



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU
Belém, PA

1º Simpósio do Trópico Úmido

1st Symposium
on the Humid Tropics

1er Simpósio
del Trópico Húmedo

**ANAIS
PROCEEDINGS
ANALES**

Volume IV

Culturas Perenes

Perennial Crops Cultivos Perennes

Departamento de Difusão de Tecnologia
Brasília, DF
1986



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA.
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU
Belém, PA

INTERCÂMBIO

1º Simpósio do Trópico Úmido

**1st Symposium
on the Humid Tropics**

**1er Simpósio
del Trópico Húmedo**

ANAIS PROCEEDINGS ANALES

Belém, PA, 12 a 17 de novembro de 1984

Volume IV

Culturas Perenes

Perennial Crops Cultivos Perennes

Copyright © EMBRAPA - 1986

EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à

EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n

Telefone: 226-6622

Telex (091) 1210

Caixa Postal 48

66000 Belém, PA - Brasil

Tiragem: 1.000 exemplares

Observação

Os trabalhos publicados nestes anais não foram revisados pelo Comitê de Publicações do CPATU, como normalmente se procede para as publicações regulares. Assim sendo, todos os conceitos e opiniões emitidos são de inteira responsabilidade dos autores.

Simpósio do Trópico Úmido, I., Belém, 1984.
Anais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986.
6v. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36)

1. Agricultura - Congresso - Trópico. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA.
II. Título. III. Série.

CDD 630.601

SECAMENTO DOS RAMOS DA PIMENTA-DO-REINO

Maria de Lourdes Reis Duarte¹ e Fernando Carneiro de Albuquerque¹

RESUMO - O secamento dos ramos da pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) causado por *Nectria haematococca* f. sp. *piperis* provoca severas perdas de produção. Encontra-se disseminado nas principais zonas produtoras: nos Estados do Pará, Bahia e Espírito Santo, onde afeta as plantas, inicialmente, pelo sistema radicular, além de causar o apodrecimento dos ramos plagiotrópicos, resultando na destruição do pimental em pouco tempo. Nos Estados do Amazonas, Rondônia, Acre e Território Federal do Amapá tem causado apenas o apodrecimento do sistema radicular. A forma assexuada do fungo descrita como *Fusarium solani* f. sp. *piperis* produz macroconídios hialinos, falcados e septados. Os microconídios são unicelulares. A formação dos clamidosporos é intercalar ou terminal, a partir de hifas ou de modificações de células dos esporos. A forma sexual produz peritécios globosos, vermelhos ou pardos, de superfície rugosa, contendo em seu interior ascos e ascospores bicelulados com constrição no septo. Ambos os estágios se formam nos tecidos apodrecidos do hospedeiro, em condições de umidade elevada. A espécie é heterotática e a maioria dos isolamentos é hermafrodita, embora possam ser encontradas formas femininas e neutras. O macroconídio só possui um fator de compatibilidade heterotática, convencionalmente chamado (-). O fungo, que é um habitante do solo, penetra nas raízes da pimenta-do-reino através de ferimentos causados principalmente pelo nematóide *Meloidogyne incognita*. Na parte aérea, penetra na região dos nós, de onde se distribui no sentido vertical. A disseminação se dá por estacas contaminadas, pelo vento, por contato de raízes doentes e sadias, água de superfície, ferramentas agrícolas e pelo homem, durante as operações de capina e colheita. A infecção ocorre no período mais chuvoso, mas, o progresso da doença, no campo, é mais evidente durante o período menos chuvoso. Existem pelo menos três tipos fisiológicos do fungo na população de pimenteiros. Medidas de controle envolvendo práticas culturais, uso de fungicidas e cultivares resistentes são recomendadas.

Termos para indexação: Pimenta-do-reino, *Piper nigrum*, doença fúngica, resistência, controle químico, *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*.

THE BLACK PEPPER STEM BLIGHT

ABSTRACT - The black pepper stem blight caused by *Nectria haematococca* f. sp. *piperis* causes severe losses of production. It is spreading in the main production areas in the states of Pará, Bahia and Espírito Santo. The fungus may penetrate plant tissues through the roots and stems destroying crops in a short time. In the states of Amazonas, and Rondonia and Federal Territory of Amapá it causes root rotting only. The asexual stage described as *Fusarium solani* f. sp. *piperis* forms septate, hyaline, fusoid microconidia. The microconidia are unicellular. The origin of the chlamidospores is terminal on short lateral branches or intercalar. The sexual stage form irregular, globose, red or brown perithecia and appears gelatinous with a rough outer wall, having bicelulate inside asci and ascospores slightly constricted at the single central septum. Both stages are formed on the host tissues when the relative humidity or environmental moisture are high. This species is heterotalic and most of them are hermafrodite although female and neutral strains may be found. The fungus is also associated with wounds and attacks hosts weakened by unfavourable conditions or following nematode (mainly *Meloidogyne incognita*) damage. In aerial parts of the plant it can penetrate through the nodes and colonize all host inner tissues. The pathogen dissemination is made by infected stalks, wind, contact between healthy and infected roots, man, and during harvest. Infection occurs in the rainy season but the disease progress, in field, is more evident in the dry season. There are at least three physiological strains. Control measures involving cultural practices, fungicide spraying and resistant varieties are recommended.

Index terms: Black pepper, *Piper nigrum*, fungi disease, resistance, chemical control, *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*.

¹ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA-CPATU, Caixa Postal 48, CEP 66000 Belém, PA.

INTRODUÇÃO

O secamento dos ramos é a doença mais séria da pimenta-do-reino, constituindo-se no principal fator limitante do aumento da produção e produtividade da pipericultura nacional. Ocorre epidemicamente no Brasil (Albuquerque 1961, 1964, Albuquerque & Duarte 1972a, b), desconhecendo-se sua incidência em outros países produtores localizados no hemisfério oriental. Uma doença denominada murcha lenta que tem sido relatada na Índia (Nambiar & Sarma 1972) apresenta sintomas semelhantes aos causados por *Fusarium solani* f. sp. *piperis* quando infecta a pimenta-do-reino através do sistema radicular. Em material vegetal doente, os autores isolaram *Fusarium* sp., *Rhizoctonia bataticola*, *Diplodia* sp., além de observarem, também, a presença dos nematóides *Meloidogyne incognita* e *Radopholus similis* (Bavappa Ahamed (s.d.), Kumar et al. (1971), entretanto, os autores não conseguiram induzir sintomas de murchamento quando inocularam *Fusarium* sp. nos tecidos da pimenta-do-reino.

