de umidade bem definidas são condições favoráveis para o desenvolvimento dos basidiocarpos.

## **Controle**

Como medidas preventivas recomenda-se não cultivar a pimenta-do-reino em área recém-explorada com plantas hospedeiras, que tenham sido afetadas pela doença. Queimar e retirar os tocos remanescentes e a maioria das raízes. Fazer inspeção periódica no pimental e eliminar de imediato as pimenteiras infectadas. Fazer o tratamento das plantas circunvizinhas através de rega com defensivos à base de quintozene.

As medidas curativas dificilmente apresentam resultados satisfatórios, mas, nos casos em que as infecções forem menos severas recomenda-se:



a) Retirar o solo da base da planta, expor as raízes e podar e eliminar as que se encontrem severamente infectadas; b) Raspar e pincelar as raízes mais grossas com uma pasta de fungicida à base de tridemorph ou quintozene; c) Deixar as raízes expostas por uma semana e, em seguida, cobrir com solo fumigado ou oriundo de área livre da doença; d) Arrancar e queimar as pimenteiras severamente afetadas, fora do pimental; e, e) Inspeccionar e tratar as plantas mais próximas das afetadas, mesmo que não exibam sintomas evidentes.

## GALHAS DAS RAÍZES

O sistema radicular da pimenta-do-reino é parasitado por nematóides que se alimentam das células superficiais, causam ferimentos e modificam a fisiologia do tecido parasitado. Os ferimentos causados podem favorecer a destruição dos tecidos por fungos causadores de podridão das raízes. Aparentemente, os prejuízos causados pelos nematoides passam despercebidos por causa de doenças radiculares mais graves como as causadas por *Nectria haematococca* f. sp. *piperis* e *Phytophthora capsici* e também porque sob condições de alta umidade e de fertilidade favoráveis ao desenvolvimento das pimenteiras, as plantas não mostram sintomas evidentes na parte aérea. Os pimentais da Amazônia apresentam 90% de infestação pelos nematoides das galhas (Ichinohe, 1976). A doença tem sido observada ainda, em juta, bananeira, aboboreira, cana-de-açúcar, tomateiro, aceroleira, cafeeiro e em inúmeras outras espécies.

## Sintomas

O patógeno induz a formação de galhas pouco pronunciadas, alongadas, que se desenvolvem mais nas raízes secundárias e terciárias, as quais são resultantes de hiperplasia e hipertrofia das células da endoderme (Fig. 10.11). Examinando-se os tecidos intumescidos, verifica-se que internamente, estes são enegrecidos e repletos de fêmeas adultas. A infestação aumenta de ano para ano podendo as folhas das plantas afetadas apresentarem sintomas de deficiências

minerais. O tamanho das galhas está relacionado com as reações do hospedeiro. Na cultivar Cingapura, as galhas são pequenas enquanto que na cultivar Espírito Santo esses tumores são maiores, principalmente em solos explorados anteriormente com a cultura do café, onde a população é elevada, como ocorre no Estado do Espírito Santo. Pimenteiras com sistema radicular muito infectado apresentam folhas cloróticas e desenvolvimento retardado. O branqueamento das folhas, sintoma muito comum nos pimentais da Amazônia, parece estar relacionado ao parasitismo do nematóide das galhas nas raízes.



**Fig. 10.11** Galhas incipientes em raízes secundárias de pimenta-do-reino causadas por *Meloidogyne incognita*.

## Etiologia

As galhas das raízes estão associadas ao parasitismo dos nematóides *Meloidogyne incognita* (Kafoid & White) Chitwood e *Meloidogyne javanica* (Teub) Chitwood, da ordem *Tylenchida*, família *Heteroderidae*. As espécies de *Meloidogyne* apresentam dimorfismo sexual. As fêmeas possuem o corpo piriforme provido de pescoço, fixando-se e desenvolvendo-se no interior dos tecidos, sendo portanto, endoparasitas. Os ovos, mais ou menos cilíndricos, são produzidos em grande número e depositados no interior dos tecidos radiculares. Larvas do segundo estágio escapam para o solo e vão parasitar outras raízes da mesma planta infectada ou de outras plantas vizinhas. Penetram e sugam os tecidos do hospedeiro com o estilete bucal. Os machos têm o corpo alongado e saem do tecido parasitado completando o ciclo de vida fora do tecido do hospedeiro. Normalmente formam populações bem menores do que as de fêmeas. Sendo parasitas obrigatórios, *M. incognita* e *M. javanica* estão associados aos hospedeiros. Algumas fêmeas podem chegar à superfície após o rompimento do córtex da raiz onde depositam os ovos que são externamente envolvidos por uma substância gelatinosa.

## Epidemiologia

Os ovos permanecem viáveis no solo por algum tempo, contribuindo para a sobrevivência do parasita, o qual pode ainda permanecer na forma livre e na ausência do hospedeiro, parasitando as raízes de plantas da vegetação espontânea. Dos ovos se originam as larvas pré-parasitas que são atraídas pelos exsudatos das raízes. As larvas penetram nos tecidos através da epiderme, migrando intercelularmente até atingir o cilindro central. Ocorre então a hiperplasia e a hipertrofia das células endodérmicas resultando na formação das galhas. Solos arenosos favorecem a incidência da doença. A disseminação ocorre de planta para planta, na área cultivada, por meio da água da chuva e do solo contaminado aderido às máquinas agrícolas ou nos pés dos trabalhadores quando se movimentam de uma área infestada para outra livre de nematóides. À longa distância, a disseminação se verifica através de mudas contaminadas.

