

Estudos Realizados sobre o Amarelecimento Fatal do Dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) no Brasil



ISSN 1517-2201

Novembro, 2008

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos348

Estudos Realizados Sobre o Amarelecimento Fatal do Dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) no Brasil

Alessandra de Jesus Boari

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2008

Esta publicação está disponível no endereço:
http://www.cpatu.embrapa.br/publicacoes_online

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
Caixa Postal 48, CEP 66095-100 – Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
E-mail: sac@cpatu.embrapa.br

Comitê Local de Editoração

Presidente: Moacyr Bernardino Dias-Filho
Secretário-Executivo: Walkymário de Paulo Lemos
Membros: Adelina do Socorro Serrão Belém
Ana Carolina Martins de Queiroz
Célia Regina Tremacoldi
Luciane Chedid Melo Borges
Vanessa Fuzinatto Dall’Agnol

Revisão Técnica: Armando Bergamim Filho – Esalq/USP
Hugo Bruno Correa Molinari - Embrapa Agroenergia

Supervisão editorial: Adelina Belém
Supervisão gráfica: Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes
Revisão de texto: Luciane Chedid Melo Borges
Normalização bibliográfica: Adelina Belém
Editoração Eletrônica: Ione Sena
Foto da capa: Alessandra de Jesus Boari

1ª edição

Versão eletrônica (2008)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Amazônia Oriental

Boari, Alessandra de Jesus

Estudos realizados sobre o amarelecimento fatal do dendezeiro (*Elais Guineensis* Jacq) / Alessandra de Jesus Boari. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

66p. : il. ; 21cm. - (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 348)

ISSN 1517-2201

1. Dendê. 2. Planta oleaginosa. 3. Doença de planta. 4. Nematóide. I. Título.
II. Série.

CDD : 633.851

© Embrapa 2008

Autora

Alessandra de Jesus Boari

Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitopatologia,
Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental,
Belém, PA.

ajboari@cpatu.embrapa.br

Agradecimentos

Agradecemos às agroindústrias Marborges e Denpasa, e aos pesquisadores aposentados da Embrapa Amazônia Oriental Antônio Agostinho Müller e José Furlan Júnior pela disponibilização dos relatórios de pesquisa e informações pessoais sobre doença amarelecimento fatal do dendezeiro, para elaboração deste Documento.

Apresentação

Apesar de ter sido introduzido no Brasil no século 17, o dendezeiro teve seu cultivo na Amazônia impulsionado pela utilização de material genético superior, produzido principalmente nas ex-colônias francesas da África, em conjunção com uma combinação favorável de grande disponibilidade de terras e de clima com a pluviosidade adequada.

Os principais produtos dessa palmeira são os óleos de palma e de palmiste, extraídos industrialmente da polpa do fruto e da amêndoa, respectivamente. Essa cultura vem assumindo importância cada vez maior, graças à crescente demanda por óleos vegetais, para as indústrias alimentícia, medicinal, cosmética e industrial, bem como por óleo combustível. As características especiais desse produto conferem-lhe grande versatilidade, o que possibilita sua aceitação por indústrias mundiais diversas.

Entretanto, um dos principais entraves para a expansão dessa cultura em nosso estado é a doença amarelecimento fatal (AF), de ocorrência relativamente recente e que dizima milhares de plantas, levando a grandes perdas econômicas nas empresas vinculadas ao agronegócio do dendê e a centenas de demissões no Pará. Apesar de todos os esforços de pesquisa já efetuados, o AF ainda tem sua etiologia desconhecida, o que impossibilita a elaboração de medidas de controle.

Este documento teve a finalidade de compilar e/ou revisar os inúmeros trabalhos de pesquisa realizados no Brasil que tiveram o objetivo de elucidar a causa do AF, sendo muitos deles não publicados. Foram examinadas

diversas pesquisas nas áreas de solos, entomologia, fitopatologia e melhoramento genético, que não trouxeram resultados conclusivos sobre a causa do AF. Portanto, este trabalho vai possibilitar uma visão mais abrangente do que já foi realizado, auxiliando na elaboração de novas ações de pesquisa que visem ao controle e/ou práticas para minorar o problema e as perdas econômicas.

Cláudio José Reis de Carvalho

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Introdução	13
Doenças do dendezeiro	15
Amarelecimento fatal	15
Sintomatologia	15
Amarelecimento fatal x <i>podrición del cogollo</i>	20
Importância e distribuição do AF	22
Importância da identificação da causa do AF	24
Estudos realizados sobre o AF	24
Estudos visando uma possível causa biótica	24
Entomologia	24
Fitoplasmas	27
Fungos e bactérias	29
Vírus e viróides	35
Nematóides	38
Observações de sintoma e histologia	39
Epidemiologia	40
Replantio	41
Rouging	41
Transmissibilidade pela semente	42
Estudos visando a uma possível causa abiótica	42

Solo e nutrição	42
Avaliação foliar	43
Evolução de sintomas do AF à adubações com omissão de macro e micronutrientes	44
Influência do micronutriente ferro	45
Influência das propriedades físicas do solo	46
Efeito da aplicação de calcário dolomítico sobre o AF	52
Resistência genética ao AF	52
Clones	52
Híbrido interespecífico	53
Plantas remanescentes com potencial de resistência	55
Fatos conhecidos a respeito do AF relacionados por diferentes pesquisadores	55
Sugestões dos pesquisadores para novas pesquisas	58
Considerações finais	59
Referências	59

Estudos Realizados sobre o Amarelecimento Fatal do Dendzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) no Brasil

Alessandra de Jesus Boari

Introdução

O dendzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma palmeira originária da Costa Ocidental da África (Golfo da Guiné), sendo encontrada em povoamentos subespontâneos desde o Senegal até a Angola. No Brasil, foi introduzido no século 17 pelos escravos e adaptou-se bem ao clima tropical úmido (TRINDADE et al., 2005).

Os principais produtos do dendzeiro são os óleos de palma e de palmiste, extraídos industrialmente da polpa do fruto e da amêndoa, respectivamente. Essa cultura vem assumindo, cada vez mais, maior importância, graças à crescente demanda por óleos vegetais, para a área alimentícia, medicinal, cosmética, industrial e, principalmente, para o biodiesel, além de ser fonte reconhecida de vitaminas A e E. As características especiais desse produto conferem-lhe grande versatilidade, o que possibilita sua aceitação por indústrias mundiais diversas (TRINDADE et al., 2005).

Essa palmeira é a oleaginosa de maior produtividade conhecida no mundo, permitindo extrair entre 4 e 5 toneladas de óleo de palma (da polpa dos frutos) e de 1 a 1,5 tonelada de óleo de palmiste (da amêndoa) por hectare/ano (MÜLLER; ALVES, 1998). Sua rentabilidade tem sido boa, apesar do investimento alto para a implantação.

Mundialmente, Malásia, Indonésia, Nigéria, Tailândia e Colômbia destacam-se como os maiores produtores de óleo de palma. No Brasil, a área colhida de dendê, no ano de 2005, foi de 63.700 ha, e a produção do óleo de

palma foi em torno de 180.000 toneladas (t) (AGRIANUAL, 2006). O País consome 350.000 t de óleo de dendê e derivados e importa em torno de 170.000 t, mas tem mercado interno potencial de 400.000 t/ano. Só no Pará, existem mais de 5,5 milhões de hectares com boa aptidão edafoclimática para o dendzeiro (TRINDADE et al., 2005).

No Brasil, o Pará, com cerca de 55.066 ha de dendzeais, a Bahia, com 5.800 ha, e o Amazonas, com 2.910 ha, são os maiores produtores do óleo, sendo o primeiro responsável por mais de 90 % da produção (AGRIANUAL, 2006). Socialmente, essa cultura é muito importante, pois tem grande potencial para fixar mão-de-obra no campo. Os efeitos socioeconômicos bastante positivos propiciados por essa cultura estão sendo ameaçados pela ocorrência do distúrbio conhecido como amarelecimento fatal (AF) do dendzeiro.

Essa cultura tem sua produção afetada por algumas doenças, mas o amarelecimento fatal tem se destacado como responsável por milhares de mortes de plantas nos países produtores, como Brasil, Colômbia, Equador, Suriname, Costa Rica, Nicarágua e Panamá (FRANQUEVILLE, 2001).

O AF é uma ameaça ao desenvolvimento da dendzeicultura no Pará, agravada pelo fato de sua causa ser de origem desconhecida.

Em decorrência da alta incidência de plantas mortas pelo AF, as pesquisas sobre a doença amarelecimento fatal do dendzeiro se iniciaram em 1986, quando então foi assinado um convênio entre a Associação dos Produtores de Dendê do Pará e Amapá (Aproden) e o governo brasileiro, por meio da Embrapa, no sentido de realizar pesquisas multidisciplinares para o melhor conhecimento do problema e solução do mesmo. Entretanto, em virtude da escassez de recursos financeiros, as pesquisas foram interrompidas em 1991 e reiniciadas somente anos depois.

Vários trabalhos foram realizados com o objetivo de determinar a causa ou o agente causal do AF do dendzeiro. Entretanto, não foi encontrada ainda nenhuma correlação com insetos, problemas fisiológicos, solo e patógeno. Este documento tem o objetivo de compilar os diversos resultados experimentais e observações obtidos desde 1986, quando iniciaram os trabalhos de pesquisa para identificar a causa do AF.

Doenças do dendzeiro

O dendzeiro pode ser afetado por várias doenças, são elas: 1. arcada foliar ou doença da coroa, com evidências de ser um problema de natureza genética; 2. podridão-seca do coração ou mancha anular, que ocorre em mudas de viveiro e em plantas jovens e, possivelmente, é transmitida por insetos; 3. "*Marchitez sorpresiva*", "*hartrot*", murcha fatal ou seca súbita, provavelmente causada pelo protozoário flagelado *Phytophthora* sp.; 4. fusariose ou secamento letal, causado pelo fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis*; 5. anel vermelho, causada pelo nematóide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard, transmitido de uma planta a outra pelo besouro *Rhynchophorus palmarum*, e 6. amarelecimento fatal (AF) ou guia podre ou podridão-da-flecha, cujo agente causal ainda é desconhecido. No Brasil, a fusariose, o anel vermelho e o amarelecimento fatal são as doenças mais importantes por causarem as maiores perdas na produção (FREIRE, 1988).

No mundo, já foram relatadas doenças do dendzeiro como: ferrugem (*Pythium splendens*, *Rhizoctonia lamellifera*), manchas das folhas (*Cercospora elaeidis*), antracnose (*Botryodiplodia palmarum*, *Melanconium elaeidis*, *Glomerella cingulata*), murcha de mudas (*Curvularia eragrostidis*), amarelecimento e murcha vascular (*Fusarium oxysporum*), apodrecimento basal do tronco (*Ceratocystis paradoxa*, *Ganoderma* spp., *Armillaria mellea*); fungo na coroa e apodrecimento das frutas (*Marasmius palmivorus*). O apodrecimento dos galos (brotos) é causado pela bactéria *Erwinia* spp., devastadora na África Central (ERVAS..., 2008) *Ganoderma boninense* (REES et al., 2007)., *Potyvirus* (RIVERA et al., 1996; MORALES et al., 2002), *Foveavirus* (MORALES et al., 2002), Nanovirus, viróides cadang-cadang (BEUTHER et al., 1992; VADAMALAI et al., 2006), phytoplasma (BRIOSIO, 2003; ALVAREZ; CLAROZ, 2002).

Amarelecimento fatal

Sintomatologia

O AF se caracteriza, inicialmente, pelo ligeiro amarelecimento dos folíolos basais das folhas intermediárias (3, 4, 5 e 6) e, mais tarde, pelo

aparecimento de necroses nas extremidades dos folíolos que evoluem para a seca total dessas folhas. Um dos principais sintomas do AF é a seca da folha flecha e, eventualmente, pode ocorrer a remissão temporária da planta, seguida do declínio generalizado e morte (Fig. 1, 2, 3, 4, 5 e 6). Van Slobbe (1991) relata que, geralmente, as plantas morrem 7 a 10 meses após o aparecimento dos primeiros sintomas, quando não ocorre a remissão. A partir da morte da folha flecha, não há mais a produção de cachos. Embora em algumas palmas possam ocorrer a remissão de folhas, a produção de cachos é insignificante. Além disso, o sistema radicular não se desenvolve após o aparecimento dos primeiros sintomas do AF e, se houver remissão de folhas, a produtividade de cachos é muito baixa. Nos tecidos do estipe e meristema das plantas com AF, não são observados apodrecimentos ou necroses do sistema vascular (informação verbal).¹ Ayala (2001) e Bernardes (1999) ressaltam que o sistema radicular se apresenta necrosado logo no início do aparecimento do amarelecimento dos folíolos das folhas intermediárias. Os cachos originados de folhas não afetadas apresentam-se normais.

Uma característica do AF e mesmo a *podrición del cogollo* (PC) é a ausência de sintomas internos, o que o diferencia de fusariose, anel-vermelho, entre outras. Nenhum microrganismo pode ser observado ou isolado para provar a causa de origem patogênica da doença (VAN SLOBBE, 1991). Essa doença pode ocorrer em qualquer idade do dendzeiro.

Souza et al. (2000) elaboraram uma cartilha para reconhecimento prático do AF no campo. Nessa cartilha, são ilustrados quadros sintomatológicos com uma escala de notas para diferentes graus de severidade (de 1 a 10). O referido material também foi desenvolvido com a finalidade de auxiliar nos diferentes testes de controle da doença.

¹ Dado fornecido pelo Engenheiro Agrônomo Alexandre Sanz de Veiga (Empresa MARBORGES) em reunião no município de Moju-PA, em 2007.



Foto: Alessandra de Jesus Boari.

Fig. 1. a) Dendzeiro: amarelecimento e necrose da ponta do folíolo para base; (b) Necrose da folha flecha.