Muitos trabalhos já foram realizados ou se encontram em andamento, cujo objetivo principal é o controle da doença, entretanto, muitas fases do ciclo de vida do fungo e a influência de alguns fatores ambientais, onde as medidas de controle poderiam atuar de modo mais eficaz, ainda são desconhecidas.

Neste trabalho, apresenta-se uma revisão da literatura existente no Brasil sobre a podridão das raízes e secamento dos ramos cuja finalidade é servir de base para novas pesquisas que busquem solucionar os problemas sanitários da cultura.

O HOSPEDEIRO

Piper nigrum L. é nativa de Malabar, costa oeste da Índia. Ocorre espontaneamente nas colinas de Assam e no norte de Burma, onde acredita-se que tenha sido introduzida. Foi a primeira especiaria oriental a ser introduzida na Europa, através de rotas marítimas e terrestres. A rota marítima mais antiga compreende do Golfo Pérsico ao Charan, ao longo da costa da Arábia ao Aden e através do Mar Vermelho até o Egito.

Durante o Império Romano, a pimenta se estabeleceu como um artigo de comércio

e na Idade Média assumiu grande importância na Europa. Foi usada para tornar mais agradável alimentos repulsivos e como preservativo de carnes. (Purseglove et al. 1981). Da Índia, foi levada para outras regiões tropicais do mundo. Foi introduzida no Brasil pelos portugueses, no período colonial, mas, devido ao pouco conhecimento sobre a tecnologia de produção e à cultivar inadequada, a pimenta-do-reino não se estabeleceu como cultura industrial. Somente em 1933, com a introdução da cultivar Cingapura pelos imigrantes japoneses, a pipericultura foi-se expandindo a partir do município de Tomé-Açu para outras localidades, e em 1956, o Brasil alcançou a auto-suficiência do produto (Albuquerque 1980).

Os principais produtores do mundo são Índia, Indonésia, Malásia e Brasil, todos produzindo mais de 20.000 toneladas anuais. O principal produtor brasileiro é o Estado do Pará, que detém 95% do total produzido.

O PATÓGENO

Não se sabe precisar com segurança em que ano surgiram as primeiras pimenteiras infectadas pelo fungo e, segundo Albuquerque (1961) é provável que tenha surgido logo após a introdução do cultivo racional da pimenta-do-reino em nossa região, em 1933. Os registros oficiais informam que a ocorrência do patógeno se deu pela primeira vez, nos municípios de Santa Izabel, estrada de ferro de Bragança e ao longo da rodovia Tomé-Açu, Acará, em 1960.

Nos estudos morfológicos e fisiológicos realizados, Albuquerque (1961) identificou o patógeno como *Fusarium solani* f. sp. *piperis*, cujo estágio perfeito era desconhecido. Estudando as características morfológicas e sua patogenicidade à pimenta-do-reino, Albuquerque (1976) denominou o fungo de *Fusarium solani* f. sp. *piperis*. A formação de peritécios vermelhos sobre os tecidos infectados de pimenta-do-reino só foi observada em 1973. A espécie inicialmente denominada *Hypomyces solani* foi classificada posteriormente como *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*.

Na Índia, Indonésia e Malásia só ocorre a doença denominada podridão do pé causada por *Phytophthora palmivora*, daí surgirem dúvidas se a doença que ocorria no

Brasil era causada por *F. solani* f. sp. *piperis* ou *P. palmivora*. Holliday, (1965) em visita ao Brasil, encontrou plantas de pimenta-do-reino infectadas por *P. palmivora* nas plantações da Companhia Guamá Agroindustrial-Pirelli e generalizou que a doença no Brasil era causada por *P. palmivora*, e, segundo o autor, erroneamente atribuída por Albuquerque (1961, 1964) como sendo causada por *F. solani* f. sp. *piperis*. Ram (1979) também levantou dúvidas sobre a patogenicidade de *F. solani* f. sp. *piperis* em pimenta-do-reino no sul do Estado da Bahia, mas, posteriormente Oliveira & Pereira (1983) estudando a importância patológica de *F. solani* f. sp. *piperis* e *P. palmivora*, constataram a prevalência do *Fusarium* (79,8%) seguida da associação conjunta dos dois fungos (10,3%) e/ou *P. capsici* (9,4%). Os autores concluíram que a podridão das raízes da pimenta-do-reino causada por *F. solani* f. sp. *piperis* é a doença mais importante da cultura no sul do Estado da Bahia, concordando com as assertivas de Albuquerque (1961, 1964, 1976a, 1980) e Fukutomi et al. (1981c).

MORFOLOGIA

Nectria haematococca f. sp. *piperis*. Estágio conidial: *Fusarium solani* f. sp. *piperis* Hospedeiro: *Piper nigrum* Linn.

O estágio perfeito do fungo foi descrito por Albuquerque (1976a). Em *N. haematococca*, os primórdios de peritécios se originam de hifas laterais, septadas, com extremidades espiraladas. Na época da fertilização, apresentam-se de cor avermelhada, globosos, medindo 28-43 micra de diâmetro. Os peritécios são irregularmente globosos, vermelhos inicialmente e posteriormente pardo claros, isolados ou gregários, com aspecto gelatinoso e superfície externa rugosa. Os ascos são cilíndricos, medindo 63-72 x 7-10 micra, depois se tornam clavados com ápice arredondado com um poro. Originalmente os ascosporos são monósticos, tornando-se dísticos, elipsóides ou obovóides, hialinos ou pardos, com constrição no septo transversal e estrias longitudinais. Em meio de cultura, após a liberação dos ascosporos, estes formam uma massa gelatinosa esbranquiçada em torno do ostíolo e que depois se torna pardacenta.

A forma imperfeita *Fusarium solani* f.