Durante o período chuvoso, que vai de janeiro a junho, na região de Belém, a população dos nematóides tende a reduzir em solos arenosos (Freire, 1985). Outras espécies de hospedeiro contribuem para o aumento da população no solo, em sistemas de cultivo, alternados ou associados.

## Controle

Recomenda-se portanto: a) Coletar material vegetativo de plantas sadias; b) Desinfestar o solo, usado como substrato, com DD (dicloropropano + dicloropropeno), DBCP (dibromocloropropeno) ou carbofuran; c) Fazer cobertura morta parcial com folhas de capim guatemala (*Tripsacum* sp.), para estimular o crescimento vegetativo das plantas e da flora e da fauna antagônicas aos nematóides das galhas; d) Evitar cultivar a pimenta-do-reino em área explorada previamente com hospedeiros muito suscetíveis como o cafeeiro e a aceroleira; e) Evitar consorciar a pimenta-do-reino com plantas suscetíveis; e, f) Fazer a adubação adequada do pimental a fim de propiciar a emissão de novas raízes em substituição às destruídas pelos nematóides.

Tentativas para reduzir a população de nematóides usando cravo de defunto (*Tagetes* sp.) em torno dos pés de pimenta-do-reino não tiveram sucesso (Albuquerque & Duarte, 1977a). A população de nematóides pode ser reduzida através de medidas de controle integrado, que consiste em aplicar o nematicida fenaminfos em torno da planta por ocasião do plantio, e usar cobertura morta parcial com folhas de capim guatemala e, plantar siratro (*Macroptilium atropurpureum*), que além de reduzir a população de nematóides, aumenta o volume da folhagem e eventualmente a produção (Ichinohe, 1980).

O uso de variedades tolerantes, associado à aplicação da matéria orgânica no solo, seria suficiente para se obter um bom nível de controle sem alterar o equilíbrio biológico do solo. As cultivares Bragantina, Cingapura e Guajarina são suscetíveis, mas, a reação de resistência das demais cultivares ainda não é conhecida.

## RUBELOSE

A doença afeta o tecido cortical da planta. As partes da planta protegidas pela folhagem ou plantas que crescem sombreadas são mais predispostas à infecção causada pelo patógeno. Além da pimenta-do-reino, afeta a seringueira, o cacauzeiro, o eucalipto, a mangueira e os citrus.

### Sintomas

O primeiro sintoma da doença é o aparecimento de folhas com aspecto amarrotado em qualquer parte da folhagem da planta. As folhas, entrenós e haste acima do ponto de penetração do patógeno se tornam amarelas a marrom e caem, deixando a planta afetada com a folhagem esparsa. Sobre a casca dos entrenós infectados, se detecta no início, uma camada de hifas esbranquiçadas que depois se tornam de coloração rósea (Fig. 10.12). Posteriormente, observam-se numerosas e pequenas pústulas de cor branca ou rósea nas rachaduras da casca. Incrustações róseas aparecem na fase final, sob a casca e a superfície da camada externa de ramos de crescimento e de frutificações localizadas na parte mais sombreada da folhagem. Os ramos afetados racham longitudinalmente, tornando-se escuros, fibrosos e morrem.

### Etiologia

A doença é causada pelo Basidiomiceto *Corticium salmonicolor* Berk & Broome que pertence à ordem *Aphylliphorales*, e à família *Corticaceae*. Produz basidiosporos sobre basídias livres, formadas em camadas de micélio mais adensadas, na superfície dos tecidos do hospedeiro. As basídias são pequenas, possuindo quatro a oito esterígmias. Cada esterígmia dá origem e sustenta um esporo ovóide, hialino e unicelular que é lançado na corrente de ar.



**Fig. 10.12** Ramos de pimenta-do-reino recobertos por uma camada micelial rósea, sintoma característico da rubelose (*Corticium salmonicolor*).

## Epidemiologia

A doença está relacionada com a alta umidade atmosférica. Plantas que apresentam a folhagem densa são mais afetadas pela doença. O patógeno sobrevive como saprófita nos tecidos apodrecidos do hospedeiro. Sob condições de alta umidade, o fungo esporula sendo disseminado principalmente pelo vento. A formação dos basidiosporos ocorre durante o período de umidade relativa acima de 95%, observados principalmente durante a madrugada e, quando ocorrem variações no teor de umidade e da temperatura do ar, os esporos são lançados na corrente aérea.