Foto: Alessandra de Jesus Boari.

Fig. 2. Planta de dendê com AF com sintomas de remissão de folhas.

Foto: Alessandra de Jesus Boari.



Fig. 3. Planta de dendê com AF e com sintomas de remissão de folhas.

Foto: Alessandra de Jesus Boari.



Fig. 4. Planta de dendê com AF e com sintomas de remissão de folhas.



Foto: Alessandra de Jesus Boari.

Fig. 5. Planta de dendê com mais de 25 anos de idade, apresentando AF e sintomas de remissão de folhas.



Foto: Alessandra de Jesus Boari.

Fig. 6. Plantio de dendê dizimado pelo AF.

Amarelecimento fatal (AF) X *podrición del cogollo* (PC)

Há controvérsias sobre o fato de o AF e a PC — ou *spear rot*, em inglês — terem a mesma origem. PC é o nome dado para a doença na Colômbia. Inicialmente, a doença amarelecimento fatal foi denominada “guia podre” e “podridão-da-flecha”, mas, para evitar confusões com outras enfermidades do dendzeiro que também causam apodrecimento, passou a ter esse nome.

Segundo Van Slobbe (1988), foi feito um inventário sobre o AF em várias plantações do Brasil e de outros países como Colômbia, Equador, Panamá e Suriname. Nos vários locais, os sintomas de AF e PC foram idênticos, especialmente no que se refere a folhas jovens cloróticas e padrão de infecção na coluna da flecha. Esse autor acredita que as doenças PC e AF são causadas pelo mesmo distúrbio, mas falta o isolamento do possível patógeno e/ou agente causal para que isso seja comprovado. Segundo Franqueville (2001), os sintomas do AF são semelhantes aos da *podrición del cogollo* (PC), que ocorre em altas incidências na Colômbia. Na doença *podrición del cogollo*, há um apodrecimento do meristema do dendzeiro de odor fétido e necrose dos folíolos e folha flecha (NIETO, 1996).

Entretanto, Ayala (2001), em visita a plantações de dendê no Pará, verificou que o AF é diferente do PC, pois não se observou a podridão-mole e fétida do meristema (Fig. 7). Essa pesquisadora também observou o apodrecimento de raízes em plantas de dendê no Pará.

Turner (1981) descreve alguns sintomas que diferenciam a *spear rot* ou PC de amarelecimento fatal em uma plantação de Llanos, na Colômbia. O autor descreveu a presença de dois tipos de *spear rot*: a forma mais comum que afeta plantas jovens, em que foram isoladas espécies de *Fusarium*, mas não foi observada a clorose nas folhas jovens. O segundo tipo invade um invariável número de folhas flechas até a base das folhas, causando necrose além da parte apical do meristema. Na Colômbia, os sintomas associados com *bud rot* são apodrecimento da folha flecha, amarelecimento de folhas jovens, apodrecimento do tecido do meristema

e quebra de folhas e folíolos (NIETO, 1996).

Swinburne (1993) realizou uma comparação dos quadros sintomáticos do PC e AF no Equador, Colômbia e Brasil e verificou diferenças na evolução para o apodrecimento úmido do meristema e na recuperação das plantas doentes. No Brasil, não ocorre o apodrecimento úmido e as plantas não se recuperam.

Zadock (1990) concluiu que os sintomas de podridão da folha flecha (PC) no Equador são bem diferentes dos sintomas do amarelecimento fatal no Brasil, mas ambos têm natureza letal. A sintomatologia de *spear rot* ou PC na Amazônia Equatoriana é completamente diferente do amarelecimento fatal no Brasil. As folhas do topo são amarelas em tom de cobre ou bronze e não em tom amarelo claro como na Colômbia. Quando o amarelo se intensifica, as pontas dos folíolos ficam necróticas. O amarelecimento não desce abaixo da folha nº 15. Árvores amarelas morrem dentro de 1 a 2 meses. Geralmente, o ponto de crescimento se necrosa dentro de 1 mês depois do aparecimento do sintoma, evoluindo para o sintoma de podridão da folha flecha.

Foto: Alessandra de Jesus Boari.



Fig. 7. Ausência de sintomas de apodrecimento na base da folha flecha ou meristema em plantas com AF.

Importância e distribuição do AF

O AF foi relatado pela primeira vez numa lavoura estabelecida em 1967, no Pará, em 1974, quando sua ocorrência era esporádica, afetando poucos dendzeiros. No entanto, no ano de 1978, em uma plantação da empresa Denpasa no Pará, foram afetados 25 dendzeiros; em 1981, foram 125 e, em 1984, morreram 465 plantas. Em 1985, a doença exibiu um acréscimo sem precedentes, elevando o número de casos para 2.205 plantas mortas. Em 1986, registrou-se 9.968 plantas e, em 1987, ocorreram 32.673. Entre 1974 e 1991, totalizaram mais de 100.000 dendzeiros mortos nessa plantação. Ressalta-se que todas as plantas com AF foram eliminadas (corte da parte aérea) até um mês após a constatação, sendo esta ação intensificada a partir de junho de 1987 com o objetivo de eliminar a fonte de inóculo de um possível patógeno (VAN SLOBBE, 1988). Entretanto, essa prática não foi eficiente no controle da doença.

Nessa área, observou-se um agravamento da doença entre o 15º e o 16º ano pós-plantio.

O AF passou a constituir um problema de grande importância para os dendzeicultores paraenses, a partir de 1984, ocasionando severas perdas em plantações industriais, o que levou a centenas de demissões no Pará. A ocorrência do AF nesse estado está restrita ainda às áreas localizadas na co-região homogênea de Belém, tendo essa doença desmotivado uma maior expansão do cultivo de dendê no estado.

Na Região Norte, o AF também foi relatado em um pequeno plantio próximo a Tefé (projeto piloto Socfinco), no Amazonas, e em uma plantação de dendê localizada em Porto Grande — Companhia Dendê do Amapá (Codepa) —, próximo a Macapá, AP (VAN SLOBBE, 1988).

Em maio de 1989, Van Slobbe verificou que na plantação da Empresa Amazonense de Dendê (Emade), em Tefé, AM, o número de foco do AF passou de 1 para 2 de 1987 a 1989. A Denpasa passou a colaborar para treinar os técnicos da Emade para reconhecimento de plantas com AF, com a finalidade de permitir a sua erradicação (VAN SLOBBE, 1991).

A área de plantio da Socfinco, no Município de Porto Grande, próxima a Tefé, AM, que se apresentava com um grande foco de AF, foi erradicada por determinação da Delegacia Federal de Agricultura (DFA) e do Ministério da Agricultura (VAN SLOBBE, 1991).

No Pará, ela já foi observada nos principais municípios produtores, como Benevides, Santa Isabel do Pará, Tomé-Açu, Santa Bárbara, Santo Antônio do Tauá, Bujaru, Moju, Belém e Acará.

Plantas com sintomatologia semelhante, e também de agente causal desconhecido, ocorrem no Equador, Colômbia, Costa Rica, Panamá, Nicarágua e Suriname. Não se tem dados sobre a incidência desse distúrbio fora da América Latina (VAN SLOBBE, 1988).

Importância da identificação da causa do AF

Sendo o AF do dendeeiro o principal problema limitante para a expansão da cultura no Brasil, a identificação do agente ou fator causal é de extrema importância para a elaboração da estratégia de controle. Só no Pará, o dendeeiro apresenta um potencial de mais de 500.000 ha de área com condições edafoclimáticas propícias ao cultivo dessa promissora oleaginosa, que tanto pode ajudar a recuperar áreas em processo de degradação decorrente do mau uso inicial, como pode se apresentar como a maior e melhor fonte de energia renovável à disposição da humanidade. Além disso, é muito importante para a produção de alimentos sem gordura trans, nociva à saúde.

A expansão da cultura do dendê será muito importante para que haja mais fixação de mão-de-obra ao meio rural, por ser uma cultura perene que emprega mão-de-obra o ano inteiro.

Em decorrência da falta de informações sobre a causa dessa enfermidade, é impossível a realização de testes visando à obtenção de cultivares resistentes a ela ou de qualquer estratégia de manejo.

Estudos realizados sobre o AF

Até o momento, foram desenvolvidas várias ações de pesquisa visando obter conhecimento sobre a causa do AF, tanto na busca por um agente fitopatogênico — isolamento, transmissão, sintomatologia, testes diagnósticos, insetos vetores (entomologia) e medidas de controle da doença —, como por fatores do solo, hídrico e fisiológicos. Estudos de epidemiologia também foram realizados para estudar o comportamento da distribuição do AF com a finalidade de indicar se a sua causa é ou não de origem biótica.

Estudos visando uma possível causa biótica Entomologia

A iniciativa para a realização de trabalhos de pesquisa na área de entomologia foi baseada na observação (de campo) preliminar que levantou a hipótese de que a doença era disseminada por insetos pelo fato de a disseminação ocorrer no sentido dos ventos, o que coincidia com a área de progresso do AF no campo; com sua distribuição aleatória e, em alguns casos, no primeiro terço da parcela ao longo das estradas, onde ocorriam gramíneas, e também com a sua alta incidência depois da suspensão do uso de inseticida contra lagartas desfolhantes e brocas do dendzeiro. Outro fato que concorreu para essa hipótese foi a semelhança da doença *lethal yellowing* dos coqueiros, que ocorre nos Estados Unidos, cujo agente causal é o fitoplasma transmitido pelo homóptero *Mindus* sp. (CELESTINO FILHO et al., 1993).

Considerando o envolvimento de insetos com o AF, foi realizado um inventário desses insetos nos dendzeais e estudos com transmissão do possível patógeno causador da doença. No inventário, foram feitas coletas de insetos com frascos diretamente nos dendzeais e plantas de cobertura e utilizadas armadilhas amarelas com cola e redes entomológicas. Nos ensaios de transmissão, foram utilizadas gaiolas confeccionadas com madeira e tela de nylon, para isolar plantas sadias, nas quais foram liberados os insetos coletados em áreas focos. Foram catalogadas no inventário 533 espécies de homópteros e 111 de hemípteros, das quais 40 de homópteros e 1 de hemípteros foram encontradas pelo menos 100

vezes sobre o dendzeiro. No entanto, não foram encontradas relações entre a fauna de insetos e as áreas afetadas (CELESTINO FILHO et al., 1993).

Do total de insetos catalogados, prevalece a família Cicadellidae (Fig. 8), com 266 espécies registradas. Nos ensaios de transmissão, 815.914 insetos foram coletados e liberados nas gaiolas (Fig. 9). Foram realizadas liberações monoespecíficas com insetos mais relacionados com o dendzeiro, tais como *Contigucephalus* sp., *Patara* sp., *Omolicna* sp. e *Myndus crudus*, e mistura de espécies com as principais famílias catalogadas, entre as quais Aethaelinidae, Cercopidae, Fulgeridae, Dephacidae, Dictyopharidae, Nogodinidae, Issidae, Ricanidae, Derbidae, Cixiidae, Cicadellidae, Flatidae e Membracidae. Após 6 anos de pesquisa, não se obteve resultados positivos com relação à transmissão do AF com insetos. Assim, os autores concluíram que se deve descartar a hipótese de um homóptero transmissor que tenha estreita relação com o dendzeiro. Os insetos *Contigucephalus* sp., *Omolicna* sp. e *Myndus crudus* foram exaustivamente estudados quanto à transmissão de um possível patógeno com todos resultados negativos. Além disso, sugerem que é possível que o vetor seja uma espécie de inseto extremamente rara e muito ativa (CELESTINO FILHO et al., 1993).

Celestino et al. (1987) realizaram um levantamento de insetos em lavouras com AF no Amapá, nas empresas Codepa e Munguba, com o objetivo de comparar os insetos de lá com os existentes no Pará. Os mesmos autores relataram a ocorrência de AF na lavoura da empresa Codepa, tanto em áreas cobertas com Puerária como em áreas onde existem gramíneas, em especial a Brachiária, sugerindo que o tipo de cobertura não exerce influência na ocorrência e distribuição da doença. Entretanto, obteve-se um maior número de espécies em diferentes famílias de homópteros (Derbidae, Cicadellidae e Flatidae) em áreas cobertas com gramíneas .

Contradizendo Bergamim et al. (1998) e Laranjeira et al. (1998), Van Slobbe (1988) relatou que a doença se propaga na mesma direção do vento predominante e suspeitou que seu agente causal poderia ser disseminado por um inseto sugador de folhas, sendo a cigarrinha da família Cixiidae, *Mindus crudus*, um dos principais suspeitos, por se encontrar

nas lavouras onde ocorre o AF e ser o transmissor do fitoplasma causador do amarelecimento fatal dos coqueiros na Flórida, EUA. Esse inseto foi identificado pela Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, PR.

Foto: Pedro Celestino Filho.



Fig. 8. Cigarrinhas coletadas em folhas de dendzeiros.

Foto: Pedro Celestino Filho.



Fig. 9. Ensaio sobre transmissão do agente causal do AF por meio de cigarrinhas: (a) aquisição do possível agente causal pela cigarrinha; b) transmissão para mudas de dendê.

Um inventário de *Homoptera* spp. e *Heteroptera* spp. foi realizado em plantios sadios e com amarelecimento fatal na Denpasa, em 1988. Foram encontradas 187 espécies de Homoptera e 55 espécies de Heteroptera. Doze espécies de Homoptera foram consideradas suspeitas (LOUISE, 1990).

Em 1988, os pesquisadores fitopatologistas Renard do IRHO-França e Anton de Kom Universitat van de Lande, da Adekus, Suriname, visitaram experimentos de amarelecimento fatal do dendzeiro na Denpasa, juntamente com o pesquisador Hércules M. Silva, e verificaram o ataque de lagartas *Sagalassa* sp. em raízes de dendê, mas não foram consideradas como causa provável do AF (EMBRAPA, 1989). Essa praga já foi relatada na Bahia e no Amapá, na Codepa.