sp. *piperis* possui microconídios hialinos, unicelulares, elíticos ou alantóides, agrupados em cabeça (Albuquerque 1961). Os microconídios apresentam tamanhos diferentes. Albuquerque (1961), quando descreveu o fungo, isolado a partir de tecidos radiculares infectados encontrou macroconídios com dimensões de 32 - 72 x 4 micra, falcados, hialinos com três a cinco septos. Nos estudos morfológicos realizados com cepas isoladas de ramos infectados, o autor encontrou macroconídios que mediram em média 36-61 x 4-6 micra, hialinos, falcados com três a seis septos (Albuquerque 1976a). Fukutomi et al. (1981a) estudando a taxonomia de *F. solani* f. sp. *piperis* denominaram-no de tipo B, de acordo com as características descritas, mas, trata-se do mesmo patógeno, pois as variações nas dimensões dos macroconídios não justificam a denominação de tipos dentro da espécie. Os conidióforos também apresentam tamanho variado. Nos tecidos do hospedeiro formam-se em esporodóquios, mas em meio de cultura podem ser retos, ramificados ou não. Os clamidosporos são unicelulares, podendo ser intercalados ou terminais. Formam-se de modificações de células do micélio ou dos esporos. Quando isolados apresentam uma a duas células, hialinos e de parede espessa, medem 9-11 x 8-10 micra (Albuquerque 1961, 1976a). A espécie é heterotática e a formação dos peritécios depende de dois tipos de heterotalismo. O que tem relação com a sexualidade (Baker 1956, Snyder & Hansen 1954) e o que está ligado a fatores de compatibilidade heterotática (+) e (-) ou (A) e (a), fenômeno já observado em outras espécies do gênero (Hansen & Snyder 1943, Snyder & Hansen 1954). Os estudos realizados por Albuquerque & Ferraz (1976b) mostraram que a maioria dos isolamentos de *N. haematococca* f. sp. *piperis* foi do tipo hermafrodita, e, embora tenham sido encontrados somente isolamentos hermafroditas masculinos e hermafroditas portadores de locus Stp, é provável que ocorram os tipos feminino e neutro. Os macroconídios do fungo só possuem um fator de compatibilidade heterotática convencionalmente determinado por (-) (Albuquerque & Duarte 1977b).

Distribuição e hospedeiros

O secamento dos ramos surgiu pela

primeira vez em Breu em 1962 localidade do município de Tomé-Açu e se disseminou para Boa Vista em 1965 e para Mariquita em 1967. Na localidade Mariquita causou severos danos, por isso a doença foi chamada inicialmente de mal de Mariquita (Albuquerque 1972a). Estudando a ocorrência atual da doença na Amazônia, Fukutomi et al. (1981d) concluíram que a doença se espalhou a uma velocidade de $5,0 \text{ km} \pm 3,7 \text{ km}$ ao ano em direção ao centro de Tomé-Açu e que a correlação $+0,817$ entre a distância de Breu e os anos iniciais de ocorrência mostra que o secamento dos ramos é uma epidemia.

A formação de novos pimentais com estacas provenientes de áreas contaminadas favoreceu a disseminação do fungo à longa distância, na forma de micélio dormente nos tecidos de estacas semilenhosas (Duarte & Albuquerque 1980, Fukutomi et al. 1981e). Hoje, a doença encontra-se disseminada nos Estados do Pará, Bahia, Espírito Santo e Maranhão. No Estado do Amazonas, Rondônia, Acre e Paraíba, o fungo tem sido observado afetando apenas o sistema radicular.

F. solani f. sp. *piperis* é conhecido como patógeno apenas de diferentes cultivares de *Piper nigrum* embora Fukutomi (dados não publicados) tenha obtido resultados positivos quando inoculou artificialmente plântulas da espécie *Peperomia pelucida* (erva-de-jabutí). As espécies *P. colubrinum*, *P. hirsutum*, *P. aduncum* e *P. attenuatum* não são hospedeiras do patógeno.

Sintomas

Os sintomas externos e internos já foram descritos por Albuquerque (1961, 1964, 1980), Albuquerque & Duarte (1972) e Fukutomi et al. (1981b). Distinguem-se dois quadros sintomatológicos, pois a infecção pode iniciar a partir do sistema radicular ou a partir da folhagem. Quando inicia no sistema radicular, as folhas perdem a turgescência, tornam-se amareladas, flácidas e caem prematuramente. Os entrenós ficam amarelos e se desprendem dos nós uns após outros, ficando a planta com a folhagem esparsa, até que seca totalmente. O exame do sistema radicular destas plantas mostra a ausência de radículas, raízes secundárias e terciárias apodrecidas e muitas vezes esta podridão pode atingir a base da planta des-

truindo parcialmente seus tecidos. As pimentas afetadas quase não emitem brotações e se estas aparecem são fracas e apresentam um desenvolvimento lento, tornando-se estacionário pouco tempo depois. (Albuquerque 1961).

Quando o fungo penetra na folhagem da planta, nota-se em pimenteira vigorosa, de coloração verde intensa, um ou dois ramos amarelados. Examinando-se os ramos de crescimento de onde saem os ramos plagiotrópicos amarelados, nota-se em volta, de pelo menos um nó, uma lesão escura que evolui rapidamente no sentido dos tecidos mais jovens. Estes sintomas podem permanecer estacionários ou progredir rapidamente resultando no secamento de vários ramos de um lado da planta ou de todo o caule (Albuquerque & Duarte 1972a, 1972b, 1977a). No estágio final do desenvolvimento da doença, pode surgir uma exsudação negra brilhante, semelhante ao piche, nas partes lenhosas do caule, situadas entre o solo e os primeiros ramos de frutificação (Albuquerque & Duarte 1977a) (Fig. 1).

Fukutomi et al. (1981b), estudando a relação existente entre os sintomas causados nos tecidos radiculares e ramos e a distribuição dos tecidos degenerados, distinguíram quatro tipos de sintomas:

A — Podridão das raízes

Tipo 1 — Amarelecimento — murchamento — podridão de raízes na área típica das raízes laterais e principal.

Tipo 2 — Amarelecimento — murchamento, escurecimento, defoliação e queda de ramos, frutos — ramos principais sob o solo apodrecidos em parte ou ampla porção. Este é o estado avançado do Tipo 1.

B — Secamento dos ramos

Tipo 3 — Porção média dos ramos principal ou lateral infectada pelo patógeno e os ramos acima da porção infectada tornam-se verde-escuro a marrom, murcham e morrem. Quando os ramos laterais são infectados, os sintomas se desenvolvem para baixo, o fungo invade o interior dos tecidos na haste principal, apodrece a porção e toda ela murcha e morre. Neste caso os ramos mortos ficam murchos de cor verde-escuro e não aparece o murchamento-amarelecimento.