## Controle

Para prevenir a entrada e a dispersão da doença na área recomenda-se fazer inspeções cuidadosas e regulares nas hastes das plantas a fim de ser detectada a infecção nos estádios iniciais de desenvolvimento. Podar os ramos afetados 15 a 30 cm além do ponto de penetração e eliminar as partes afetadas, selando a porção podada do ramo com pasta de fungicida à base de oxiclureto de cobre, óxido cuproso ou sulfato de cobre. No caso da doença se tornar epidêmica, pulverizar ou pincelar as partes afetadas com fungicidas à base de cobre ( 3 a 5 g/l) ou tridemorph (1 ml/l).

## MOSAICO

Plantas de pimenta-do-reino infectadas por virose foram observadas pela primeira vez em 1963, em Tomé-Açu e em municípios das regiões bragantina e guajarina, e posteriormente na região de Altamira, no Estado do Pará (Caner, 1969; Costa *et al.*, 1970). A doença ocorre ainda nos municípios de Linhares e São Mateus, no Estado do Espírito Santo (Milanez *et al.*, 1987; Fajardo *et al.*, 1995a). Devido causar o enfezamento das plantas, a redução do tamanho das espigas e do número de frutos na espiga, as perdas de produção são altas. O patógeno infecta o pepino, melão, melancia, tomate e outras espécies envolvendo mais de 34 famílias botânicas incluindo as hortaliças e as ornamentais. É provável que em pimenta-do-reino, maracujazeiro e bananeira ocorram estirpes com virulência específica (Fajardo *et al.*, 1995b; Stover, 1972; Carvalho, 1995).

## Sintomas

As folhas das plantas infectadas exibem um mosqueado típico de mosaico com áreas cloróticas de forma variada. Quando a infecção é severa, as folhas são mal formadas tornando-se bastante estreitas e mais espessas do que as normais (Fig. 10.13). Em algumas cultivares como a Kuthiravally, Kottanadan-1 e Iaçará-1 tem sido observada a formação de bolhas no limbo.

As plantas infectadas se apresentam enfezadas, com folhagem esparsa, entrenós curtos e espigas pequenas e falhadas, ocorrendo considerável perda de produção (Fig. 10.14). O sistema radicular também é afetado, apresentando-se menos ramificado que o de plantas saudias e com menor número de radículas. Muitas vezes o mosqueado das folhas e o enfezamento da planta ocorre apenas em uma parte da folhagem, enquanto que a parte restante permanece com aparência sadia.



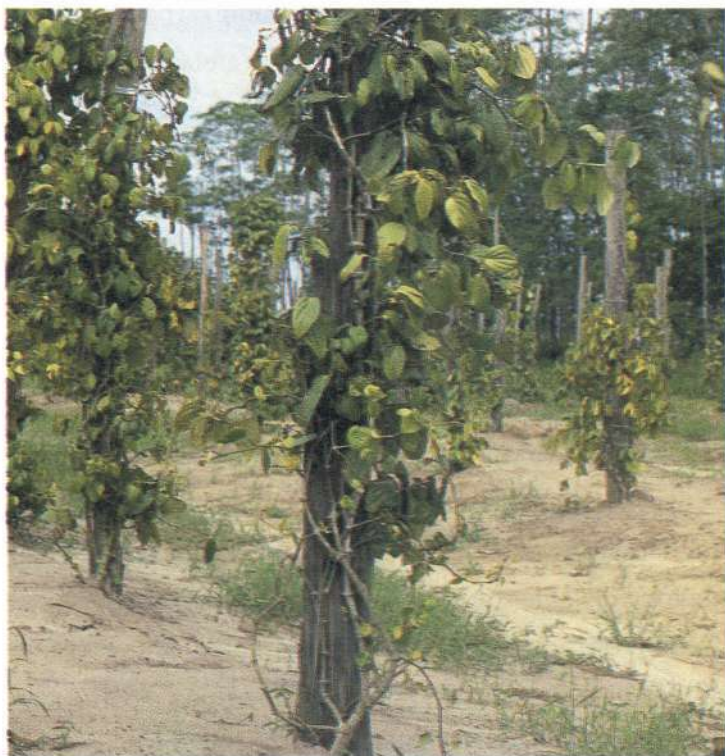
**Fig. 10.13** Folhas exibindo mosqueado típico de mosaico causado pelo vírus do mosaico do pepino em pimenta-do-reino (CMV-Pn).

### **Etiologia**

A doença é causada pelo vírus do mosaico do pepino (CMV). Possui partículas esféricas e é caracterizado por apresentar inúmeras estirpes e uma das maiores variações de hospedeiro entre todos os vírus. A estirpe altamente



virulenta para a pimenta-do-reino foi identificada como CMV-Pn (Maciel-Zambolim *et al.*, 1990). É provável que várias estirpes infectem a pimenta-do-reino, devido à manifestação dos sintomas que variam desde o leve mosqueado até a necrose, seguida de morte das plantas. No campo e no viveiro, o patógeno é transmitido por afídios, principalmente o *Aphis spiricolae* e por estacas infectadas (Costa *et al.*, 1970; Fajardo *et al.*, 1995b). Em casa-de-vegetação, a transmissão tem sido feita por via mecânica e por enxertia (Costa *et al.*, 1970). Em ensaios experimentais, o patógeno foi transmitido para plantas indicadoras como *Nicotiana tabacum* L., cultivar Turkish NN, *N. glutinosa* L., *Vigna sinensis* End. e *Chenopodium murale*, L. O CMV-Pn infecta qualquer parte



**Fig. 10.14** Planta de pimenta-do-reino cv. Kottanadan-1, infectada pelo vírus do mosaico do pepino, estirpe CMV-Pn.

da planta. As folhas novas apresentam maiores concentrações de partículas virais, embora Fajardo *et al.*, (1995a) tenham observado que o vírus não mostra preferência por determinada parte das plantas.