Fitoplasmas

Por meio de teste molecular usando a Reação da Polimerase em Cadeia (PCR), Brioso et al. (2003) relataram a associação do fitoplasma do grupo 16S rRNA I em amostras de dendzeiro com AF provenientes do Pará. Posteriormente, num estudo de comparação da seqüência do fragmento de DNA do 16S rRNA do isolado brasileiro com os disponíveis no banco de dados do Genbank, Brioso et al. (2006) confirmaram a natureza fitoplasmática do organismo associado ao AF.

Os fitoplasmas são organismos procariontes, pleomórficos, pertencentes à seção Eubactéria e membro da classe dos Mollicutes. São desprovidos de parede celular e apresentam sensibilidade à tetraciclina. Localizam-se, geralmente, no floema e apresentam formas variando de arredondadas, filamentosas e pleomórficas e tamanho variando de 100 a 1.000 nanômetros. Até o momento, todos os fitoplasmas identificados causando problemas em plantas são transmitidos por insetos da ordem Homoptera, conhecidos popularmente como “cigarrinhas”. Dessa ordem de insetos, as superfamílias Cicadellidae, Delphacidae e Cixiidae são conhecidas como transmissoras de fitoplasmas. Os fitoplasmas podem ser diagnosticados por meio de testes sorológicos, PCR e microscopia eletrônica. Esses microrganismos encontram-se em baixo nível de concentração nas plantas afetadas, sendo mais observado em determinados tecidos da planta, o que pode dificultar a sua detecção (BRIOSO et al., 2005). O mesmo autor avaliou mais de 100 amostras de dendzeiros com sintomas de AF por meio de PCR, mas verificou a presença de fitoplasma em apenas quatro delas, número este considerado pequeno por vários pesquisadores, já que se trata de um teste altamente sensível.

Por vários anos, amostras de tecido de plantas com AF foram examinadas para detecção de fitoplasmas. Tanto IRHO como o Dr. E. W. Kitajima, da Universidade de Brasília, não detectaram esses microorganismos por microscopia eletrônica de transmissão.

Van Slobbe (1988) não observou o cessamento do crescimento do dendzeiro antes do aparecimento dos primeiros sintomas, como ocorre em coqueiro infectado pelo fitoplasma, conforme relatado pelo Dr. F. W. Howard. Foram feitos testes de injeção de antibióticos oxitetraciclina e estreptomicina para controle de fitoplasmas, utilizando a pistola injetora, tanto na prevenção de dendzeiros aparentemente sadios, quanto na reação da sintomatologia da doença, indicando que a patogênese não pertence ao grupo dos MLOs e bactérias. Com objetivo de conter o AF, fez-se a eliminação da cobertura, puerária e ervas daninhas em uma área de 38 ha, com o foco da doença, mas não diminuiu o índice aparente de infecção, indicando que o inseto transmissor não precisa da cobertura para sobreviver. Ainda foi feita aplicação mensal de inseticidas nos dendzeais, com o objetivo de controlar um possível vetor, mas não foi diminuído o índice aparente de infecção, embora deva ser mencionado que é impossível cobrir completamente os dendzeiros adultos com inseticidas. Fez-se também a absorção radicular de monocrotophos, bimensal, em 80 ha, na tentativa de diminuir o número de insetos sugadores e assim diminuir a disseminação, mas não se obteve resultado. Os experimentos de transmissão com cinco espécies de Homoptera, Derbidae e um Ciciidae, coletados nas palmeiras da plantação, que se alimentaram em dendzeiros doentes e sadios, não trouxeram resultados positivos. Milhares de insetos foram introduzidos em gaiolas e gaiolas de folhas.

Dr. M. Schuilling, que trabalha com coqueiros infectados pelos fitoplasmas na Tanzânia, visitou a Denpasa e executou um teste histoquímico, o DAPI (uso de corante específico para DNA, que atua como uma sonda fluorescente), nas amostras de dendzeiros doentes e sadios. No entanto, nas mais de 1.000 observações, todos os resultados foram negativos, indicando que o AF não era causado pelos fitoplasmas (VAN SLOBBE, 1991).

Amostras de plantas com AF foram enviadas para o prof. Nienhaus da Universidade de Bonn, Alemanha, e não foi detectada a presença de fitoplasma.

Alvarez e Claroz (2002) identificaram fitoplasmas em amostras de plantas de dendê na Colômbia com sintomas de *Marchitez Letal*. Segundo os autores, o teste de DAPI e PCR detectaram com grande sensibilidade o fitoplasma membro do 16 Srl no grupo do *aster yellow* nos tecidos do meristema, inflorescência e base das folhas.

Fungos e bactérias

Em fitopatologia, considerando a possibilidade de que fungos e/ou bactérias sejam causadores dessa doença, Silva (1989) coletou amostras de plantas doentes e, a partir destas, foram realizados isolamentos de organismos associados aos tecidos dos pecíolos, ráquis, folíolos, flechas e raízes. Os fungos e bactérias obtidos desse modo foram inoculados em plantas jovens e adultas na tentativa de reproduzir (postulado de Koch) os sintomas da doença, passo esse fundamental para o conhecimento do agente causal da mesma, e, conseqüentemente, o estabelecimento do método de controle.

Segundo Silva (1989), cerca de 26 isolados de fungos e 7 de bactérias foram obtidos, tendo-se realizado inoculações em plantas sadias com 9 fungos e 1 bactéria. A identificação foi realizada pelos pesquisadores Dr. I. L. Renard (IRHO), Dr. J. L. Bezerra (Ceplac) e Dr. Chales Robbs (UFRRJ). Estes verificaram que existe uma ampla gama de fungos e bactérias (Tabela 1), obtidos de isolamentos feitos da parte aérea de plantas doentes, que foram cultivados e inoculados da mesma maneira (parte aérea), sem atentar para as particularidades inerentes aos hábitos de cada um.

Tabela 1. Relação de fungos e bactérias isolados de dendzeiros com amarelecimento fatal.

Fungos		
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	<i>Pythium</i> sp.	<i>Chaetomium</i> sp.
<i>Microsphaera olivacea</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Rhizoctonia</i> sp.
<i>Curvularia pallescens</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Graphium</i> sp.
<i>Dacrylaria</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Mucor racemosus</i>
<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	<i>Curvularia hamata</i>
<i>Phytophthora</i> sp.	<i>Thielaviopsis</i> sp.	<i>Phoma</i> sp.
<i>Colletotrichum</i> sp.	<i>Phomopsis</i> sp.	<i>Gloeosporium</i> sp.
Bactérias		
<i>Aerobater aerogenes</i>	<i>Erwinia herbicola</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Bacillus polimix</i>	<i>P. putida</i>	<i>P. fluorescens</i>

Fonte: Silva (1989).

A princípio, os fungos foram cultivados em placas de Petri contendo BDA e, após 15 dias de cultivos, quando se obteve o crescimento total nas placas, o conteúdo (micélio) de dez placas foi triturado em 1 litro de água e, dessa suspensão, 20 mL foram injetados no centro da coroa das plantas e o mais próximo possível da base das flechas. Com a falta de resultado positivo, optou-se por induzir a esporulação dos fungos para permitir a dosagem ou quantificação dos esporos dos fungos *in vitro*, de modo a uniformizar a sua concentração. Utilizou-se, para tanto, diferentes meios seletivos apropriados para cada fungo. Para *Pythiaceos*, a melhor esporulação foi obtida cultivando o fungo por 15 dias em meio líquido de palmito de dendzeiro e água (200 g de palmito e 1.000 mL de água), sendo filtrado depois, e o micélio adicionado ao frasco contendo extrato de solo não esterilizado. Em seguida, foi incubado por 48 horas para produção de oósporos e zoósporos de *Pythium* sp., utilizados nas inoculações.

Em 1986, o Dr. Renard também isolou um fungo do gênero *Pythium* e considerou que deveria ser dada prioridade ao estudo desse fungo.

Dessa forma, Silva (1989) realizou alguns testes preliminares e verificou que o desenvolvimento vegetativo de *Pythium* spp. é muito maior em meio líquido do que em meio sólido. Após o crescimento micelial do fungo no meio líquido, foi utilizada a técnica do choque térmico, colocando os frascos com fungo em geladeira (± 5 °C), por 20 minutos, para provocar a produção de oósporos. Em testes preliminares, foram utilizados meios líquidos de cenoura-água e palmito de dendezeiro-água, obtendo excelente resultado em termos de crescimento. *Fusarium* foi cultivado em meios de farelo de trigo e farelo de arroz com bom resultado.

Para *Fusarium* sp., cultivou-se o fungo em meio de farelo de trigo ligeiramente umedecido durante 15 dias, fazendo viragem diária do meio para revolver o fungo e fazê-lo ocupar todos os espaços no frasco. Obteve-se, por esse método, grande esporulação tipo macroconídios, que, após calibragem do inóculo, foi utilizada nos testes de patogenicidade.

O basidiomiceto foi cultivado em meio ágar-cenoura, no qual formou apenas micélio e, a seguir, foi repicado para uma camada muito fina de ágar-água, obtida dispensando-se 5 mL desse meio no fundo de erlemeyer de capacidade 100 mL. Com esse método, obteve-se formação de basidiocarpos in vitro. O píleo dos basidiocarpos maduros foram retirados com auxílio de uma pinça e fixados com vaselina estéril. Após a liberação dos esporos na água, por meio de diluições sucessivas, conseguiu-se obter o inóculo calibrado pela contagem em hemacitômetro de Neubauer.

Posteriormente, foi instalado um novo teste de patogenicidade, desta vez utilizando-se o inóculo calibrado. Nesses testes, foram inoculadas plantas de viveiro, com um ano de idade, e os fungos inoculados foram *Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Coprinus* sp. e mistura dos três fungos. O delineamento foi inteiramente casualizado, usando-se 15 plantas por tratamento com 5 tratamentos, incluindo testemunha. O método de inoculação consistiu em se inocular 20 mL de suspensão de esporos não germinados na base das plantas e a concentração de esporos foi de 2×10^4 esporos por mL para todos os fungos. Cinco plantas foram feridas na base das flechas com um estilete de ferro esterilizado antes da inoculação e cinco foram inoculadas sem ferimento. Mais cinco plantas, três com ferimento e duas sem ferimento, foram deixadas como testemunha, sem receber inoculação.

Após as inoculações, as folhas centrais das plantas foram envolvidas com sacos plásticos previamente pulverizados com água, de modo a manter uma câmara úmida, deixadas durante 48 horas à sombra de árvores no campo.

Durante os trabalhos de isolamentos de fungos e bactérias de plantas doentes e inoculações em plantas sadias, Silva (1989) observou que plantas em bom estado de nutrição e vigor, quando inoculadas, não apresentavam sintomas de AF. Todavia, plantas de viveiro que vinham recebendo inoculações a cada 3 meses durante um ano e foram podadas, com a retirada de 70 % de suas folhas, apresentaram sintomas de AF 3 meses após a poda. Entre os microorganismos testados, os mais suspeitos foram *Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Phytophthora* sp., *Erwinia* sp., *Pseudomonas* sp. e nematóides não-identificados. Entretanto, segundo o autor, os resultados não mostraram resposta satisfatória em termos de obtenção da transmissão da doença. Os trabalhos de isolamentos mensais e inoculações quinzenais foram realizados durante um ano sem lograr resultados satisfatórios.

Também se fez inoculações de fungos em dendezeiros sadios, isolados dos dendezeiros doentes, mas não apresentaram resultados positivos. O mesmo aconteceu em experimentos com transmissão mecânica por meio de corte das folhas jovens cloróticas e da coluna da flecha dos dendezeiros doentes com sintomas iniciais, seguido de cortes de plantas sadias, cerca de 60 cm acima do ápice. O tratamento da superfície cortada com fungicidas não curou as palmeiras, muito embora tenha ocorrido, apenas temporariamente, o renascimento de folhas cloróticas, mesmo sem aplicação de produtos químicos.

Os patógenos testados foram selecionados de acordo com as peculiaridades mais relacionadas aos sintomas, ou por estarem mais freqüentes nos isolamentos realizados. Os trabalhos foram intensificados com esses fungos, procurando criar todas as condições adequadas para que estes pudessem ter chances de expressar sua patogenicidade. Os fungos mais freqüentemente isolados de dendezeiros com AF foram os dos gêneros *Pythium* e *Fusarium*. Isolados bacterianos e fúngicos foram inoculados isoladamente e em misturas em plantas de viveiro e adultas, para teste em diferentes métodos de inoculação:

- Inoculação com suspensão de tecido de flechas e da zona meristemática de plantas com AF.
- Inoculação de fungos e bactérias em plantas submetidas a estresses hídricos e físicos.
- Enxertos de pedaços de ráquis de plantas doentes em sadias.
- Uso de ferramenta de despalma, primeiro cortando as plantas doentes e, depois, as sadias.

Van Slobbe (1988) realizou experimentos visando ao controle de um possível fungo causador do AF, utilizando a injeção, por meio de pistola injetora, de três soluções fungicidas: Benomyl visando ao controle de *Fusarium* sp.; Metalaxyl + Folpet de *Phytophthora* sp.; e Fessetil + Alumínio, visando ao controle de fungos da família Pythiaceae. Além disso, foram testadas injeções de soluções de estreptomina para controlar uma possível bactéria causadora do AF. Entretanto, nenhum desses tratamentos teve sucesso na indicação de um possível patógeno. Não foi apresentado nenhum resultado, tanto na prevenção de palmeiras aparentemente sadias, quanto na reação da sintomatologia da doença, indicando que a patogênese não pertence ao grupo dos fungos.