Tipo 4 — (complexo) — Neste aparecem

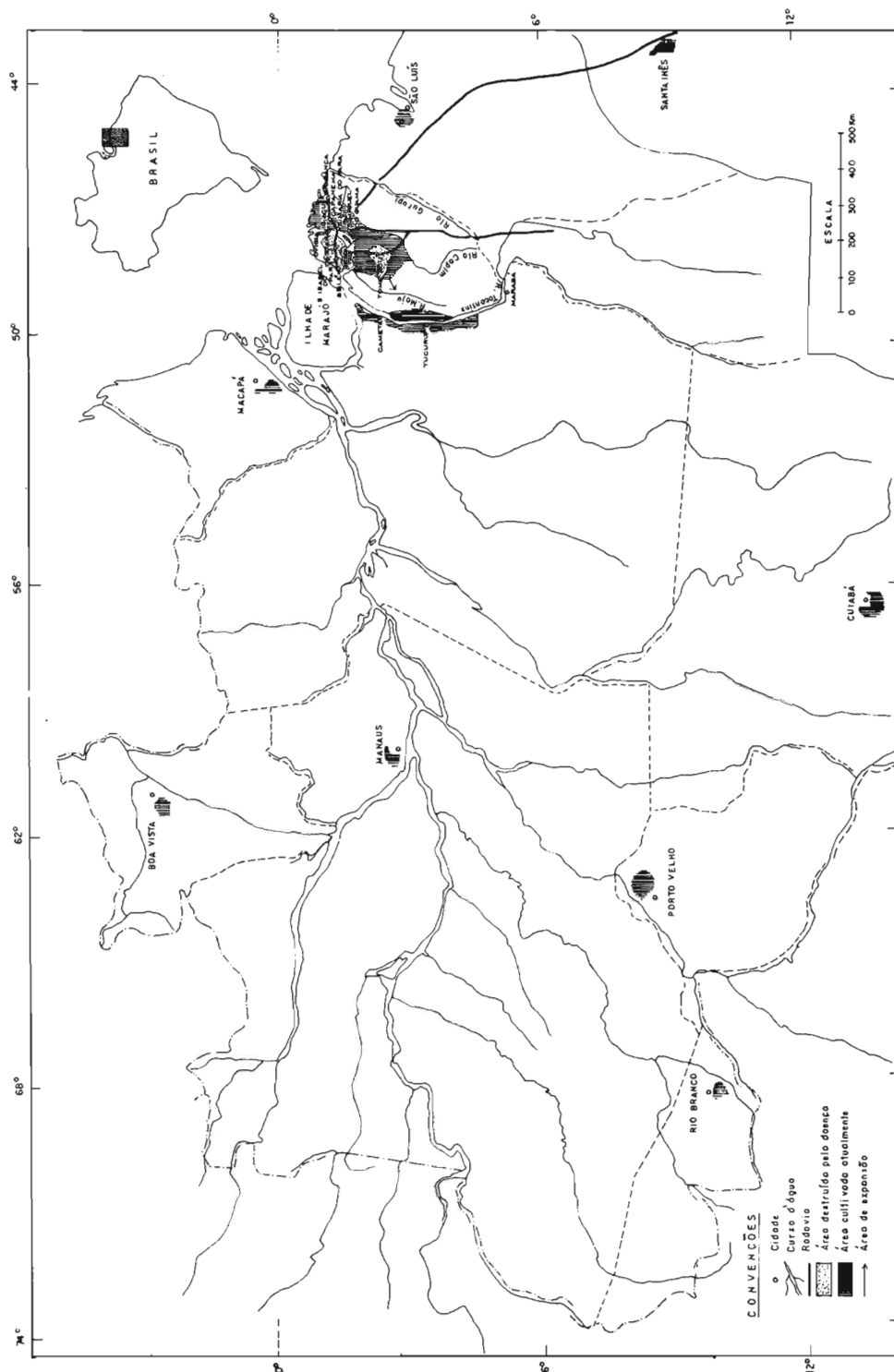


FIG. 1. Área de dispersão do secamento dos ramos de pimenta-do-reino.

ambos sintomas dos tipos A e B. Entretanto, os tecidos entre os ramos doentes e raízes doentes e abaixo do caule estão saudáveis. Há caso em que a planta é afetada simultaneamente no sistema radicular e parte aérea.

Fazendo estudos histológicos em ramos inoculados e em raízes infectadas, Albuquerque (1961) observou que os vasos lenhosos ficam invadidos pelas hifas do fungo, assim como os vasos resinosos. Só mais tarde é que o tecido parenquimatoso é atingido. Posteriormente, Fukutomi et al. (1981a), fazendo cortes em tecidos de ramos e raízes de plantas infectadas e à luz de um microscópio de varredura (Scanning and Transmission electron microscope), notaram que *F. solani* f. sp. *piperis* se distribui nos vasos e células do parênquima e que as células dos vasos dos tecidos doentes ficam escurecidas e são bloqueadas completamente por um tecido gelatinoso. O murchamento e secamento dos ramos e das folhas é consequência da obstrução do suprimento de água e nutrientes.

CICLO DA VIDA

Germinação de macroconídios e ascósporos e formação de peritécios

Macroconídios de *F. solani* f. sp. *piperis* têm seu processo germinativo influenciado pelos constituintes do meio de cultura usado. Duarte & Albuquerque (1975) observaram que em placas de Petri mantidas à temperatura ambiente ($28 \pm 2^{\circ}\text{C}$) e contendo diferentes meios de cultura, macroconídios iniciam a germinação quinze minutos após a semeadura em meio de cultura BDA + Peptona (batata-dextrose-agar + peptona); 40 minutos em meio Sabouraud; duas horas sobre BDA (batata-dextrose-agar); uma hora sobre o meio de Richard; duas horas e quinze minutos sobre MDA (farinha de milho-dextrose-agar) e cinco horas e 30 minutos sobre MA (farinha de milho-agar). Em água destilada, os conídios germinaram três horas após a colocação de lâminas contendo esporos em câmaras de crescimento a 24°C . Ascósporos nas mesmas condições iniciam a germinação seis horas após, quando atingem apenas 10% de germinação. O índice de germinação de 80% só é atingido 48 horas após.

A formação de peritécios é influenciada tanto pela luz natural como a artificial. Em cultivos mantidos no escuro não se for-

mam peritécios (Albuquerque 1976a). A temperatura ótima para produção de peritécios está próximo de 24°C . A elevação da temperatura de 24°C para 26°C reduz a produção de peritécios em 60% e a elevação da temperatura de 20°C para 24°C aumenta a produção de peritécios em 53% (Albuquerque 1976a).

Infecção e crescimento "in vivo"

Albuquerque (1961) observou que em ambiente úmido, massas de conídio formam-se sobre os tecidos lesados, na raiz e parte inferior do caule. Daí, os esporos são arrastados pela água para os órgãos saudáveis de outras pimenteiras. As folhas e entrenós que caem ao solo podem ser infectados pelo fungo e constituirão novas fontes de infecção. Em contato com as raízes, os esporos germinam e o período entre a inoculação e o aparecimento dos primeiros sintomas vai de quinze a 30 dias. A penetração do micélio se dá diretamente através da epiderme ou por ferimentos, principalmente causados por *M. incognita*. Ao atingir os tecidos, as hifas penetram nas células dos vasos lenhosos que ficam obstruídos pelas estruturas do fungo. Logo o patógeno atinge os tecidos adjacentes aos tecidos condutores causando a necrose rápida de seus elementos.