## **Epidemiologia**

É provável que o patógeno sobreviva em plantas hospedeiras, principalmente as que crescem na vegetação espontânea, ao redor da área plantada como *Commelina sp.*, *Solanum jurubeba* e em pimenteiras infectadas, não erradicadas, pois o vírus é transmitido para as pimenteiras sadias por insetos vetores, dentro do pimental. A transmissão ocorre entre as pimenteiras, por meio de espécies de pulgão, comuns nessas cultura ou por pulgões de plantas da vegetação natural que voam para as pimenteiras afetadas e posteriormente para as sadias, após adquirirem o vírus. Em pimentais novos, com grande número de brotações vigorosas, as condições são mais favoráveis à propagação intensa da doença, pois a disponibilidade de tecidos jovens no hospedeiro favorece o aumento da população do vetor e das partículas do vírus.

## **Controle**

A fim de evitar que a virose se estabeleça em novas áreas de cultivo é recomendado o seguinte: a) Proibir o transporte de material vegetativo de locais infestados para áreas ainda livres da doença; b) Fazer novos plantios somente com mudas herbáceas oriundas de plantas sadias; c) Construir os viveiros em locais isolados e distantes de plantios infectados; e, d) Inspeccionar periodicamente as mudas e eliminar aquelas que apresentem alterações na coloração, forma e consistência das folhas.

Quando a doença é detectada no campo, recomenda-se: a) Eliminar as plantas infectadas assim como, todas as folhas e os entrenós infectados; b) Eliminar também, plantas que vegetam na vizinhança do pimental e que apresentem sintomas de virose; e, c) Controlar os insetos vetores com inseticidas sistêmicos

que atuem sobre afídios como malathion, diazinon, dimetoato, pirimicarb e monocrotofós, para evitar a formação de colônias que possam disseminar o vírus para as plantas sadias.

O controle químico do vetor aliado à erradicação imediata das pimenteiras infectadas são práticas eficientes no controle da doença, mesmo que a incidência da doença no pimental seja grande.

Não há registro de cultivares resistentes. Levantamentos realizados na coleção de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental mostraram que os 35 acessos apresentam reação de susceptibilidade, mas, as cultivares Kuthiravally e Kottanadan-1 parecem ser mais susceptíveis que as demais, pois além dos sintomas de mosqueado ainda exibem bolhas nas folhas e descoloração dos tecidos da haste.

## QUEIMA DO FIO

Afeta os pimentais na época chuvosa, causando necrose rápida e queda da folhagem. Na fase aguda, os sintomas externos assemelham-se aos do secamento dos ramos causado por *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*. Pode causar severas perdas de produção, mas raramente provoca a morte das plantas. Além da pimenta-do-reino, a doença já foi constatada em seringueira, guaranazeiro, goiabeira, citrus, batata-doce, cafeeiro, cacaueteiro, mangueira, entre outros.

### Sintomas

A doença inicia a partir de escleródios que permanecem sobre ramos e entre as raízes adventícias. Durante o período mais chuvoso, essas estruturas germinam, dando origem a um aglomerado de hifas, inicialmente branco brilhante e depois pardacento, com a superfície lisa que ao atingir folhas e espigas se ramifica em forma de teia. Na página dorsal da folha, o micélio do fungo se expande do pecíolo, cobrindo toda a superfície da folha. Em consequência, o tecido foliar escurece e seca, adquirindo a consistência de pergaminho. A infec-

ção pode se originar a partir de basidiosporos, os quais causam manchas arredondadas, donde o micélio evolui para causar a queima de todo limbo. As folhas desprendem-se prematuramente dos nós, mas ficam presas por um fio de micélio do fungo (Fig. 10.15). Severas infecções causam a defoliação e morte dos ramos e hastes. Quando o micélio envolve toda a espiga, os frutos apodrecem e caem, ocorrendo perda de produção. Infecções secundárias também ocorrem quando as folhas infectadas se desprendem e aderem às sadias ou às espigas umedecidas pelo orvalho. Em plantas severamente afetadas, os sintomas assemelham-se aos causados pelo secamento dos ramos (*N. haematococca* f. sp. *piperis*).

## **Etiologia**

Esta doença é causada pelo fungo *Koleroga noxia* Donk, sinônimo de *Pellicularia koleroga*, um Basidiomiceto pertencente à ordem *Tulasnellales*, família *Tulasnellaceae*. Na superfície dos ramos, as hifas do fungo agregam-se formando um fio, inicialmente de cor branca e depois pardacenta, que cresce em direção às folhas. As basídias formam-se livremente em basidiocarpos membranosos ou em forma de teia. Os basidiosporos, em número de quatro, são ovóides, hialinos e unicelulares.