A Denpasa também realizou alguns trabalhos visando à identificação do agente causal, testando tratamentos com fungicidas, incluindo benomyl, ridomyl, aliette, vitamax, antibióticos (oxitetraciclina, estreptomina e formalina) e inseticidas, o quais não propiciaram nenhum efeito curativo ou profilático. Esses fungicidas foram aplicados em plantas sadias e com AF. Testou-se também a aplicação de becemil, um produto usado para tratamento animal, com efeito fungicida, bactericida e viricida.

Segundo Bernardes (1999), de 11 amostras de raízes de plantas sem sintomas de AF, oito apresentaram algum tipo de bactéria, as quais não foram identificadas, uma com o fungo *Geotrichum* sp. e outra com o fungo *Fusarium* sp. De 12 amostras obtidas de plantas com AF, dez apresentaram *Fusarium* sp., duas com *Geotrichum* e nenhuma com bactéria. O fungo *Fusarium* sp. também foi isolado da região do colo de plantas com AF. As raízes de plantas avaliadas com sintomas apresentavam-se necrosadas.

Martins (2001) e Furtado (2001) analisaram as mesmas dez amostras de raízes de dendzeiros com e sem AF quanto à sanidade vegetal e identificaram os fungos fitopatogênicos *Fusarium* sp. e *Ceratocystis* sp. (atualmente chamado de *Chalara* sp.). Segundo Martins (2001), os fungos pertencentes ao gênero *Ceratocystis* são importantes agentes causais de murchas vasculares, cancrios e seca de ramos em árvores. A espécie *Ceratocystis fimbriata* é capaz de produzir etileno, que pode interferir no crescimento e desenvolvimento da planta. Algumas espécies de *Ceratocystis* são transportadas pelos vasos das plantas, quase exclusivamente via xilema, além de terem a capacidade de produzir toxinas dentro da planta hospedeira. Já no gênero *Fusarium*, existem várias espécies patogênicas causadoras de murchas e apodrecimento de raízes. Martins (2001) ressalta que os fungos *Fusarium* e *Ceratocystis* colonizadores do sistema vascular induzem o aparecimento de sintomas semelhantes aos de deficiências nutricionais.

Silva (1989), nas observações do dia-a-dia no campo, durante os trabalhos de erradicação de plantas e testes de métodos de controle, verificou que as áreas onde havia maior ocorrência de plantas com AF coincidiam com manchas de solo de características poucos desejáveis para a agricultura, por serem ora excessivamente arenoso, compactos, outras vezes com afloramento de laterita, ou ainda sujeitas a alagamentos periódicos em decorrência da má drenagem.

Alguns pesquisadores têm observado uma correlação positiva entre a chuva e a incidência da doença, mas não esclarece qual a causa ou o relacionamento associativo entre os dois. Também foi observado um aumento da incidência em direção ao vento, entretanto, Bergamin et al. (1998) contesta essa observação após avaliação epidemiológica temporal do AF.

Vários pesquisadores isolaram fungos e bactérias patogênicas provenientes de tecidos da parte aérea do dendzeiro, mas não obtiveram a reprodução da doença. Assim, faz-se necessário observar microrganismos em tecidos que não tenham sido estudados, tais como raízes e colo da planta, incluindo tecidos de plantas sadias. A observação da variabilidade de sintomas e evolução do problema tem levado a acreditar que diferentes

doenças existem em diferentes países. Assim, deve ser confirmado se suas diferenças são decorrentes somente das condições climáticas ou da presença de diferentes patógenos.

Alguns pesquisadores associam o AF à *podrición del cogollo* (PC) que ocorre na Colômbia. Entretanto, Ayala (2001), após uma visita a plantações no Pará, discordou da semelhança, já que o PC causa podridão do meristema, o que não ocorre no Brasil. A mesma pesquisadora ressalta que o AF é bastante diferente do PC — problema que ocorre no Equador (mais agressivo) e na Colômbia —, bem como destaca a estreita correlação da presença do patógeno com condições predisponentes do ambiente e da planta. Ayala (2001) também observou que todas as raízes das amostras coletadas de plantas com AF apresentaram algum tipo de podridão, o que pode explicar os sintomas de amarelecimento e necroses na parte aérea.

Na Colômbia, por meio do Postulado de Koch, provou-se que o PC é causado pelo fungo *Thielaviopsis paradoxa* (NIETO, 1996), hoje denominado *Chalara paradoxa*.

Vírus e viróides

Com os resultados negativos das inoculações de bactérias e fungos em dendzeiros, levantou-se a hipótese de que vírus e viróides poderiam estar associados ao AF, pois são relatados em coqueiros e também em palmáceas. Para detecção desses em dendzeiros, testaram-se os métodos de transmissão mecânica, microscopia eletrônica de transmissão e eletroforese bidimensional, envolvendo pesquisadores de instituições nacionais e internacionais.

Os testes de transmissão foram feitos por meio de ferramentas cortantes introduzidas em plantas com AF e, posteriormente, em plantas sadias. Além disso, foram feitos testes de extratos de palmas para palmas sadias, de palmas para plantas indicadoras de vírus e de raízes, estipe e ráquis de plantas com AF para plantas indicadoras de vírus. Entretanto, as transmissões mecânicas não tiveram sucesso aparente (TRINDADE et al., 2005).

Kitajima (1991) por meio da microscopia eletrônica de transmissão, foram observados tecidos ultrafinos de raízes, folhas e flechas de plantas sadias e com AF, mas nenhum patógeno foi verificado. Entretanto, o autor salientou que vírus isométricos pequenos e de baixa concentração são de difícil observação. Também não foi observada a presença de fitoplasmas, espiroplasmas e fitomonas.

Graças à observação de disseminação ao longo do vento predominante, levantou-se a hipótese de o pólen ser o possível disseminador do possível causador do AF. Assim, montou-se um ensaio de polinização assistida durante 17 meses, utilizando pólenes de plantas infectadas e a polinização de 89 plantas sem sintomas isoladas das doentes. Entretanto, não se obteve resultado.

Lin (1990) analisou comparativamente o padrão de proteínas utilizando extratos de plantas com e sem AF por meio de eletroforese em gel de poli-acrilamida e verificou a presença de dez bandas de proteínas com peso molecular que variaram de 31 kDa a 91 kDa, mas ambas não revelaram nenhuma diferença qualitativa aparente.

Lin (1989) avaliou amostras com e sem AF por meio de um protocolo de purificação viral, a partir de folhas de dendzeiros, até chegar à etapa de gradiente de sacarose, que foi analisada no fracionador de gradiente de densidade modelo ISCO 640, acoplado no detector de absorvância modelo ISCO UA-5, com filtro 254 nm. A análise indicou a presença de macromoléculas com coeficientes maiores que os observados em amostras sem AF. Em 1990, Lin tentou repetir sem sucesso o resultado obtido anteriormente.

A avaliação da presença de viróides em plantas foi feita pelos pesquisadores Singh, Simone Ribeiro, André Dusi e Antônio Ávila, utilizando o protocolo de Singh, modificado na Embrapa Hortaliças, em Brasília, DF. Foram coletadas cerca de 130 amostras de folhas e raízes, submetidas à análise de eletroforese. Eles detectaram a presença de ácidos nucleicos patogênicos, indicando que um organismo do tipo vírus ou viróides poderia estar associado ao AF. Ocorre que, nas últimas 70 análises, os resultados não foram satisfatórios, indicando haver pouca possibilidade de

se tratar de um organismo do tipo viróides. Outro fato que concorre para enfraquecer a hipótese de haver um organismo do tipo viróide é que não houve transmissão do AF por meio de ferramentas, o que, na prática, seria o meio mais eficiente de transmissão desse tipo de agente patogênico. Nos estudos de eletroforese realizados, utilizaram-se como controle sadio amostras coletadas na área do Rio Urubu, AM, onde não ocorre a doença. Testaram-se oito métodos de extração de ácido nucléico e, a princípio, verificou-se a presença de maior quantidade de RNA de fita dupla do tipo viróide em amostras doentes, quando comparado com as sadias, mas não chegaram a uma conclusão para o fato (SINGH et al., 1988). Ribeiro (1990), após várias repetições com plantas de dendê com e sem sintomas provenientes da Denpasa, observou dados inconsistentes, pois verificou de duas a quatro bandas típicas em plantas sadias e não em doentes e vice-versa. Bandas idênticas foram observadas em plantas de dendê do Rio Urubú, local onde o AF não ocorre. Em 1984, Dollet, estudando 12 amostras de folhas de dendzeiro, verificou uma banda fraca de ácido nucléico por meio da eletroforese bi-direcional (VAN SLOBBE, 1991).

Segundo Reisner e Beuther (1989), os RNAs de fita dupla (dsRNA) encontrados nas amostras podem ser uma indicação de infecção viral. Os autores destacam que, embora não se possa excluir definitivamente essa hipótese, a ocorrência de viróides em dendzeiros é pouco provável.

Em novas análises para avaliar a ocorrência de viróides, Beuther et al. (1992) realizaram testes de hibridização molecular utilizando sondas contra *coconut cadang-cadang viroid* (CCCVd), *potato spindle tuber viroid* (PSTVd) e *citrus dwarfing* (CdVd1). CCCVd já foi relatado infectando dendzeiro. Entretanto, não se obteve sucesso na detecção de viróides em amostras de dendzeiro com AF. Tem-se detectado dsRNA tanto em amostras doentes como sem sintomas. Mais de 15 espécies de dsRNA têm sido observadas com tamanho entre 400 e 4.000 pares de bases nesses dendzeiros. Esses autores relatam a pouca probabilidade de o AF ser causado por vírus ou viróides.

Amostras de dendzeiros com AF foram enviadas a vários pesquisadores envolvidos em estudos com vírus e viróides, como os professores F. Nienhaus, da Universidade de Bonn, na Alemanha; Riesner, Heinrich Heine,

Universidade de Dusseldorf, Alemanha; Kastelein e De Leeuw, da Holanda, que realizou estudos histopatológicos do floema e xilema; M. T. Lin, da Bioplanta do Brasil, que realizou estudos sorológicos; E. W. Kitajima, da Universidade Federal de Brasília, e Dollet (IRHO), que realizaram análises de microscopia eletrônica. Seus estudos não evidenciaram a associação de vírus ou viróides com o AF.

Nematóides

Segundo Silva (1996), suspeitou-se do envolvimento de fitonematóides com o AF em virtude de uma série de observações, como a ocorrência de AF em áreas onde se observaram, inicialmente, plantas com sintomas de anel-vermelho (AV), causado por *Bursaphelenchus cocophilus*, e a ocorrência de nematóides não identificados em tecidos de plantas com a doença, junto a áreas necrosadas das ráquis da flecha ou das folhas mais novas, centrais, amareladas e/ou com ressecamento progressivo, em cultivos da Denpasa. O autor, ao final das observações, conclui que não foram encontradas formas efetivamente fitoparasitas de nematóides que pudessem causar diretamente o AF, como causa primária (Tabela 2).

Analisando solos e plantações de dendê, Ferraz (2001) observou o nematóide *Bursaphelenchus cocophilus* em baixa população na parte aérea da planta. Entretanto, esse nematóide não foi observado em tecidos necrosados do ráquis da flecha ou das folhas mais novas, centrais e amareladas e/ou com secamento progressivo. Nos solos e raízes de plantas após a remissão das folhas, observou-se *Helicotylenchus* spp. e *Scutellonema* apenas no solo. Em plantas com sintomas iniciais, verificou-se a presença de *Helicotylenchus* sp. e nematóides predadores em altos níveis populacionais. O mesmo autor afirma não ter encontrado formas efetivamente parasitas que pudessem estar causando o mal, não sendo o nematóide a causa primária do AF, mas não foram realizados testes de inoculação com os mesmos em dendzeiros.

Tabela 2. Espécies de nematóides identificados em amostras de solo e raízes de dendezeiro com AF.

Nematóides		
<i>Rhadinphelenchus cocophilus</i>	<i>Hemicliciphora poranga</i>	<i>Paratrichodorus</i> sp.
<i>Xiphinema yaporense</i>	<i>Tylenchorhynchus crassicaudatus</i>	<i>Dorylaimellus</i> sp.
<i>Xiphinema brasiliensis</i>	<i>Basirotyleptus</i> sp.	<i>Tylenchus</i> sp.
<i>Aorolaimus</i> sp.	<i>Bursaphelenchus</i> sp.	<i>Criconemella</i> sp.
<i>Hoplolaimus</i> sp.	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>Scutellonema</i> sp.

A identificação foi realizada pelos pesquisadores Dr. I. L. Renard (IRHO) e L. C. C. B. Ferraz (Esalq).

Observações de sintoma e histologia

Segundo Kastelein et al. (1990), plantas com AF não têm radícelas, ao contrário de plantas aparentemente saudáveis. Tecidos de folhas, região apical de meristemas e radícelas de plantas saudáveis e com AF foram examinadas pelo microscópio de luz. Fungos e bactérias foram, frequentemente, mas nem sempre, observados em lesões necróticas nas folhas. Entretanto, não foram observados fora das lesões ou em tecidos vasculares das plantas com AF ou em tecidos de plantas aparentemente saudáveis. Observaram-se tiloses, frequentemente, obstruindo vasos do xilema das folhas afetadas. Em um dendezeiro doente no Equador, observaram-se células hipertróficas na camada epidérmica dos folíolos de uma folha flecha com lesões encharcadas.

De acordo com Van Slobbe (1991), palmeiras afetadas pelo AF não têm as pontas de raízes brancas. Embora as raízes primárias exibam a aparência saudável, mesmo após a dissecação, elas são completamente lignificadas e de coloração marrom a preta para muitas pontas. Raízes secundárias e muitas terciárias são completamente lignificadas também, sendo reduzido o volume das terciárias e, especialmente, das secundárias. No início da doença, entretanto, muitas raízes quaternárias são brancas. Segundo Kastelein et al. (1990), na região apical do meristema e raízes das plantas doentes, foram detectadas somente poucas células meristemáticas. Nenhum sinal de necroses ou apodrecimento pode ser detectado. Van Slobbe (1991) relata que, possivelmente, este seja o primeiro sintoma do

AF, mesmo aparentemente sadias na parte aérea. A ausência de pontas de raízes brancas no início do AF em palmas sugere que o crescimento das raízes tenha sido reduzido grandemente ou talvez interrompido completamente. Conseqüentemente, a absorção de nutrientes e água pode ser reduzida consideravelmente. A emissão de pequeno número de folhas ocorre, possivelmente, graças à reserva da planta.