Na parte aérea, a infecção pode se iniciar através da germinação e penetração de esporos vindo de plantações doentes adjacentes, trazidos pelo vento ou a partir do desenvolvimento de micélio latente contido nos tecidos de pimenteiras, dentro do pimental. Se a infecção é externa, os esporos ao germinarem penetram nos tecidos do nó estendendo-se para cima e para baixo dos entrenós (Fukutomi 1981b, Albuquerque & Duarte 1972a, 1972b). Quando a infecção é interna, o micélio que se encontrava dormente nos tecidos das estacas entra em fase ativa e inicia a colonização e degradação das células dos vasos condutores e tecidos adjacentes. A colonização se dá tanto em direção ao ápice como à base da planta. Segundo Fukutomi et al. (1981a), nesta fase forma-se uma substância gelatinosa que causa o entupimento dos vasos, impedindo a livre circulação de água e sais minerais. Em ambos os casos, os ramos plagiotrópicos contíguos à porção do ramo central infectado amarelecem, mur-

cham e secam rapidamente. As folhas e os entrenós caem e sobre as lesões nas hastes formam-se esporos que ao serem disseminados pelo vento, ferramentas agrícolas ou pelo próprio operário rural durante os trabalhos de colheita, iniciam as infecções secundárias.

As infecções, tanto no sistema radicular como na parte aérea, ocorrem durante o período mais chuvoso (dezembro a maio), mas, neste período, as plantas apresentam-se com a folhagem verde normal sem nenhum sintoma aparente. Entretanto, no período menos chuvoso (junho a novembro) o número de plantas infectadas aumenta progressivamente. Na fase final da doença, quando os tecidos estão totalmente apodrecidos, é comum se observar grande número de peritécios coloridos ao lado de esporodóquios esbranquiçados, característicos de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis* (Fig. 2).

Dispersão dos macroconídios

Os macroconídios são relativamente grandes e se formam durante a fase saprofítica do patógeno, sobre os tecidos apodrecidos das pimenteiras.

Duarte et al. (1981) iniciaram um estudo a nível de campo com o objetivo de confirmar a disseminação aérea do patógeno. Para isso instalaram em um pimental, localizado no município de Igarapé-Açu, Pará, armadilhas simples constituídas de lâminas de vidro com superfície coberta com adesivo especial denominadas vertical e horizontal segundo a posição das lâminas. Através de contagens diárias do número de esporos presentes nas lâminas, concluíram que os esporos são disseminados pelo vento, pois conseguiram capturar esporos até à altura de três metros e que a captura de maior número de esporos nas armadilhas horizontais indicou que provavelmente os esporos ao absorverem umidade tornam-se mais pesados, caindo sobre as plantas. Este estudo, entretanto, ainda carece de complementação de informações, tais como: curva de dispersão dos esporos, período de maior concentração de esporos no ar e efeito da direção do vento na dispersão.

Raças fisiológicas

Há evidência de variação na patogenicidade entre a população natural do fungo e

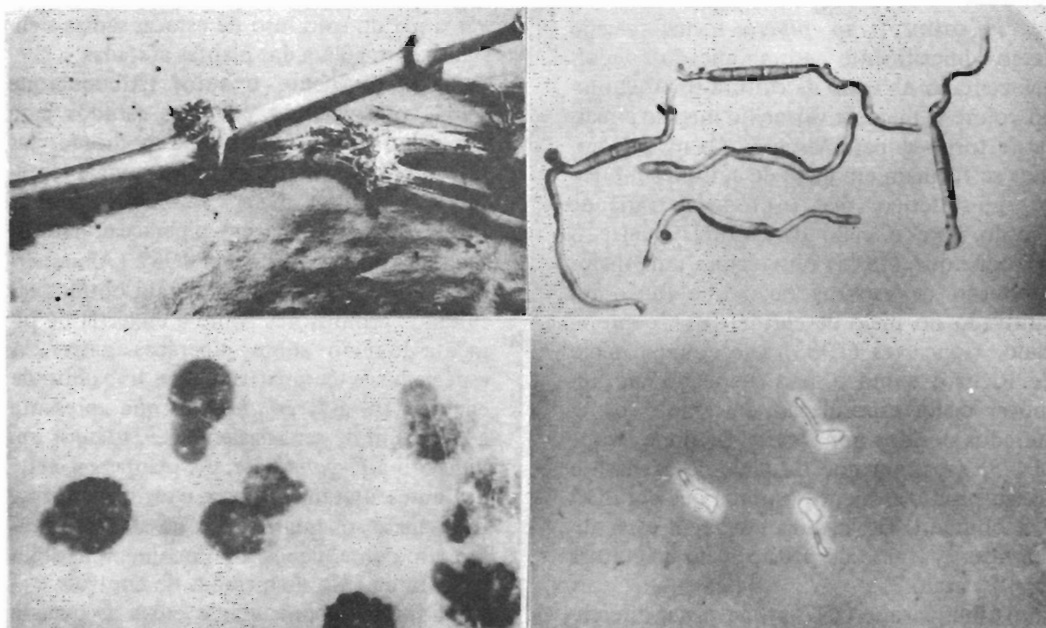


FIG. 2. a) Ramo da cultivar Cingapura apodrecido, abundante esporulação; b) macroconídios germinando (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*); c) peritécios formados em meio de cultura, exsudando massas de ascósporos; d) ascósporos bicelulado em estágio inicial de germinação (*Nectria haematococca* f. sp. *piperis*).

alguma evidência experimental da existência de três tipos fisiológicos. Duarte & Albuquerque (1979a) trabalhando com diferentes isolamentos do fungo coletado em diferentes municípios do Estado do Pará, identificaram três tipos de colônia baseados nos tipos de sintomas induzidos em estacas herbáceas e semi-herbáceas, da cv. Cingapura inoculadas artificialmente. Os autores denominaram Tipo I àqueles isolamentos que provocaram ligeiro amarelecimento em torno do ponto de inoculação, Tipo II aos que causaram infecção inicial no ponto de inoculação e Tipo III aos que causaram apodrecimento dos tecidos das estacas. O mais virulento é o Tipo III, pois quinze dias após a inoculação houve formação de abundante esporulação nos tecidos apodrecidos.

Este estudo está em fase de andamento, e devido às novas introduções de cultivares, estas deverão ser inoculadas com isolamentos obtidos de todas as zonas produtoras de pimenta-do-reino, onde o patógeno já foi constatado. A presença de raça fisiológica do patógeno é provável devido o fungo produzir o estágio sexual na natureza.