## **Epidemiologia**

O fungo sobrevive na forma de escleródios nos ramos e pecíolos. Nos meses em que as condições de umidade e de temperatura são favoráveis, os escleródios germinam e formam o micélio que infecta os órgãos verdes da planta. O fungo se propaga por fragmentos de hifas que são disseminados através do vento e pelo contato de folhas infectadas com as sadias. A falta de esporulação do agente causal, sob condições de campo, é muito comum. Quando esporula, os basidiosporos se desenvolvem nos dias úmidos, durante a madrugada, em que ocorrem temperaturas variando de 18° C a 22° C.

## Controle

Os pimentais devem ser inspecionados regularmente, em particular durante o período mais chuvoso, a fim de se detectar os sintomas iniciais da doença. As folhas e os ramos das plantas infectadas devem ser removidos e queimados (Gonçalves, 1963). Todo o pimental deve ser pulverizado com fungicidas à base de cobre, como a calda Bordaleza a 1%, oxiclreto de cobre, óxido cuproso



**Fig. 10.15** Ramo de pimenta-do-reino com sintomas da queima do fio (*Koleroga noxia*), exibindo folhas necróticas que permanecem presas aos ramos por um fio formado pelo adensamento do micélio do fungo.

(3 a 5g/l) ou tridemorph (1 ml/l). A operação deve ser repetida mais duas vezes, a intervalos semanais. Quando as estruturas do fungo são mais abundantes e crescem bem no interior da folhagem onde o movimento do ar é lento e as folhas se encontram sombreadas, a pulverização da parte interior da planta é essencial

para o sucesso do controle (Theis *et al.*, 1959). Podem ser aplicadas pulverizações preventivas quinzenais ou mensais com fungicidas cúpricos, durante a estação chuvosa, para prevenir a queima do fio e outras doenças como a antracnose e a requeima das folhas e inflorescências

## QUEIMA DA TEIA MICÉLICA

Plantas de pimenta-do-reino mantidas em viveiro ou jardim clonal são afetadas pela queima da teia micélica, doença muito prejudicial ao feijoeiro, principalmente nas áreas produtoras de Altamira, Monte Alegre e Alenquer. Os sintomas são semelhantes aos causados pela queima do fio, da qual se diferencia por afetar as plantas em reboleiras e por não formar fios de micélio nos quais as folhas secas ficam presas aos ramos. A doença tem sido observada afetando pimenta-do-reino somente na região amazônica. O fungo, seja no estágio perfeito ou imperfeito, infecta inúmeros hospedeiros pertencentes a diferentes grupos botânicos. Na Amazônia, além da pimenta-do-reino são incluídos entre os hospedeiros, o guaranazeiro, a laranjeira, a seringueira, o feijoeiro, o caupi, a ervilha, a *Pueraria phaseoloides*, a *Centrosema pubescens* e a *Canavalia ensiforme*. Entre as ervas invasoras destaca-se a *Commelina* sp. (maria-mole ou trapoeba).

### Sintomas

Quando iniciam a partir de basidiosporos ou esclerócios, as lesões são diminutas, com tonalidade parda e envolvidas por um halo de cor púrpura a marrom escuro. Nos períodos em que a temperatura e a umidade são altas, as lesões evoluem, causando a necrose de parte ou de toda a folha. Sobre a epiderme dorsal das folhas, surgem as hifas que se entrelaçam formando um emaranhado semelhante a uma teia fina. Das hifas saem os haustórios que penetram nas células e retiram as substâncias nutritivas, ocasionando a queima e a necrose das áreas infectadas (Fig. 10.16). Quando as folhas secas se desprendem, ficam aderidas às folhas sadias pela ação da chuva e do orvalho, iniciando novas infecções. O

micélio pode se desenvolver sobre a casca do caule, produzindo um aglomerado pouco denso de hifas. Nas hastes jovens provoca lesões e queima dos tecidos. Ao atingir as inflorescências e espigas, causa a queima e a queda de flores e frutos. O adensamento do micélio origina os esclerócios pequenos e de cor marrom sobre os tecidos afetados. Sob condições climáticas favoráveis formam também basídias e basidiosporos.

## **Etiologia**

O fungo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, (anamórfico *Rhizoctonia solani* Kuhn), Basidiomiceto da ordem *Tulasnellales*, família *Corticaceae* é o agente causal da doença. Sobre a epiderme dos ramos e da face dorsal das folhas, o patógeno forma hifas finas que se entrelaçam assemelhando-se à teia de aranha. Essas hifas se agregam para formar esclerócios e o himênio sobre o qual se desenvolvem basídias com dois esterígmas e dois basidiosporos ovóides, hialinos e unicelulares. O estágio anamórfico, classificado como *R. solani*, é um Deuteromiceto incluído no grupo Micelia Sterilia por produzir apenas estruturas reprodutivas de origem assexuada denominadas escleródios. Esses escleródios são pequenos, de forma irregular e de coloração marrom-escuro que se formam sobre folhas e ramos infectados.