Epidemiologia

Em virtude da complexidade da doença, Bergamin et al. (1998) e Laranjeira et al. (1998) realizaram testes epidemilógicos com a finalidade de verificar se o crescimento do AF no campo era de natureza linear ou exponencial, de uma doença infecciosa ou não-infecciosa, o que poderia indicar a sua causa.

Laranjeira et al. (1998), por meio do estudo do progresso espacial do AF numa lavoura no Município de Benevides, PA, a partir de dados fornecidos pela Denpasa, concluíram que o AF é de natureza abiótica, pois verificaram que não houve um padrão definido, tanto para o aparecimento quanto para o crescimento de focos. Além disso, não verificaram uma direção preferencial de disseminação e observaram uma tendência de plantas sintomáticas se concentrarem às margens dos riachos. Bergamin et al. (1998), também a partir de dados fornecidos pela Denpasa, obtiveram a mesma conclusão após a análise temporal do AF em lavouras no Município de Benevides, PA, pois o progresso mensal do AF foi linear entre os anos de 1985 e 1992, como acontece com problemas abióticos de outras plantas perenes, além de terem sido observadas curvas anuais com taxa mais-exponencial entre os anos de 1992 a 1997, o que não é observado por nenhuma doença biótica.

Bergamin et al. (1995) sugeriu que o AF poderia ser causado por estresse provocado por fatores como pouca ou muita água, alta ou baixa temperatura, alto conteúdo de sais solúveis no solo, pH do solo inadequado ao dendzeiro, deficiências ou excessos nutricionais, presença de compostos orgânicos tóxicos e intensidade e equilíbrio de nutrientes (INB). O mesmo autor compara o AF com declínio do citros, causado pelo INB associado ao excesso e deficiência de água, e sugeriu estudos visando a fatores abióticos para explicar a causa do AF.

Entretanto, segundo Van de Lande e Zadocks (1999), após avaliação epidemiológica espacial de dendzeiros com sintomas semelhantes ao do AF no Suriname, concluíram que a doença era causada por algum fitopatógeno e disseminado pelo vento.

Van Slobbe (1991) observou que as maiores percentagens de plantas afetadas pelo AF ocorriam nos períodos mais chuvosos.

Ao longo dos anos, o AF foi se disseminando pelos talhões de plantio da Denpasa. Em 1985, eliminou-se uma quadra, em 1986, outra quadra e, em 1990, já havia inúmeras quadras eliminadas pelo AF. No entanto, observou-se a disseminação no sentido do vento prevalecente (Sul-Oeste). O plantio de 1979 (IRHO) teve uma taxa de plantas doentes menor que do plantio de 1983. Hoje, existem várias plantas do plantio de 1979, provavelmente com potencial de resistência ao AF, já que estiveram expostas à doença por quase 30 anos.

Replântio

Segundo Van Slobbe (1988), parte aérea de plantas de dendê com AF foram eliminadas com o objetivo de diminuir a fonte de inóculo de um possível patógeno e, posteriormente, foram replantadas mudas sadias no mesmo local. Entretanto, após cerca de 8 meses, as novas plantas manifestaram os sintomas de AF mostrando a inviabilidade do replântio na área onde foi detectada, comprometendo de forma significativa a cultura do dendê. Esse fato foi observado também em outros plantios, além dos localizados em Benevides, PA.

Rouging

Segundo Van Slobbe (1991), com o objetivo de eliminar ou diminuir a disseminação da doença no plantio, plantas com AF foram eliminadas. Entretanto, observou-se um aumento da incidência da doença com o tempo. Foi feita a eliminação de plantas em V a partir da planta com AF ao longo do vento, com o objetivo de conter a doença, já que o autor observou que o AF se disseminava a partir do foco sob influência do vento. Também não foi observado resultado.

Transmissibilidade pela semente

Van Slobbe (1990) levantou a hipótese de o AF ser transmitido pela semente proveniente de plantas doentes, pois observou na Divisão I (abandonada) da Denpasa muitas plantas que germinaram espontaneamente, mas muitas delas, já com mais de um metro de altura, apresentavam sintomas da doença. Assim, coletaram-se milhares de sementes de 32 plantas de dendê com 6 e 20 anos de idade com AF. O autor misturou as sementes e semeou para proceder à germinação. Após 19 meses da germinação, as plantas não exibiram sintomas de AF. Os resultados sugeriram que um possível patógeno causador do AF não seja transmitido pela semente.

Estudos visando a uma possível causa abiótica Solo e nutrição

Van Slobbe (1988) relata que o PC e o AF são doenças e não um distúrbio funcional. Segundo o autor, os tipos de solo, nos vários locais onde o problema existe, são totalmente diferentes: na área de Santo Domingo, no Equador, os solos são vulcânicos jovens; na Bajo Calima e La Arenosa, na Colômbia, são aluviais e pesados, e no Suriname e no Brasil, são lateríticos e arenosos. O pH desses solos varia de 4 a 7, enquanto a pluviosidade anual está cerca de 1.600 mm na Codepa (Amapá, Brasil) e cerca de 6.000 mm na Bajo Calima (Colômbia). Em algumas localidades onde ocorre o AF, o dendê é a primeira cultura após a derrubada da floresta. Entre elas, estão a Denpasa e o projeto piloto Socfinco, no Amazonas, Brasil; o Shushufindi e o Palmoriente, no Equador; Victória, Phedra e Patamaca, no Suriname, e El Castilho, na Nicarágua. Em outros locais, a primeira cultura foi a da banana, como é o caso da plantação em Santo Domingo, no Equador; Sixaola, na Costa Rica; Cukra Hill, na Colômbia, e de pinus na Codepa, no Pará, Brasil.

O AF foi relatado em áreas cujos solos eram constituídos de manchas de areia quartzosa intercaladas com manchas de concreções lateríticas no Pará e, na Denpasa, onde ocorreu o AF, a área era de várzea alta, sujeita à inundação por períodos prolongados de 5 a 6 meses por ano (VAN SLOBBE, 1991).

Hartley (1968), em relatório de viagem de consultoria técnica às plantações de dendê do Pará, afirmou que cerca de 60 % dos solos da propriedade ex-SPVEA e ex-Sudam, hoje da Denpasa, deveriam ser evitados em razão das características edáficas inadequadas ao cultivo da palmeira, além de a distribuição de chuvas ser concentrada nos 5 primeiros meses do ano, baixando para níveis pouco recomendáveis nos meses de julho a novembro. No Amazonas, uma grande plantação foi projetada e iniciada em 1984, no Município de Tefé, pelo governo daquele estado, baseado no sistema Felda, da Malásia. Foram plantados 1.400 ha em uma área de várzea alta do Rio Tefé, sujeita à inundação por um período prolongado de 5 a 6 meses — dezembro a maio —, alternado com um período de estiagem de agosto a novembro, em que o solo resseca, chegando a rachar superficialmente (ALVARES-AFONSO et al., 1991). Após um período de abandono da cultura, foi feita a limpeza e poda severa das folhas do dendezal, em virtude da invasão de leguminosa trepadeira (puerária), e em menos de 1 ano houve um aumento de 36 para 1.950 plantas com AF na Divisão I do projeto (ALVARES-AFONSO, 1990).

Avaliação foliar

Viégas et al.(2000) realizaram um estudo sobre a concentração dos nutrientes Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas 1 (F1), 9 (F9) e 17 (F17) em dendzeiros Tenera sadios e com AF e o híbrido resistente *Elaeis oleifera* x *E. guineenses*) na área da Denpasa, onde foram selecionadas quatro plantas por tratamento. Com relação a Cu, verificaram que tanto as plantas de Tenera, nos diferentes tipos de folhas doentes, quanto as sadias tiveram a concentração abaixo da faixa ideal, apresentando as plantas com AF concentrações menores que as sadias. Plantas do híbrido tiveram concentrações adequadas (5 mg/kg a 8 mg/kg). Para Fe, observou-se na folha 1 teor de ferro acima do nível crítico (NC) somente no híbrido, sendo o nível em sadias e com AF semelhante. Na F9 e F17, todas as plantas tiveram suas concentrações acima do NC (50 mg/kg). Segundo os autores, o fato de a concentração ter sido, em plantas com AF, bem superior à das demais, pode-se conjecturar da relação da toxidez de Fe com o aparecimento do AF. Para Mn, observou-se também a concentração acima de NC para todas as folhas sadias, com AF e híbridos, com exceção

da planta com AF na F1. Na F17, verificou-se que a concentração estava abaixo que das demais. Para Zn, verificaram que todas as três folhas de plantas com AF apresentaram concentrações abaixo da faixa adequada em todas as folhas, enquanto folhas de plantas sadias e de híbridos tiveram a concentração dentro da faixa adequada. Viegas et al. (2000), com base nos dados do ensaio, sugeriram que os micronutrientes Cu, Zn, Mn, e Zn sejam responsáveis pelo aparecimento do amarelecimento fatal do dendzeiro e relataram a necessidade de aprofundar a pesquisa sobre a interação entre os nutrientes e o amarelecimento fatal (Tabela 3).

Tabela 3. Concentração de nutrientes em diferentes folhas de plantas de dendê dos tipos Híbrido e Tenera.

Tipos	Folha 1				Folha 9				Folha 17			
	Cu	Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Zn
Híbrido	9	46,6	59,6	18,6	5,7	65,3	90,3	14,0	5,2	70,0	152,3	11,0
Tenera	4,6	37,3	46,3	16,3	4,1	64,6	135,5	15,3	4,1	61,0	177,5	13,6

Fonte: Viégas et al. (2000)

Evolução de sintomas do AF a adubações com omissão de macro e micronutrientes

Com o objetivo de comparar os efeitos da adubação com e sem omissão de nutrientes sobre a evolução dos sintomas do AF do dendzeiro, foi realizado um ensaio na plantação de dendzeiro “Tenera” (IRHO), de 4 anos de idade, da Denpasa, no Município de Santa Bárbara, PA, em solo caracterizado como latossolo amarelo, textura média e clima do tipo Af, segundo classificação de Köppen (SILVEIRA et al., 2000).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com duas repetições, em uma área de 40 ha. As parcelas foram escolhidas ao acaso, sendo a escolha orientada pelo controle de identificação fitossanitário da empresa, que avaliou a evolução espaço-temporal do AF. Cada parcela foi composta, inicialmente, por nove plantas, em diferentes estádios de evolução do AF, totalizando 252 plantas em todo o ensaio. Foram avaliados 14 tratamentos formados pelo modelo elementos faltantes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, ferro, manganês, cobre, zinco e molibdênio) e com base em um tratamento de adubação

completa, que teve todos os elementos essenciais à nutrição das palmeiras. Um tratamento testemunha zero (sem adubação) foi implementado paralelamente como parâmetro comparativo. Foram aplicados 5 litros da adubação foliar por planta por meio de um pulverizador costal de vara longa, sem bico, com pulverização próximas à folha flecha.

A evolução dos sintomas foi avaliada mensalmente, durante 34 meses, com base em um sistema de notas de zero (0) a dez (10), de acordo com Souza et al. (1999), em que zero indica uma planta aparentemente sadia e dez, uma aparentemente morta (podendo ocorrer remissão).

Os autores observaram uma tendência de recuperação das plantas nos tratamentos com omissão de macronutrientes, semelhante ao tratamento de adubação completa, com exceção de Ca e S, em que houve uma certa estabilidade dos sintomas. A omissão de micronutrientes evoluiu para um aumento quase generalizado dos sintomas do AF, exceto para zinco. Houve uma evolução pronunciada na omissão de B e Cu, na qual o Cu se destacou mais. No tratamento com formulação completa, observou-se uma tendência de recuperação das plantas com AF. Sugeriu-se a adubação foliar das plantas com formulação completa, com exceção do N e P, para a área estudada.

Influência do micronutriente ferro

Viégas et al. (2000) cogitaram a possibilidade de o AF ser causado pelo desequilíbrio fisiológico provocado pela falta ou excesso de nutrientes ou pela interação negativa entre os mesmos, podendo ser ocasionada pela falta de oxigênio no solo. O encharcamento temporário, decorrente da presença de uma camada compactada, que ocorre entre 20 cm e 50 cm, pode permitir a anoxia em períodos determinados, o que provavelmente transforma o Fe por oxidação, ou mesmo é fortemente absorvido, tornando-se indisponível para as plantas. Assim, com base nos resultados obtidos por Viégas et al. (2000), nos quais foram observados teores de Fe mais elevados nas folhas 1, 9 e 17, quando comparado com o Tenera com AF, os autores executaram um ensaio em um plantio de dendê Tenera de 4 anos, no qual o solo é um latossolo amarelo de textura média, com características ácidas, pobre de bases trocáveis e com baixo teor de fósforo assimilável. Segundo os autores, a deficiência

de Fe pode ocorrer nas seguintes condições: a) em solos com baixo teor de Fe total; b) com altas concentrações de P, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn; c) pH elevado; d) pH baixo — acúmulo de Mn^{+2} no solo inibe a absorção de Fe; e) deficiência de K; f) variação genética. Altos níveis de P no substrato podem insolubilizar o Fe no solo e precipitá-lo na superfície das raízes, nos espaços intercelulares e no xilema, causando o aparecimento de sintomas de deficiência de ferro. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, perfazendo um total de 32 plantas. Cada unidade experimental foi representada por uma planta. Os tratamentos utilizados foram os com e sem sulfato ferroso em plantas sem e com AF (notas 0, 3, 5 e 8 de severidade). A solução de sulfato ferroso na dosagem de 50 mL por palmeira foi aplicada, acondicionada em saco plástico e aplicada na raiz primária, com base na metodologia de Mariau e Genty (1992). A raiz foi cortada perpendicularmente ao eixo, de modo que não perfurou a bolsa ou saco plástico com a solução. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados mensalmente, por meio da observação da redução ou evolução dos sintomas do AF nas folhas, bem como os teores de nutrientes nas folhas, principalmente o micronutriente Fe. Após 120 dias, observou-se que não houve nenhuma redução de sintomas nas plantas tratadas com sulfato ferroso. Algumas repetições, de plantas que receberam ou não a solução, não apresentaram evolução do AF, o que pode ser explicado pela variabilidade genética de dendezeiros.