CULTURA "IN VITRO"

F. solani f. sp. *piperis* forma micélio aéreo inicialmente esbranquiçado depois acinzentado no meio de cultura BDA. O fungo colore o meio de vermelho intenso e mais tarde torna-se pardo-escuro. Os macroconídios se formam em meio de cultura sintético e semi-sintético, mas a produção varia de acordo com o meio de cultura. Duarte & Albuquerque (1975) observaram uma maior produção de esporos quando o fungo foi cultivado no meio de cultura BDA peptonizado. Gonçalves (1963) selecionou o meio de Richard como o mais adequado em promover maior esporulação, entretanto, os resultados obtidos por Duarte & Albuquerque (1975) mostram que no meio de Richard o fungo produziu menos esporos que em BDA e Sabouraud. Os autores atribuem estas diferenças às trocas de pH do meio de cultura de 4,2 para 6,2.

Albuquerque (1976a), ao testar diferentes meios de cultura visando a produção de peritécios de *N. haematococca* f. sp. *piperis* notou que o fungo produziu mais peritécios sobre os meios de cultura constituídos de

ácido glutâmico-dextrose-ágar e batata-sucrose-ágar. Naqueles constituídos de peptona-dextrose-ágar e dextrose-ágar não se formaram peritécios. Em farinha de milho-ágar, o fungo produziu menos esporos que em ágar simples, provavelmente devido ao desequilíbrio na taxa C/N, fato observado por Hix & Baker (1964) e Toussoun (1962) quando estudaram a formação de peritécios em *Nectria haematococca* f. sp. *cucurbitae*.

CONTROLE

Um conjunto de medidas de controle tem sido recomendado com o objetivo de reduzir as perdas causadas pela doença. Estas medidas incluem práticas culturais, uso de fungicidas e cultivares resistentes (Empresa... 1978).

Práticas culturais

Albuquerque (1961) sugeriu uma série de medidas de controle que incluía a seleção de áreas levando em consideração a drenagem e as características físicas e químicas, o uso de cobertura morta para reduzir a população de nematóides causadores de ferimentos nas raízes, aplicação de calagem para elevar o pH do solo, uso de estacas sadias e eliminação imediata das plantas afetadas.

Posteriormente o autor (Albuquerque 1964) prosseguindo em seus estudos para controlar, principalmente, a podridão das raízes fez os primeiros testes com diferentes espécies de *Piper* visando encontrar fontes de resistência em piperáceas nativas, sem sucesso. Somente em 1967 (Albuquerque 1968a, 1968b) é que foram obtidos resultados promissores sobre a enxertia de pimenta-do-reino sobre piperácea nativa. A espécie mais compatível para trabalhos de enxertia foi a *P. colubrinum* que apresenta a vantagem de ser resistente a *F. solani* f. sp. *piperis* e a *P. palmivora*. As plantas enxertadas apresentaram um desenvolvimento vigoroso, mas, aos quatro anos de idade pereceram em consequência de uma incompatibilidade tardia. Novas medidas de controle cultural foram recomendadas entre as quais a seleção de material vegetal de pimentais cadastradas pelo serviço de Defesa Sanitária do Ministério da Agricultura, instalação de novos plantios distantes de áreas já infecta-

das, cobertura morta parcial das pimenteiras, fertilização balanceada e rotação a longo prazo (Albuquerque 1980). A multiplicação de material vegetal a partir de ramos herbáceos também é recomendada, uma vez que a taxa de transmissão do patógeno através deste tipo de material é muito baixa (Albuquerque & Duarte 1979).

Uso de fungicidas

O uso de fungicidas no controle de *F. solani* f. sp. *piperis* começou logo após a comprovação da infecção aérea, bem como, da disseminação na forma de micélio latente nas estacas semilenhosas. Os primeiros trabalhos sobre tratamento de estacas com diferentes fungicidas foram conduzidos por Silva et al. (1973). Mabuchi et al. (1973) testaram o Hinokitiol (B-Tujaplicin), produto extraído de um cipreste japonês no controle do patógeno. Os resultados indicaram que o Hinokitiol foi mais eficiente na concentração de 200 ppm para tratamento de estacas, 100 ppm para tratamento do solo de vaso, 100 ppm para solo de canteiro e 1.000 ppm para solos de cova. Apesar dos resultados obtidos, este tratamento não foi adotado prontamente, devido à falta de disponibilidade do produto aos pipericultores. Hayana et al. (1971) também testaram o produto na pimenta-do-reino. O lançamento de novos produtos químicos e o agravamento da doença devido ao uso de estacas infectadas induziram a realização de novos testes. Duarte & Albuquerque (1979a, b, 1980a) selecionaram entre vários produtos, os fungicidas Benomyl 50, Carbendazin 60, Tiabendazol 60, e Tiofanato metílico 75 na dosagem de 0,1% do produto comercial, para imersão de estacas por 30 minutos. Nos ensaios de seleção de produtos químicos, Silva et al. (1973) e Duarte & Albuquerque (1979a, b, 1980a) usaram estacas retiradas de pimental infectado cujo nível de inóculo era variável. Devido a isso, Duarte & Albuquerque (1980b) refinaram o método de seleção de produtos químicos usando mudas de um nó inoculadas previamente com um inóculo padronizado. O tratamento de estacas é uma prática adotada pelos pipericultores e, para assegurar a sanidade das estacas a serem levadas ao campo é recomendada a rega dos propagadores com um dos produtos citado

na dosagem de 0,2% do produto comercial logo que as estacas iniciarem a brotação (Empresa... 1978).

O solo do propagador que vai receber as estacas tratadas deve estar livre de patógenos para evitar as perdas de material vegetativo. Este tratamento é feito com brometo de metila, Dasomet ou Vapan (Albuquerque 1980), quinze dias antes do plantio das estacas.

No campo são recomendadas pulverizações preventivas com os fungicidas à base de Captafol 80 a 0,3%, Benomyl 50 a 0,1%, Tiabendazol 60 a 0,1% e Mancozeb 80 a 0,3%. Estas pulverizações visam reduzir a disseminação do patógeno no pimental para áreas vizinhas (Albuquerque 1980). Os produtos devem ser aplicados alternadamente, em intervalos mensais (Empresa... 1978), pois, uma vez que se comprove uma incidência de 20% de secamento dos ramos em um pimental, as pulverizações reduzirão a taxa de disseminação do patógeno, mas, não controlarão a doença. Duarte et al. (1978) testando o fungicida Benomyl em diferentes dosagens, na forma de solução aquosa e em emulsão, observaram que o produto foi mais eficiente quando aplicado veiculado em óleo.