## **Epidemiologia**

As infecções surgem no decorrer da estação mais chuvosa, quando a temperatura varia de 18° C a 22° C por quatro a seis horas e a umidade relativa do ar ultrapassa a 95%. Essas condições ocorrem durante a madrugada e favorecem não só a produção de basidiosporos como de escleródios. Os escleródios, assim como os basidiosporos, são disseminados pelo vento e respingos de chuvas. Nas plantações, o contato de folhas infectadas com as sadias contribuem para a dispersão da doença na área e além disso, pequenos animais que habitam no interior da folhagem das pimenteiros e o homem, através

das práticas culturais, disseminam facilmente os escleródios de plantas infectadas para as sadias.

O patógeno sobrevive nos ramos e folhagem, bem como, em hospedeiros nativos que crescem nas áreas adjacentes aos pimentais. O fungo é polífago infectando, indistintamente as cultivares de pimenta-do-reino exploradas comercialmente na Amazônia.



**Fig. 10.16** Folhas de pimenta-do-reino com diferentes graus de sintomas da queima da teia micélica causada por *Thanatephorus cucumeris*.



## Controle

Um calendário de aplicação de fungicidas deve ser estabelecido tanto no viveiro quanto no campo, a fim de manter a doença sob controle. Logo que surgirem as primeiras plantas doentes, pulverizações com fungicidas cúpricos em formulações mistas com mancozeb (3 a 5 g/l) reduzem a incidência da doença. Fungicida à base de iprodione vem sendo usado com sucesso em pulverizações preventivas, pois reduzem os danos causados pela doença. O controle curativo também pode ser feito com aplicações de pencycuron, que é eficiente em prevenir ou estacionar o processo infectivo. Isolamentos de *T. cucumeris* oriundos de pimenta-do-reino são menos sensíveis aos fungicidas cúpricos do que isolamentos obtidos da seringueira (Gasparotto & Ferreira, 1989).

## ANTRACNOSE

A doença ocorre na maioria dos pimentais da Amazônia e está associada principalmente à deficiência de potássio quando há um mal balanceamento dos teores de cálcio e de magnésio nas plantas. É detectada com frequência durante o pré-enraizamento e no viveiro onde provoca severos prejuízos. O agente causal é polífago, possuindo uma gama ampla de hospedeiros pertencentes às mais diferentes famílias botânicas. Infecta várias culturas de importância econômica, causando perdas no campo e durante a comercialização e armazenamento, principalmente de frutos e hortaliças. Na Amazônia já foram registrados como hospedeiros, a seringueira, o citrus, o mamoeiro, o abacateiro, a gravioleira, a fruta de conde, o biribazeiro, o cajueiro, a bananeira e a mangueira. Infecta ainda várias plantas pertencentes às famílias das Leguminosae, Lecitidaceae e Lauraceae.

## Sintomas

Em mudas herbáceas formadas a partir de estacas de um nó e mantidas em ambiente com deficiência de luminosidade e de ventilação, o patógeno pode causar a queima rápida dos tecidos e a conseqüente queda da folha e morte da estaca. No viveiro, mudas infectadas apresentam manchas de cor negra dispersas

pelo limbo (Fig. 10.17). Quando o ataque é intenso, pode provocar a queda total das folhas. No campo, o fungo se comporta como invasor secundário de lesões resultantes da deficiência de potássio, evidenciada pela queima do ápice foliar. A partir dessas lesões, o fungo penetra nos tecidos aumentando a área necrosada, a qual exibe zonas concêntricas resultantes do fluxo de crescimento do fungo (Fig. 10.18). As lesões podem surgir também a partir das bordas foliares e próximas do pecíolo, resultando na queda das folhas. Quando há um mal balanceamento dos suprimentos de cálcio e de magnésio, o fungo provoca manchas escuras, encharcadas, semelhantes às causadas por bactérias. Nas folhas jovens, a deficiência de cálcio causa a queima das bordas e do ápice, facilitando a penetração do fungo. O patógeno pode infectar a base do pedúnculo da inflorescência e causar a queima das espigas durante a formação dos frutos. Nas espigas surgem ainda, lesões escuras, rachaduras e queda dos frutos (Fig. 10.12). Infecções nas inflorescências e nos frutos podem reduzir sensivelmente a produção. É freqüente a presença do patógeno em lesões nas folhas e nos frutos causadas pela alga *Cephaleuros virescens*.

## Etiologia

O agente causal da doença é o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., teleomórfico *Glomerella cingulata*, (Stonem.) Spauld & Schenk. É um fungo imperfeito da classe dos Deuteromicetos, ordem *Sphaeropsidales*, família *Sphaeropsidaceae*. Apresenta conídios cilíndricos, asseptados, hialinos, produzidos em acérvulos formados em tecidos foliares necrosados. No tecido do hospedeiro, as setas surgem na periferia da frutificação. A massa de esporos rosada se acumula na parte central do acérvulo, semelhante a um exsudato. Em meio de cultura, os esporos formam uma massa gelatinosa de coloração salmão rodeadas por setas negras, órgãos estéreis sem função definida e dispersas no micélio. A forma perfeita, *G. cingulata*, nunca foi observada em plantas infectadas, nem mesmo em culturas de laboratório, nos trabalhos desenvolvidos a partir de isolamentos obtidos de pimenta-do-reino.