Influência das propriedades físicas do solo

Uma das hipóteses da causa do AF são as propriedades físico-químicas do solo em áreas de ocorrência da doença. Diante disso, Baena (1999) selecionou três plantas em três áreas na Denpasa, em função do estado da planta, estabelecendo as seguinte notas:

- AF nota 0 – isenta de AF – parcela B3B, linha 90, planta 4, plantio de 1997.
- AF nota 3 – ocorrência média de AF – parcela 108B, linha 43, planta 4, plantio de 1988.
- AF nota 9 – grande ocorrência de AF – parcela 108B, linha 17, planta 24, plantio de 1988.

Em cada local, foi aberto um perfil de trincheira e, nas profundidades de 30 cm, 60 cm, 90 cm e 120 cm, foram coletadas amostras deformadas para determinar a granulometria e três amostras indeformadas, em anéis volumétricos de 100 cc, para determinar a densidade aparente; as porosidades totais, macro e micro; a capacidade de campo; o ponto de murcha e a capacidade de armazenar água disponível.

Os solos da área da Denpasa são, predominantemente, o latossolo amarelo textura média, na maioria das vezes, poucos mosqueados na profundidade de 30 cm a 40 cm, o que indica impedimento de drenagem.

Os valores médios da granulometria foram semelhantes entre as profundidades dos locais estudados, com destaque para o teor de argila, o que indica serem os solos da mesma classe textural.

Os valores de densidade aparente foram mais elevados no AFO, indicando ser este local mais compactado que outros. A porosidade total é mais baixa no AFO, em consequência de sua maior densidade. A microporosidade apresentou valores semelhantes entre locais. A macroporosidade apresentou-se mais elevada na profundidade 30 cm do local AF3.

Os baixos valores das capacidades de campo e de armazenar água disponível, bem como os relativamente altos do ponto de murcha, indicaram que basta um pequeno período sem chuva para se estabelecer condição de deficiência hídrica às plantas. Essa situação sugere a necessidade de se determinar a condição da água no solo, usando-se sonda de nêutrons, em dias alternados, no período mínimo de um ano (BAENA, 1999).

Silveira et al. (1999), com o objetivo de determinar se as propriedades físicas e químicas do solo podem contribuir com a ocorrência do AF, instalaram um experimento em áreas onde ocorre a doença. Para estudar a influência das propriedades físico-hídricas dos solos, foram abertos e descritos morfologicamente 19 perfis pedológicos distribuídos em diversas parcelas, às proximidades de plantas sadias e doentes. Nesses perfis, foram coletadas amostras de solo deformadas para análise química de macro e de micronutrientes, análises granulométricas (frações: areia, silte e argila), densidade global e real. Por outro lado, foram coletadas amostras

indeformadas em oito perfis, para determinação de retenção de água e de micro e macroporosidade e porosidade total do solo, totalizando, aproximadamente, 120 amostras deformadas e 48 indeformadas. Foram também coletadas amostras de folíolos de dendzeiros sadios e com AF em parcelas nas quais foram abertos os perfis pedológicos com a finalidade de se verificar o estado nutricional dessas palmeiras. Essas amostras foram analisadas na Embrapa Amazônia Oriental, para determinação dos teores de macro e micronutrientes.

Os solos analisados foram caracterizados como latossolo amarelo textura média, naturalmente bem drenados e profundos. Ficou evidenciada a presença de um adensamento ou compactação entre as profundidades de 30 cm e 60 cm, assim como a ocorrência de mosqueados na transição do horizonte A para o horizonte B (30 cm a 60 cm de profundidade), nas parcelas B2A, B3B, 64C, 97B, mostrando a saturação do solo na camada superficial, no período de maior precipitação pluviométrica do ano.

A saturação do solo com água, nesse período, acarreta a deficiência de oxigênio, na camada superficial do solo, sendo prejudicial ao dendzeiro por ser planta com dominância do sistema radicular distribuído horizontalmente próximo à superfície do solo.

A análise e interpretação de resultados obtidos referente às propriedades físicas de solos cultivados com dendê nas áreas de ocorrência do AF revelaram a ocorrência de uma camada mais adensada (compactada), principalmente nos horizontes AB e BA, evidenciada pelos valores mais altos de densidade aparente. Esse fato ocasiona uma diminuição da macroporosidade, provocando a saturação das camadas superficiais do solo, no período de maior precipitação pluviométrica. A saturação do solo com água durante esse período pode acarretar uma deficiência de oxigênio ao sistema radicular das plantas, ocasionando como consequência o apodrecimento de raízes. Esse fato pode induzir ao aparecimento de algum tipo de sintomas aéreos na forma de amarelecimento.

Os valores de densidade variando de 1,365 kg/m³ a 1619 kg/m³ prejudicam o desenvolvimento normal do sistema radicular, em virtude da dificuldade das raízes em romper essa camada mais compactada segundo Donahue et

al. (1983). Essa compactação pode ser resultante do emprego de máquinas e implementos pesados na preparação do solo e manejo da cultura. A porosidade total nesses solos é considerada de baixa porosidade. Quanto às condições de aeração, estas podem ser consideradas como médias a altas. No entanto, deve ser ressaltado que, durante o período chuvoso, as condições de aeração são diminuídas do solo.

A redução da infiltração da água nesses solos pela compactação pode ser provocada pelo uso de veículos e máquinas do solo.

Os resultados obtidos nesse estudo, segundo o autor, não permitiram estabelecer uma relação com o AF, embora teoricamente existam probabilidades de que essa hipótese seja aceita. O autor sugere a continuidade dos estudos referentes aos efeitos das propriedades físicas do solo.

Bernardes (2001) verificou, até então, que o estado do sistema radicular das plantas tinha sido pouco estudado e isso o motivou a realizar estudos das características do solo e sistema radicular.

Bernardes (2001) analisou áreas de plantio da Denpasa quanto à fertilidade, nutrição foliar e compactação do solo. Na parcela 76d com alta incidência de AF, verificou-se altos teores de nutrientes na folha, principalmente fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio, apontando como indicador a improbabilidade da causa do AF ter origem na deficiência ou desequilíbrio nutricional, embora as demais parcelas vizinhas tenham tido os mesmos tratamentos culturais. Observou-se a inexistência de um gradiente claro dos sintomas, na planta ou no terreno, gradiente este típico de deficiências nutricionais ou de toxicidade.

Quanto ao solo, verificaram-se indícios de que o pH decresce e os teores relativos de alumínio (m%) aumentam com o tempo. Ressaltou-se a baixíssima saturação de bases (V%) e o baixo teor de Mg em todas as amostras. A proporção entre Ca e Mg, com valores desejáveis na faixa de 2,8 a 33, também foi bastante desequilibrada, apresentando valores entre 3 e 12.

Em um ensaio, foram coletadas amostras de solo, em diversas parcelas, comparando-se, individualmente, o solo em torno de plantas saudáveis e com AF. Também foram coletadas amostras de raízes para análise química e do peso seco. Na parcela D4a, plantio 1992, analisando duas sem sintomas, duas com sintomas nota 8 e duas com sintomas nota dois, verificou-se uma tendência de as plantas mais doentes estarem localizadas em solos com maior saturação de alumínio, menor saturação de bases e maior teor de manganês. A análise química de raízes e radículas de plantas sem e com sintomas de AF na parte aérea mostrou uma leve tendência de ocorrer maior teor de alumínio e ferro nos tecidos de plantas com AF. Entretanto, verificou-se o inverso em alguns casos o que pode ser explicado pelo fato de plantas sem AF já estarem com sistema radicular danificado. O autor ressaltou que é pouco provável que os altos teores de alumínio e ferro, encontrados nas raízes e radículas dos dendezeiros da Denpasa, sejam os causadores do mal, pois raízes de dendezeiros plantados na Esalq em terra roxa também possuem condições semelhantes.

Com relação a água no solo e drenagem, o potencial de água no solo (força com que a água é retida no solo), medido por tensiômetro, observou-se no mês de março valores de baixa aeração, sendo os valores entre 0 bar e 0,075 bar indicadores de baixa aeração para a planta e, entre 0,075 bar e 0,30 bar, mais adequados para a planta. Bernardes (2001) resalta que plantas mantidas a baixa aeração podem favorecer a incidência de moléstias de raiz e, além disso, esta é uma situação que desfavorece o efeito corretivo de aplicações do solo com calcário e gesso.

Quanto ao peso seco das raízes, obtido de bloco de solo de 40 cm x 20 cm x 20 cm = 16 dm³, verificou-se uma quantidade inferior (8,1g) àquela esperada pela dimensão da parte aérea, comparando-se com as plantas sem AF (16 g).

Diante do quadro avaliado, Bernardes (2001) não chegou a alguma conclusão, levantou algumas hipóteses e postulou que a causa primária do AF está na danificação do sistema radicular das plantas e que os danos podem ser de origem química, física, biológica ou da combinação destas, sendo todas predisponentes ao aparecimento do AF. No caso de origem química, levantou as hipóteses de deficiência de algum elemento

favorecido pela anaerobiose do solo como o nitrito. A drenagem deficiente também poderia reduzir a nitrificação do nitrogênio orgânico do solo, causando deficiência de nitrogênio, cujos sintomas mais comuns são amarelecimento das folhas. Em suas análises realizadas a partir de tecidos das plantas (raízes e folhas), Bernardes (2001) não conseguiu demonstrar a associação evidente entre alguma desordem nutricional e o AF. Além disso, afirmou que há indícios de que o AF aparece mais intensamente no final do período chuvoso, na Denpasa. Quanto à origem biológica, o autor especula que se deve tratar de fungos apodrecedores de raízes. Segundo o autor, os sintomas apareceram em reboleiras em dendezeiros e, quando a planta com AF é replantada em outro local, o processo de agravamento da doença continua. No momento que os sintomas aparecem pelo amarelecimento da folha flecha, o sistema radicular já está bastante prejudicado, o que inviabiliza qualquer tentativa de controle via adubação do solo. Além disso, isso também inviabiliza a eliminação da parte aérea de uma planta com o objetivo de reduzir a evolução espacial do AF, porque a sua fonte de propagação pode estar na raiz da planta afetada.

Bernardes (2001) ressaltou que a compactação da camada superficial dos solos da empresa Palmas aparentemente é maior que os da Denpasa, pelo menos nas entrelinhas em que ocorre o trânsito de máquinas, e não ocorre AF naquela área. Assim, a compactação do solo, isoladamente, não poderia ser associada ao AF. O mesmo autor associa o insucesso das erradicações (apenas corte da parte aérea) de plantas com AF com objetivo de eliminar uma possível fonte de inóculo de fitopatógeno com o fato de este poder ser habitante do solo. Ele, então, sugeriu que o fato de o sistema radicular já estar bastante danificado no início do aparecimento radicular pode explicar a falta de resposta das plantas às aplicações de nutrientes via solo.

Rodrigues et al. (1999, 2000) também relataram camadas compactadas que podem ter levado ao esgotamento de oxigênio temporariamente, durante o período de maior precipitação pluviométrica, e sugeriram o uso de subsolagem profunda, a eliminação de plantas como a puerária, para permitir a evapotranspiração e a realização de uma rede de drenagem para remover o excesso de água.

Efeito da aplicação do calcário dolomítico sobre o AF

Foi montado um experimento em casa-de-vegetação da Embrapa Amazônia Oriental, com o objetivo de avaliar a relação entre a acidez do solo causada pelo alumínio e o aparecimento do amarelecimento fatal do dendeeiro. A necessidade de calcário (NC) foi calculada pelo método de saturação por bases, segundo a fórmula $NC = (V2-V1)T/100$ onde $T = S + H + A$; $S = Ca + Mg + K + e$ e $V = 100S/T$. Foram testados os seguintes tratamentos: T1 – 0 % (saturação por base inicial do solo); T2 – 20 % de saturação por bases; T3 – 40 % de saturação por bases; T4 – 60 % de saturação por bases e T5 – 80 % de saturação por bases.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com seis repetições. Como substrato, utilizou-se material coletado da camada de 30 cm de profundidade de um latossolo amarelo de uma antiga quadra da Denpasa, onde todas plantas de dendê foram dizimadas pelo amarelecimento fatal. A avaliação foi feita 7 meses após o plantio de mudas referentes à altura das plantas, circunferência do coleto e número de folhas em função dos tratamentos. Verificou-se que as plantas apresentaram bom desenvolvimento vegetativo. Apenas uma planta do tratamento com 40 % de saturação apresentou-se com leve suspeita de AF, mostrando amarelecimento dos folíolos com necrose inicial nas extremidades, mas não teve diagnóstico preciso.

Os resultados não ofereceram sobre aspectos nutricionais nenhuma indicação de uma possível relação entre o efeito dos nutrientes e o aparecimento do AF. Os autores sugeriram que novos estudos desse tipo fossem realizados para chegar a uma conclusão definitiva.