Quando surgirem os primeiros sintomas do secamento dos ramos em um pimental, recomenda-se uma poda drástica do ramo afetado até a eliminação dos tecidos doentes seguida do pinçamento da parte ferida com uma pasta dos fungicidas Benomyl 50 ou Tiabendazol 60. Estas plantas devem ficar em observação e se as novas brotações apresentarem sintomas da doença devem ser imediatamente eliminadas (Identificação... 1982).

Cultivares resistentes

A severidade do secamento dos ramos está relacionada a vários fatores, entre os quais, a estreita variabilidade genética do hospedeiro, alta virulência e capacidade de sobrevivência do patógeno. Por se tratar de um patógeno com grande habilidade saprofítica, somente o uso de cultivares resistentes pode assegurar um bom controle da doença. A existência de apenas três clones, "Cingapura", "Pimenta da terra" e "Espírito Santo", também chamada "Comum", tem dificultado os trabalhos de seleção, já que estes germoplasmas são suscetíveis ao patógeno.

Os trabalhos pioneiros de seleção de material resistente incluíam a inoculação artificial do fungo em plântulas de pimenta-do-reino (Albuquerque 1964). Como não foram obtidos materiais com características de resistência, foi iniciado pelo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN), atual Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), órgão da EMBRAPA, um programa de introdução de cultivares provenientes da Índia, Indonésia e Tailândia. Hoje o CPATU conta com um Banco de Germoplasmas onde se encontram em fase de desenvolvimento e observação, as cultivares Arkulum munda, Balankotta, Belantung, Chumala, Djambi, Kalluvally, Karimunda, Kottanadan 1, Kottanadan 2, Kuching, Kudaravally, Kuthiravally, Narayakodi, Panniyur-1, Perunkodi, Cingapura, Trang, Trichur 1, Trichur 2 e Uthirankotta (Albuquerque & Duarte 1983a).

Através de clonagens sucessivas foram obtidas as cultivares Bragantina Br-024 (ecotipo de Panniyur-1) de alta produtividade e a Guajarina Br-351 (ecotipo de Arkulum munda) de boa produtividade e tolerante ao secamento dos ramos e a "déficit" hídricos (Empresa... 1982).

Ensaio de inoculação artificial em estacas e mudas de algumas cultivares resultaram positivos (Albuquerque & Duarte 1983a, 1983b). Entre as espécies nativas de *Piper* introduzidas, *P. attenuatum*, uma espécie dióica, com características botânicas muito semelhantes às da pimenta-do-reino, comportou-se como resistente a *F. solani* f. sp. *piperis*, em ensaios de casa-de-vegetação (Albuquerque & Duarte 1984). Tal espécie poderá se constituir em fornecedora de genes de resistência para a pimenta-do-reino, no programa de melhoramento genético da cultura. A busca de fontes de resistência ao patógeno inclui cruzamentos intra-específicos, autofecundações e uso da radiação gama com o objetivo de aumentar a variabilidade genética do hospedeiro, a fim de selecionar indivíduos com características de resistência (Albuquerque 1980).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, F.C. Podridão das raízes e do pé da pimenta-do-reino. Belém, IPEAN, 1961. 45p. (IPEAN. Circular, 5).
- ALBUQUERQUE, F.C. Podridão das raízes e do pé da pimenta-do-reino - Segunda contribuição. Belém, IPEAN, 1964. 23p. (IPEAN. Circular, 8).
- ALBUQUERQUE, F.C. Nota prévia sobre a enxertia da pimenta-do-reino. Belém, IPEAN, 1968a. 25p. (IPEAN. Circular, 14).
- ALBUQUERQUE, F.C. *Piper colubrinum* Link. Porta-enxerto para *Piper nigrum* L. resistente às enfermidades causadas por *Phytophthora palmivora* Butl. e *Fusarium solani* f. *piperi*. *Pesq. agropec. bras.*, 3:141-5, 1968b.
- ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. Relação entre *Fusarium solani* f. *piperi* e o mal de mariquita da pimenta-do-reino. Belém, IPEAN, 1972a. 2p. (IPEAN. Comunicado, 18).
- ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. Moléstias da pimenta-do-reino. *C. agric.*, (2): 18-22, 1972b.
- ALBUQUERQUE, F.C. Características morfológicas de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis* e sua patogenicidade à pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1976. 63p. Tese Mestrado.
- ALBUQUERQUE, F.C. & FERRAZ, S. Heterotalismo e sexualidade em *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*. *Experientiae*, 22:152-64, 1976.
- ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. Sintomas da enfermidade causada por *Nectria haematococca* (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*) em pimenta-do-reino. *Fitopatol. Bras.*, 2(1): 63-4, 1977a. Resumo.
- ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. Ocorrência de um fator de heterotalismo de compatibilidade em macroconídios de *Nectria haematococca* f. sp. *piperis*. *Fitopatol. Bras.*, 2(1):63, 1977b. Resumo.
- ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. Propagação de cultivares de pimenta-do-reino através de estacas de um nó. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1979. 14p. (EMBRAPA-CPATU. Comunicado Técnico, 23).
- ALBUQUERQUE, F.C. Podridão das raízes e secamento dos ramos da pimenta-do-reino - Fusariose da pimenta negra. In: ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 1., Campinas, 1980. *Anais...* Campinas, Secretaria de Defesa Sanitária, 1980. p.107-17.
- ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. Inoculação de mudas de cultivares, clones e espécies de *Piper* com *Fusarium* f. sp. *piperis* e *Phytophthora palmivora*. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1983a. 2p. (EMBRAPA-CPATU. Pesquisa em Andamento, 106).
- ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. Inoculação de mudas provenientes de sementes de cultivares de pimenta-do-reino com suspensão de esporos de *Fusarium solani* f. sp. *piperis*. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1983b. 2p. (EMBRAPA-CPATU. Pesquisa em Andamento, 130).
- ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. Resistência de *Piper attenuatum* a *Fusarium solani* f. sp. *piperis*. *Fitopatol. Bras.*, 9(2):340, 1984. Resumo.
- BAKER, R. Fertilizing ability of males and herma-