**Fig. 10.17** Manchas negras encharcadas, sintoma característico da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mudas herbáceas de pimenta-do-reino, no viveiro.

## Epidemiologia

Embora a doença seja freqüente em pimentais brasileiros, não têm sido observada epidemias como ocorre na Malásia. No viveiro, a doença é mais severa durante a estação chuvosa, porém, quando a planta atinge a maturidade, os sintomas surgem no final da estação chuvosa (temperatura do ar de 28 °C a 32 °C e a umidade em torno de 80%), que corresponde à época de formação das espigas. A translocação de nutrientes para a formação dos frutos, principalmente de potássio, resulta na queima do ápice foliar, através da qual o fungo invade o tecido foliar causando necrose extensa. Pimentais instalados em solos com baixos teores de cálcio e de magnésio são freqüentemente afetados pela antracnose. A infecções são caracterizadas por lesões foliares escuras e queda prematura de folhas. No viveiro, a deficiência de aeração, luminosidade

inferior a 50% e temperatura elevada entre 28 °C e 32 °C por longo período, são fatores ambientais mais favoráveis à doença.

O fungo sobrevive como saprófita em folhas secas, em hastes e ramos mortos e em outros hospedeiros cultivados ou da vegetação espontânea, sobre os quais esporula. A severidade da doença está relacionada com a umidade relativa do ar.

### Controle

Para garantir a sanidade das mudas recomenda-se: a) Tratar as estacas herbáceas com benomyl (1 g/l, por 30 minutos); b) Utilizar solo novo, tratado quimicamente, solarizado ou esterilizado a vapor seco ou úmido, como substrato dos sacos de plástico; c) Durante o preparo do solo, misturar fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, calcário dolomítico e micronutrientes, antes



**Fig. 10.18** Folhas de pimenta-do-reino com sintomas de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) associados à queima do ápice foliar causada por deficiência de potássio.

do tratamento; d) Proteger as estacas no propagador e as mudas no viveiro, dos raios solares e de ventilação forte por cinco a sete dias; e) Manter as mudas em viveiros construídos em locais arejados, com temperatura variando de 25 °C a 28 °C e com luminosidade de 50% a 60%; e, (f) Pulverizar as mudas com solução aquosa da mistura dos fungicidas oxiclreto de cobre e mancozeb (3 a 5g/l) alternados com benomyl ou tiofanato metílico (1 g/l).

Devido à ocorrência da antracnose no campo estar relacionada com o estado nutricional, usar adubação balanceada de acordo com as exigências da planta. Caso a doença atinja um nível elevado, pulverizar as plantas com os mesmos produtos recomendados para o viveiro. Não há registro de fontes de resistência na coleção de germoplasma de pimenta-do-reino nem na população nativa de *Piper* spp.

## PODRIDÃO PRETA DOS FRUTOS

É uma doença comum em pimentais da Amazônia, ocorrendo também, nos principais países produtores asiáticos. Os prejuízos mais severos resultam do apodrecimento da casca do fruto. Além de reduzir a produção, deprecia a qualidade da pimenta-do-reino, principalmente a pimenta do tipo preta. Afeta também, o abacateiro, a mangueira, a seringueira, a pimenta-do-reino, os citrus e outras culturas.

### Sintomas

Os sintomas surgem nas folhas, nos ramos e nos frutos. Nas folhas com desenvolvimento intermediário, as manchas pardas são visíveis em ambas as páginas foliares. Nas folhas próximas à maturação, as nervuras descoloridas podem ser vistas embebedas num halo amarelo bem distinto, ao redor das manchas. Quando as folhas mais velhas são afetadas, surgem manchas ligeiramente salientes com tamanho variando de milímetros a centímetros, inicialmente aveludadas, com aspecto ferruginoso, devido às frutificações do patógeno (Fig. 10.19). Essas manchas perdem progressivamente o aspecto aveludado

tornando-se de coloração parda ou esverdeada, com a superfície lisa. As folhas jovens raramente são afetadas. Nos ramos, se desenvolvem lesões pardo-escuras, irregulares, arredondadas ou alongadas, atingindo a camada mais externa dos tecidos, onde podem surgir pequenas rachaduras. O patógeno causa lesões escuras na casca, apodrecimento da polpa dos frutos, redução do tamanho das espigas e queda dos frutos, resultando em perdas de produção.

## **Etiologia**

A doença é causada pela alga *Cephaleuros virescens* Kunze, sinônimo de *Cephaleuros micoydea* Karsten. Pertence à classe das *Clorofíceas*, ordem *Chetoporales*, família *Trentepohliaceae*. É um patógeno intercelular que produz esporangióforos eretos os quais emergem em feixes, de um único ponto. As frutificações apresentam coloração ferruginosa. Os esporos são coloridos e unicelulares.