Resistência

Clones

Segundo Teixeira (1996), o dendeeiro é uma planta de fecundação cruzada, cujo melhoramento demora de 10 a 15 anos para a avaliação de um cruzamento de Dura x Pisífera. Há uma distribuição aproximadamente normal em termos de produção de frutos por planta entre as populações de Tenera, que varia entre 21 kg a 77 kg, correspondendo de 3 a 11

toneladas de óleo por ano. A produção de clones a partir de plantas com características agronômicas ideais levaria a uma maior produção de óleo por hectare. Além disso, a clonagem permitiria a manutenção do jardim clonal de diversas matrizes, dentre elas as de Dura e Pisífera para produção de sementes superiores.

Teixeira (1996) aponta que há vários trabalhos relatados referentes à metodologia de cultura de tecidos de dendê, entretanto, comercialmente, há somente clones desenvolvidos e patenteados por uma empresa francesa. Em vários trabalhos, obtiveram-se plantas clones com anormalidades, tais como: inflorescência andrógina, frutos do tipo "Mantled" e partenocárpicos. Comparando clones e cruzamentos, observaram-se maior homogeneidade dentro dos clones e o aumento de 14 % na produção de cachos. Há variações de anormalidades, que podem variar de poucas anormalidades em frutos até abortamento de cachos. Há raras anormalidades sérias, mas muitas delas pode ser revertidas.

Existem várias vantagens para o uso de clones e, dentre elas, está a maior sincronização do florescimento; o aparecimento de anormalidades é da ordem de 3 %, sendo parte reversível; o comportamento da população de clones é melhor; a uniformidade dentro dos clones é sempre alta; o ganho em produção é maior em 14 % para as melhores matrizes e pode ser melhor ainda de acordo com a seleção (TEIXEIRA, 1996).

Até o presente momento, não há no Brasil protocolos de produção de clones de dendzeiro. Este se encontra em fase de pesquisa na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen) e na Embrapa Amazônia Oriental (CPATU).

Híbrido interespecífico

No gênero *Elaeis*, existem duas espécies com interesse agronômico, que são: *E. guineenses* ou dendê africano e *E. oleífera* ou caiaué, ou ainda dendê americano. Segundo Barcelos et al. (1987), a espécie africana é a oleaginosa de maior produtividade, alcançando até 7 toneladas de óleo por hectare, enquanto, de acordo com Ooi et al. (1981), a segunda espécie alcança somente 25 % desse valor.

Hartley (1988) salientou a importância do *E. oleifera*, conhecida com o nome comum de caiaué, que se comportava resistente em áreas com AF, para o programa de melhoramento genético quando cruzado com *E. guineensis*, originando um híbrido interespecífico. Daí, deu-se os procedimentos com o programa de melhoramento e, recentemente, obteve-se um híbrido com resistência e produtividade boa de óleo.

A espécie *E. oleifera* é amplamente distribuída na Amazônia Brasileira, sendo pouco conhecidas as suas características, como a existência do modelo de variação entre os materiais coletados nas suas condições naturais, fatores muito importantes na definição do programa de melhoramento para exportação dos recursos genéticos da espécie (OOI et al., 1981).

Na Estação Experimental do Rio Urubu (EERU), é mantida uma coleção de *E. oleifera* com bastante diversidade genética, coletada de 15 localidades da região Amazônica e muito promissora para os programas de melhoramento (GHESQUIÈRE et al., 1987).

Problemas ligados à competição entre os indivíduos híbridos decorrentes do seu vigor excessivo, à má formação dos cachos advinda de problemas de fertilidade e a baixa taxas de extração industrial de óleo vêm limitando a sua ampla utilização em plantios comerciais.

Estudos realizados por Durand-Gasselin (2005) também indicaram que *E. oleifera* tem fonte de resistência ao fungo *Ganoderma* sp., quarentenário no Brasil, e ao *Fusarium*, o que foi também verificado no híbrido de *E. oleifera* e *E. guineensis* por Vallejo e Cassalett (1975).

Muller e Alves (1998) avaliaram diferentes materiais genéticos provenientes de cruzamentos entre *E. guineensis* e *E. oleifera* produzidos pela Embrapa Amazônia Ocidental e Oriental, sendo algumas linhagens de híbridos interespecíficos simples (F1) e retrocruzamentos (BC1 e BC2). Foram instaladas duas quadras contendo o material obtido. Na plantação da CRAI/Agropalma, situada no Município de Tailândia, PA, foram instaladas, em março de 1991, 15 linhagens plantadas em linhas sem repetição, sendo cada linhagem representada por 14 plantas úteis.

Entre os maiores problemas do híbrido interespecífico, estão a baixa fertilidade dos pólenes, que pode ser parcialmente resolvida pela polinização assistida, e alta variabilidade da fertilidade feminina, grandemente responsável pela baixa taxa extração de óleo de híbridos. Também verificou-se a suscetibilidade do híbrido à fusariose.

Em um levantamento realizado por Viéguas et al. (2000), observaram-se que o híbrido, em comparação com o 'Tenera' comercial, apresentava teores de Fe e Cu nas folhas 1, 9 e 17 mais elevados.

Plantas remanescentes com potencial de resistência

Nos plantios com altas incidências de AF na Denpasa (Santa Bárbara, PA) e na Marborges (Mojú, PA), foram observadas plantas de mais de 26 anos que sobreviveram à doença. Essas plantas podem ter um grande potencial nos programas de melhoramento genético de dendzeiro caso tenham de fato genes de resistência ao AF. Elas são objetos de estudos na Embrapa visando à otimização de protocolos de propagação vegetativa via micropropagação de dendzeiro; avaliação do polimorfismo por meio de marcadores RAPD entre dendzeiros remanescentes e suscetíveis ao AF dentro de plantios comerciais do Pará sob pressão da doença; associação das plantas remanescentes possivelmente resistentes a um possível marcador molecular, bem como estimativa da estrutura e diversidade genética nas populações.

Fatos conhecidos a respeito do AF relacionados por diferentes pesquisadores

1. A princípio, os casos de AF ocorreram ao acaso e, durante vários anos, ocorreu um crescimento linear no número de casos de AF, até atingir 2 % a 3 % de plantas. A partir daí, o crescimento de casos foi exponencial.
2. Agregação de plantas com AF ocorreu com o número de casos superior a 3 %. Crescimento mais que exponencial ocorreu após 15 anos.
3. Não há correlação com o tipo de solo.

4. Não há uma correlação com o excesso de água no solo.
5. Recuperação natural ou remissão dos sintomas é possível, mas a recuperação é rara.
6. Há, aparentemente, uma correlação positiva com a chuva, não havendo casos de AF verificados em regiões de déficit hídrico, no caso brasileiro.
7. O crescimento do problema não é direcional, não havendo correlação com o vento. Esse aspecto merece maiores considerações.
8. Curvas temporais e espaciais não são típicas de causas bióticas.
9. Não há gradiente claro dos sintomas, o que seria típico de deficiências nutricionais ou de toxidade. Há casos de plantas totalmente sadias ao lado de doentes.
10. Palmeiras de todas as idades são susceptíveis ao AF.
11. A incidência de AF é mais acelerada em áreas de replantios.
12. Palmas afetadas continuam a frutificar, mas em escala mais reduzida.
13. Há evidências de que a matéria orgânica exerce um efeito positivo na recuperação das plantas afetadas, dependendo do cruzamento.
14. Há resistência genética ao AF de *E. oleifera* e seus híbridos >IRHO>PNG.
15. Não foi possível completar o postulado de Koch para o AF.
16. Há evidências claras de que o AF seja fatal. HBN e MSR são mais susceptíveis ao AF e sucumbem com maior facilidade.
17. Há uma correlação entre um menor desenvolvimento radicular e incidência de AF. Aparentemente, o problema radicular ocorre antes da manifestação dos sintomas de AF, na parte aérea.

Silva et al. (1995) verificaram que, durante o período de atuação do PPD, foram registradas as seguintes observações:

1. Em quase 100 % das plantas portadoras de AF, detectou-se nematóides não identificados nos tecidos de flechas, folhas jovens e zona meristemática.

2. Todos os insetos *Rhynchophorus palmarum* examinados apresentavam alta contaminação por ácaros vermelhos.
3. A poda das folhas nos experimentos de inoculação com fitopatógenos em pré-viveiro parece ter causado a uma predisposição das mudas, já que passados 5 meses, estas apresentaram sintomas de AF.
4. No replantio de mudas em áreas onde as plantas com AF foram erradicadas, passados 6 meses as novas mudas apresentaram sintomas. Mas antes do transplante essas mudas sofreram podas de raízes, o que deve ter propiciado estresse, como no caso das folhas.
5. Nas grandes plantações, observou-se uma maior severidade do AF em áreas com solo muito arenoso, às vezes concrecionário com zonas de impedimento e, em outros casos, em áreas sujeitas a inundações periódicas, o que pode favorecer agentes fitopatogênicos.
6. A falta de controle *R. palmarum* disseminador do nematóide causador do anel-vermelho parece ter aumentado a quantidade de microorganismos nas plantas com afetadas.
7. O inseto *Metamasius* sp. é portador do nematóide *Bursaphelenchus cocophilus*.
8. Duas áreas pertencentes a pequenos produtores apresentaram AF e em uma delas havia problema de drenagem deficiente e, nos meses mais chuvosos, parte da plantação fica inundada.
9. No meio da capoeira em regeneração e em solo muito pobre, foi plantado o dendzeiro. Após 4 anos, foi feita uma poda intensa de folhas, o que atraiu um elevado número de insetos e, pouco tempo depois, essas plantas apresentaram o AF.
10. A população de *R. palmarum* era muito alta e, de 350 destes, 35 % estavam contaminados com *R. cocophilus*, 68 % com fungos e bactérias, 85% por ácaros vermelhos e 30 % com nematóides não identificados. Isso leva os autores a acreditar que o AF seja causado por um complexo de patógenos associados a fatores de estresses.

Sugestões dos pesquisadores para novas pesquisas

Para dar prosseguimento à identificação da causa do AF, pesquisadores de diversas áreas se reuniram no Encontro Técnico sobre o Amarelecimento Fatal, em 1995, na Embrapa Amazônia Oriental, e sugeriram novas ações de pesquisas. São elas (TRINDADE, 1995; DENPASA, 2001):

1. Análise epidemiológica do AF.
2. Análises fisiológicas e bioquímicas em *E. oleifera* e *E. guineensis*, visando à detecção de metabólitos secundários para compreender o mecanismo de resistência ao AF.
3. Análise da região do meristema de *E. oleifera*, *E. guineensis* e híbridos para detectar a presença de vírus, viróides e fitoplasmas.
4. Verificação da possibilidade de o nematóide causador do anel-vermelho estar associado ao amarelecimento fatal, inclusive no plano de enzimas.
5. Avaliação da possibilidade da transmissão do AF por ácaros do grupo dos heliofídeos.
6. Tentativa de inoculação do AF por insetos Cicadelidae em folhas jovens.
7. Levantamento físico-químico do solo e da nutrição de plantas, quanto a macro e microelementos, em áreas afetadas e não afetadas, e em decorrência do manejo.
8. Estabelecimento de ensaios com mudas em áreas afetadas e sadias, empregando a técnica do elemento faltante.
9. Estudo da atividade enzimática em plantas doentes e sadias e sua correlação com níveis de cobre.
10. Ensaio de aplicação de micronutrientes por via foliar em plantas afetadas pelo AF.

11. Avaliação da ação de hormônios em plantas afetadas por AF.
12. Monitoramento microambiental no dendezal subespontâneo resultante da rebrota de dendezal afetado e em plantios jovens.
13. Avaliação da associação entre hospedeiros de insetos na flora das áreas afetadas por AF.
14. Verificar se o amarelecimento fatal é decorrente da ação de um complexo de microorganismos.

Considerações finais

Atualmente, o AF ainda continua sem a sua causa esclarecida. Diante dessa revisão de artigos científicos e, principalmente, de relatórios elaborados pelos pesquisadores que investigaram o AF em demasia, ficou evidente que a causa do AF se encontra no solo. Algumas novas hipóteses foram levantadas baseadas nessa revisão, novos estudos e visitas ao campo estão sendo estudados pela equipe de pesquisadores das unidades da Embrapa Amazônia Oriental, Amazônia Ocidental, Roraima, Semi-Árido, Recursos Genéticos e Biotecnologia, Sete Lagoas e do Instituto Biológico de São Paulo. Esse projeto é de caráter multidisciplinar e consta de pesquisadores da área de fitopatologia, entomologia, fisiologia vegetal, genômica, biotecnologia, sensoriamento remoto, solos, botânica e química. Segundo estudos prévios do Dr. Adriano Venturieri (Embrapa Amazônia Oriental), da área de sensoriamento, o fenômeno AF está associado às condições edafoclimáticas.

Referências

- AGRIANUAL 2006: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2006. 504 p.
- ALVARES-AFONSO, F. M. **Projeto de assentamento de dendê**. Brasília, DF: Incra, 1990.
- ALVAREZ, E.; CLAROS, J. L. Caracterización molecular y clasificación de fitoplasmas asociados con la palma de aceite. In: CONGRESO NACIONAL DE FITOPALOGÍA, 23., 2002, Bogotá. [Anais...] Bogotá: Ascolfi, 2002.

AYALA, L. S. Relatório de visita à Denpasa (1999). In: DENPASA. **Pesquisa sobre amarelecimento fatal do dendeeiro**. Belém, PA, 2001. v. 1, 319 p.

BARCELOS, E.; PACHECO, A. R.; MÜLLER, A. A.; VIÉGAS, I. de J. M.; TINÔCO, P. B. **Dendê**: informações básicas para o seu cultivo. Belém, PA: Embrapa Uepae de Belém: Brasília, DF: Embrapa-DDT 1987. (Embrapa Uepae de Belém. Documentos, 1).

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; LARANJEIRA, F. F.; BERGER, R. D.; HAU, B. Análise temporal do amarelecimento fatal do dendeeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 391-396, 1998.