- frodites in *Hypomyces solani* f. *cucurbitae*. *Phytopathology*, 46(12):644-9, 1956.
- BAVAPPA AHAMED, K.V. Pepper research – the present and the future. s.n.t. Trabalho apresentado no International Seminar on Pepper. Índia, 1976.
- DUARTE, M.L.R. & ALBUQUERQUE, F.C. Influência de meios nutritivos no desenvolvimento e esporulação de culturas de *Fusarium solani* f. *piperi*. *Pesq. agropec. bras.*, 10:1-5, 1975.
- DUARTE, M.L.R.; ALBUQUERQUE, F.C.; ROCHA, A.C.P.N. & ROCHA, H.M. Efeito do Benomyl no controle do secamento dos ramos da pimenta-do-reino. (*Nectria haematococca* f. sp. *piperis*). *Fitopatol. Bras.*, 3(1): 114-5, 1978. Resumo.
- DUARTE, M.L.R. & ALBUQUERQUE, F.C. Estudo da variabilidade de isolamentos de *Nectria haematococca* (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*) de diferentes regiões do Estado do Pará, em pimenta-do-reino. *Fitopatol. Bras.*, 4(1):103-4, 1979a.
- DUARTE, M.L.R. & ALBUQUERQUE, F.C. Dois novos fungicidas para tratamento preventivo de estacas de pimenta-do-reino. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1979b. 9p. (EMBRAPA-CPATU. Comunicado Técnico, 22).
- DUARTE, M.L.R. & ALBUQUERQUE, F.C. Eficiência de diferentes fungicidas no tratamento de estacas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) infectadas por *Nectria haematococca* (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*). *Fitopatol. Bras.*, 6(2):169-75, 1980a.
- DUARTE, M.L.R. & ALBUQUERQUE, F.C. Seleção de fungicidas para controle preventivo de *Nectria haematococca* (*Fusarium solani* f. sp. *piperis*) pela técnica de mudas de um nó. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980b. 2p. (EMBRAPA-CPATU. Comunicado Técnico, 32).
- DUARTE, M.L.R.; ALBUQUERQUE, F.C.; BASTOS, T.X. & DINIZ, T.D.A.S. Estudo epidemiológico do secamento dos ramos. *Relat. Anu. CPATU*. Belém, 1980. p.149.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA. **Recomendações técnicas para o controle da fusariose e outras doenças da pimenta-do-reino**. Belém, 1978. 8p. (EMBRAPA-CPATU. Comunicado Técnico, 1).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Departamento Técnico-científico, Brasília, DF. **Novas cultivares**. Brasília, EMBRAPA/DID, 1982. 46p.
- FUKUTOMI, M.; HIRAKATA, K. & HAMADA, M. Studies on the stem rot and root rot diseases of black pepper (4). Anatomical observations on the distribution on the hyphae of the pathogenic fungus in invading tissues and the blockage of vessel cells. *Fitopatol. Bras.*, 6:586, 1981a. Resumo.
- FUKUTOMI, M.; HIRAKATA, K. & MASAHIRO, H. Studies on the stem rot and root rot diseases of black pepper (3) the relation ship among four types of symptoms and distribution of degenerated tissues by infection. *Fitopatol. Bras.*, 6(3):585-6, 1981b. Resumo.
- FUKUTOMI, M.; HIRAKATA, K. & HAMADA, M. Studies on the stem rot and root rot diseases of black pepper. (5) (Taxonomy) of the pathogenic fungus. *Fitopatol. Bras.*, 6(3): 587, 1981c. Resumo.
- FUKUTOMI, M.; HIRAKATA, K. & HAMADA, M. Studies on the stem rot and root rot diseases of blackpepper: (2) Isolation of pathogenic fungus with five selective isolation media and pathogenicity of isolates to stems and roots. *Fitopatol. Bras.*, 6(3):590-1, 1981. Resumo.
- FUKUTOMI, M.; HIRAKATA, K. & HAMADA, M. Studies on the stem rot and root rot diseases of black pepper: (1) The actual occurrence in the amazon. *Fitopatol. Bras.*, 6(3):582, 1981e. Resumo.
- GONÇALVES, J.R.C. Meio de cultura específico para isolamento de *Fusarium solani* f. *piperi* de amostras do solo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE BOTÂNICA DO BRASIL, 14., Manaus, 1963. *Anais...* 1963. Manaus, Sociedade de Botânica do Brasil 1963. p.51-2. Resumo.
- HANSEN, H.N. & SNYDER, W.C. The dual phenomenon and sex in *Hypomyces solani* f. *cucurbitae*. *Amer. J. Bot.*, 30(6):419-22, 1943.
- HAYANA, S.; TANABE, T. & KANERI, Y. Study on the effect of hinokitiol on root rot black pepper plant. *J. Agric. Sci.*, Tokyo, 15(3): 145-53, 1971.
- HIX, S.M. & BAKER, R. Physiology of sexual reproduction in *Hypomyces solani* f. *cucurbitae*. I. Influence of carbon and nitrogen. *Phytopathology*, 54(5):584-6, 1964.
- HOLLIDAY, P. A wilt of *Piper nigrum* L. in Brazil. *Commonw. Phytopathol. News.*, 5:4, 1965.
- IDENTIFICAÇÃO e controle da fusariose da pimenta-do-reino. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. Folder.
- KUMAR, A.C.; VISWANATHAN, P.R.K. & D'SOUZA, G.I. Record of *Radopholus similis* (Cobb 1893) Thorne 1949 and other parasitic nematodes of certain commercial crops in coffee tracts of south India. *Indian Coffee*, 36:1-3, 1971.
- MABUCHI, N.; ALBUQUERQUE, F.C. & DUARTE, M.L.R. Efeito do hinokitiol sobre *Fusarium solani* f. *piperi* agente da podridão das raízes e secamento dos ramos da pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.). Belém, IPEAN, 1973. 12p. (IPEAN. Comunicado Técnico, 40).
- NAMBIAR, K.K.N. & SARMA, Y.R. Wilt diseases of black pepper. *J. Plant. Crops.*, 5(2):92-103, 1972.
- OLIVEIRA, D.P. & PEREIRA, J.L.M. Importância patológica relativa de *Fusarium* e *Phytophthora* na cultura da pimenta-do-reino na Bahia, Brasil. *R. Theobroma*, 13(3):175-81, 1983.
- PURSEGLOVE, J.W.; BROWN, E.G.; GREEN, C. L. & ROBBINS, S.R.J. *Spices*. s.l., Longman, 1981. v.1. 439p.

- RAM, A. Ocorrência de *Phytophthora* nos pimentais (*Piper nigrum*) do sul da Bahia. **Fitopatol. Bras.**, 4(1):141, 1979. Resumo.
- SILVA, H.M.; ALBUQUERQUE, F.C.; DUARTE, M.L.R. & MABUCHI, N. Tratamento de estacas de pimenta-do-reino com oito fungicidas. Belém, IPEAN, 1973. 6p. (IPEAN. Comunicado Técnico, 39).
- SNYDER, W.C. & HANSEN, H.V. Species concept, genetics and pathogenicity in *Hypomyces solani*. **Phytopathology**, 44(7):338-42, 1954.
- TOUSSOUN, T.A. Influence of isoleucine isomers on the development of the perfect stage of *Fusarium solani* f. *cucurbitae*, race 2. **Phytopathology**, 52(11):1141-4, 1962.