## **Epidemiologia**

As infecções ocorrem durante o período mais úmido e com temperaturas elevadas, condições que são adequadas ao rompimento da membrana envoltória dos esporângios e ao lançamento dos esporangiósporos nas correntes de ar. Essas condições ocorrem durante o período chuvoso. A doença vem adquirindo importância no Estado do Pará, em áreas sujeitas a longos períodos de estiagem, principalmente no período de precipitação máxima e final da estação chuvosa, quando ocorre formação de neblina.

## **Controle**

Culturas de pimenta-do-reino mantidas com formulações adequadas de fertilizantes e supridas com quantidade suficiente de matéria orgânica, tornam-se menos sensíveis ao processo infectivo do patógeno. Pulverizações com o fungicida benomyl, carbendazin ou tiofanato metílico (1 g/l), alternados com um fungicida protetor como o mancozeb, concorrem para manter a doença sob controle (Kueh, 1976).



**Fig. 10.19** Manchas de coloração ferruginosa e aveludada causadas pela alga *Cephaleuros virescens*.

## PODRIDÃO DAS ESTACAS

Esta doença ocorre nos propagadores, viveiros e no campo, em mudas recém-transplantadas. Nos solos ricos em matéria orgânica, não desinfestados física ou quimicamente, a incidência da doença pode ser severa, chegando a causar perdas de até 50% das estacas. O agente patogênico é um fungo polífago. Afeta vários hospedeiros entre as mais diferentes famílias botânicas. Na Amazônia, tem sido constatado em cucurbitáceas, feijoeiro, caupi, leguminosas forrageiras nativas, entre outras plantas.

## Sintomas

Nas estacas plantadas em solo infestado e quando sob condições de alta umidade, surgem lesões escuras na região que se encontra em contato com o solo, resultando no apodrecimento da estacas. Na superfície das estacas surge uma teia micelial espessa, de aspecto cotonoso, que envolve os tecidos necrosados, resultando na morte das estacas. Sob a teia micelial surgem estruturas arredondadas, inicialmente brancas e envolvidas por gotículas de ácido láctico, depois amarelas e negras, assemelhando-se a sementes ou partículas de solo, denominadas escleródios e são oriundas da aglomeração de hifas do micélio (Fig. 10.20). A doença espalha-se rapidamente nos propagadores e nos viveiros devido à proximidade das estacas ou das mudas produzidas em sacos de plástico, sob condições de elevada umidade ou de sombreamento.

## Etiologia

A doença é causada pelo fungo *Sclerotium rolfsii* Sacc., um fungo que pertence à classe dos Deuteromicetos, ordem *Agonomycetales*. Por não produzir no estágio anamórfico, qualquer tipo de esporo é incluído no grupo denominado Micelia Sterilia, pois só se reproduz através de porções de micélio ou de escleródios originados da agregação de hifas do micélio. Esses escleródios, semelhantes a sementes ou a partículas de solo, inicialmente são brancos, mas depois se tornam pardos. São facilmente destacados do micélio, podendo ser disseminados pela água das chuvas ou de irrigação, animais e pelo homem durante a realização de tratos culturais. Sob condições especiais, cepas desse fungo podem originar esporos do estágio teleomórfico, que é classificado como *Corticium rolfsii*. Nesse estágio, o fungo produz basídias livres com basidiosporos ovóides, hialinos e unicelulares. Normalmente, o estágio teleomórfico de *S. rolfsii* tem sido obtido em meio de cultura, sob condições de laboratório.



## Epidemiologia

Em terra preta enriquecida com matéria orgânica, o fungo sobrevive em latência, na forma de escleródios ou em restos vegetais em decomposição. A alta umidade mantida nos propagadores e no viveiro através da rega diária, a alta umidade relativa e elevada temperatura favorecem a germinação dos escleródios. A produção de gotículas de ácido oxálico auxilia a penetração nos tecidos das estacas. A dispersão do fungo nos propagadores e no viveiro também é favorecida pela proximidade das estacas e pelo sombreamento excessivo utilizado, por vezes, para favorecer o enraizamento.



**Fig. 10.20** Estacas semilenhosas de pimenta-do-reino com sintomas de apodrecimento, mostrando os tecidos necrosados, comuns na formação de escleródios de *Sclerotium rolfsii*.

## Controle

São recomendadas as seguintes medidas de controle: a) Construir os propagadores a 30 cm ou 45 cm acima do nível do solo; b) Usar substrato pobre em matéria orgânica, como a areia de rio ou a casca de arroz carbonizada, para o pré-enraizamento das estacas; c) Quando necessário, tratar o solo preventivamente com um fungicida à base de quintozene; d) O substrato para enchimento dos sacos de plástico para formação das mudas deve ser tratado com quintozene ou esterilizado a vapor úmido ou seco; e) Inspeccionar freqüentemente os propagadores e viveiros, eliminando imediatamente, estacas e mudas infectadas, e os escleródios formados no solo em torno das mudas infectadas; f) Regar o solo de todo o propagador com solução aquosa de quintozene na dose de 5 g/l (5 litros/m<sup>2</sup>); g) Pulverizar as mudas com estes fungicidas; e, h) Manter as inspeções periódicas nos propagadores e viveiros, e caso necessário, repetir o tratamento a intervalo de duas semanas.