BERNARDES, M. S. R. Relatório de visitas à plantação de Paricatuba, na Denpasa, visando à identificação das causas do AF (1999). In: DENPASA. **Pesquisa sobre amarelecimento fatal**. Belém, PA, 2001.

BEUTHER, E.; WIESE, U.; LUKAS, N.; VAN SLOBBE, W. G.; RIESNER, D. Fatal yellowing of oil palms: search for viroids and doubled-stranded RNA. **Journal of Phytopathology**, v. 136, n. 4, p. 296-311, 1992.

BRIOSO, P. S. T.; MONTANO, H. G.; FIGUEIREDO, D. V.; POLTRONIERI, L. S.; FURLAN JUNIOR, J. Amarelecimento fatal do dendeeiro: seqüenciamento parcial do fitoplasma associado. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 24., 2006, Botucatu, SP. [Anais...] Botucatu: [s.n., 2006?]. v. 32, p. 50.

BRIOSO, P. S. T.; MONTANO, H. G.; TRINDADE, D. S.; POLTRONIERI, L. S.; FURLAN JUNIOR, J. Etiologia do amarelecimento fatal do dendeeiro. In: POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. S.; SANTOS, I. P. dos (Org.). **Pragas e doenças de cultivos amazônicos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005, p. 399-429.

BRIOSO, P. S. T.; MONTANO, H. G. Fitoplasma do grupo 16S rRNA I associado ao amarelecimento fatal de *Elaeis guineensis*. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 26., 2003, Araras, SP. [Anais...] [Araras, SP: s.n., 2003?].

BRIOSO, P. S. T.; MONTANO, H. G. Fitoplasmas no Brasil. In: POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R. (Org.). **Manejo integrado das principais pragas e doenças de cultivos amazônicos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. v. 1, p. 165-180.

CELESTINO FILHO, P; LOUISE, C.; LUCCHINI, F. Estudos de transmissão do amarelecimento fatal do dendzeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq), com insetos suspeitos. In: CONGRESSO BRASILEIRO FATAL DO DENDEZEIRO, 14., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: [s.n.], 1993. p. 194.

CELESTINO FILHO, P; VAN SLOBBE, W. G.; FREIRE, F. O.; LOUISE, C.; SOUZA, L. A. **Relatório técnico de viagem a plantações de dendê na CONDEPA e MUNGUBA, Amapá (AP), com ênfase no Estado do amarelecimento fatal (podridão de flecha) (24/05 a 28/05/1987)**. Belém, PA: Embrapa Uepae de Belém, 1987. (Embrapa Uepae de Belém. Documentos, 4). 14 p. Datilografado.

DENPASA. **Pesquisa sobre amarelecimento fatal**. Belém, PA, 2001. 319 p.

DONAHUE, R. R.; MILLER, R. W.; SHICKLUNA, R. C. **Soils: an introduction to soils and plant growth**. 5. ed. New York: Prentice Hall, 1983. 667 p.

DURAND-GASSELIN T.; ASMADY H.; FLORI A.; JACQUEMARD J. C.; HAYUN Z.; BRETON F.; DE FRANQUEVILLE, H. Possible sources of genetic resistance in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) to basal stem rot caused by *Ganoderma boninense* – prospects for future breeding. **Mycopathologia**, v. 159, n. 1, p. 93-100, 2005.

VIAGENS. **Polo de Pesquisa de Dendê Informativo**, Belém, PA, v. 2, n. 4, p. 3, mai/jun. 1989.

ERVAS daninhas, pragas e doenças. Disponível em: <<http://www.paraquat.com/Default.aspx?tabid=1248>>. Acesso em: 03 jan. 2008.

FERRAZ, L. C. C. B. Relatório final - Apoio técnico na especialidade de nematologia de plantas. In: DENPASA. **Pesquisa sobre amarelecimento fatal**. Belém, PA, 2001.

FRANQUEVILLE, H. **La pudrición del cogollo de la palma aceitera em America Latina:** revisión preliminar de hechos y logros alcanzados. [S.l.]: CIRAD. Departamento de Cultivos Perennes, 2001. 41 p.

FREIRE, F. C. O. **As doenças do dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.).** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1988. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular técnica, 2).

GHEQUIÈRE, M.; BARCELOS, E.; SANTOS, M. M.; AMBLARD, P. Polymorphisme enzymatique chez *Elaeis oleifera* H. B. K. Cortés (*Elaeis melanococca*): analyse des populations du bassin amazonien. **Oléagineux**, v. 42, n. 4, p. 143-153, 1987.

HARTLEY, C. W. S. **The oil palm.** Essex: Longman, 1988. 761 p.

KASTELEIN, P.; VAN SLOBBE, W. G.; LEEUW, G. T. N. Symptomatology and histopathological observations on oil palms from Brazil and Ecuador affected by fatal yellowing. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v. 96, n. 2, p. 113-117, 1990.

KITAJIMA, E. W. **Report to Uepae de Belém about E. M. observations on tissues of healthy and by AF affected palms from Denpasar.** Brasília, DF: Universidade de Brasília – Departamento de Biologia Celular, 1991. 2 p. Typescript (unpublished).

LARANJEIRA, F.F.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; BERGER, R.D.; HAU, B. Análise espacial do amarelecimento fatal do dendzeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 397-403, 1998.

LIN, M. T. **Comparative analysis of oil palm tissues with and without fatal yellowing symptoms by centrifugation:** technical report-research contract Denpasar-Bioplanta. [S.l.: s.n], 1989. 5 p. Typescripts (unpublished).

LIN, M. T. **Study on fatal yellowing of oil palms:** two technical reports-research contract Denpasar-Bioplanta. [S.l.: s.n], 1990. 24 p. Typescripts (unpublished).

LOUISE, C. Inventory of Homoptera and Heteroptera in relation to the amarelecimento fatal disease. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON THE IDENTIFICATION AND CONTROL OF THE CONTROL OF THE ORGANISM (s) AND/OR OTHER FACTOR CAUSING THE SPEAR ROT SYNDROME IN OIL PALM, 1., 1990, Paramaribo, Suriname. **Proceedins...** Paramaribo, Suriname: [s.n.], 1998. p. 36–46.

MARIAU, D.; GENTY, P. Méthode de lutte contre les ravageurs du palmier à huile et du cocotier par absorption radiculaire. **Oléagineux**, v. 47, n. 4, p. 191-193, 1992.

MARTINS, A. N. Relatório referente às análises microbiológicas realizadas em amostras de raízes de dendzeiros com e sem sintomas de amarelecimento fatal, provenientes de plantios da Denpasa, Pará. In: DENPASA. **Pesquisa sobre amarelecimento fatal**. Belém, PA, 2001.

MORALES, F. J.; LOZANO, I.; SEDANO, R; CASTAÑO, M.; ARROYAVE, J. A. R. Partial characterization of a potyvirus infecting african oil palm in South America. **Journal of Phytopathology**, v. 150, n. 4-5, p. 297-301, 2002.

MORALES, F. J.; LOZANO, I.; VELASCO, A. C.; ARROYAVE, J. A. Detection of a fovea-like virus in African oil palms affected by a lethal 'ringspot' disease in South America. **Journal of Phytopathology**, v. 150, n. 11-12, p. 611-615, 2002.

MULLER, A. A.; ALVES, R. M. **Avaliação de materiais genéticos de dendzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) no Estado do Pará: uma alternativa de solução para o amarelecimento fatal**. Belém, PA: Embrapa CPATU, 1998. (Embrapa CPATU. Pesquisa em Andamento, 174). 5 p.

NIETO, L. E.; GOMEZ, P. L.; LOZANO, C. Identificación y reproducción del complejo Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). **Revista Palmas**, Santafé de Bogotá, Colombia, v. 17, n. 1, p. 63-68, 1996.

OOI, S. C.; SILVA, E. B.; MÜLLER, A. A. E.; NASCIMENTO, J. Oil palm genetic resources – native *E. oleifera*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, n. 3, p. 385-395, 1981.

REES, R. W.; FLOOD, J.; HASAN, Y.; COOPER, R. M. Effects of inoculum potential, shading and soil temperature on root infection of oil palm seedlings by the basal stem rot pathogen *Ganoderma boninense*. **Plant Pathology**, v. 56, n. 5, p. 862-870, 2007.

VIÉGAS, I. de J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; FURLAN JÚNIOR, J.; TRINDADE, D. R.; THOMAZ, M. A. A. **Teores de micronutrientes em folhas de dendzeiros sadios e com sintomas de amarelecimento fatal**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000. **Anais...** [S. l.: s. n., 2000?]. 1 CD-ROM.

RIBEIRO, S. G. **Relatório das análises de eletroforese em gel, realizados no Cenargen**. Brasília, DF: [s.n.], [19--?]. 17 p. Typescript.

RIESNER, D.; BEUTHER, E. **Investigations of diseased and symptomless oil palms from Denpasa oil palm estate: search for viroids and for double-stranded RNA**. Report to Denpasa. Dusseldorf, Germany: Herinch Heine Univversität Dusseldorf, 1989. 22 p. Typescript (unpublished).

RIVERA, C.; PEREIRA, R.; MOREIRA, L. Detection of potyvirus-like particles associated with oil palms (*Elaeis guineensis*) in Ecuador. **Plant Disease**, v. 80, n. 11, p.1301, Nov. 1996.

RODRIGUES, T. E.; VIÉGAS, I. de J. M.; TRINDADE, D. R.; SILVA, H. M.; FRAZÃO, I. A. **Influência das propriedades físicas do solo na ocorrência do Amarelecimento fatal do dendzeiro (relatório parcial)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 8 p.

RODRIGUES, T. E.; VIÉGAS, I. de J. M.; TRINDADE D. R.; SILVA, H. M.; FRAZÃO, D. A. C.; CORDEIRO, R. A. M. Influência das propriedades físicas do solo na ocorrência do amarelecimento fatal do dendzeiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL AGRONEGÓCIO DO DENDÊ: UMA ALTERNATIVA SOCIAL, ECONÔMICA E AMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA, 2000. Belém, PA, [Resumos...] [Belém, PA: S.n], [2000?]. 1 Poster.,

SILVA, H. M. **Relatório de atividades junto ao consultor em nematologia**. [S. l.: s. n.], 1995.

SILVA, H. M. **Relatório de avaliação dos trabalhos com amarelecimento fatal.** Belém, PA: [s. n.], 1989. 5 p.

SILVA, H. M.; CELESTINO FILHO, P.; TRINDADE, D. R.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; MÜLLER, A. A.; ALVES, R. M. Estado atual dos conhecimentos sobre a doença amarelecimento fatal (AF) do dendzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) no Estado do Pará. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO DENDÊ, 1995, Manaus. **Anais...** Manaus: [s.n.], 1996. p. 87-98.

SILVEIRA, R. I.; VEIGA, A. S.; RAMOS, E. J. A.; PARENTE, J. R. **Evolução da sintomatologia do amarelecimento fatal a adubações com omissão de macro e micronutrientes.** Belém, PA: Denpasa, 2000. 35 p.

SINGH, R. P.; AVILA, A. C.; DUSI, A. N.; BOUCHER, A.; TRINDADE, D. R.; VAN SLOBBE, W. G.; RIBEIRO, S. G.; FONSECA, M. E. R. Association of viroid like nucleic acids with the fatal yellowing disease of oil palm. **Fitopatologia Brasileira**, v. 13, n. 4, p. 392-394, 1988.

SOUZA, R. L. R.; VEIGA, A. S.; RAMOS, E. J. A. **Amarelecimento fatal do dendzeiro: identificação prática.** Belém, PA: Denpasa, 2000. 27 p.

SWINBURNE, T. R. Fatal yellows bud rot and spear rot of African oil palm. A comparison of the symptoms of these diseases in Brazil, Ecuador and Columbia. **Planter**, v. 69, n. 63, p.15–23. 1993.

TEIXEIRA, J. B. Cultura de tecidos de dendê. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO DENDÊ, 1995, Manaus. **Anais....** Manaus: [s.n.], 1996. 19-35.

TRINDADE, D. R. **Ações de pesquisa, objetivando a identificação do agente causal do amarelecimento fatal do dendzeiro.** Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1995. 4 p.

TRINDADE, D. R.; POLTRONIERI, L. S.; FURLAN JÚNIOR, J. Abordagem sobre o estado atual das pesquisas para a identificação do agente causal do amarelecimento fatal do dendzeiro. In: POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R.; SANTOS, I. P. (Ed.). **Pragas e doenças de cultivos amazônicos.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. p. 439-450.

TURNER, P. D.; LUMPUR, K. **Oil palm diseases and disorders**. Kuala Lumpur, Malaysia: The Incorporated Society of Planters, 1981. 280 p.

VALLEJO, R. G.; CASSALETT, D. C. Perspectives of the cultivation of the interspecific hybrids of Noli *Elaeis oleifera* X african oil palm *Elaeis guineensis* in Colombia. **Revista del Instituto Colombiano Agropecuario**, Bogotá, v. 10, n. 1, p. 19-35, 1975.

VAN DE LANDE, H. L.; ZADOCKS J. C. Spatial patterns of spear rot in oil palm plantations in Suriname. **Plant Pathology**, v. 48, n. 2, p. 189-201, 1999.

VAN SLOBBE, W. G. **Amarelecimento fatal**: final report. Belém, PA: Denpasa, 1991. 100 p.

VAN SLOBBE, W. G. Amarelecimento fatal na plantação de dendê na DENPASA - Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE A SÍNDROME DA GUIA PODRE NO DENDEZEIRO, 1988, Paramaribo, Suriname. **Anais...** [Paramaribo, Suriname]: [s.n., 1988?].

VAN SLOBBE, W. G.; SOUZA, R. L. R. de. Amarillamiento fatal o pudrición de cogollo en Denpasa – Brasil. **Revista Palmas**, Santafé de Bogotá, Colombia, v. 12, n. 2, p.17-23, 1991.

VIÉGAS, I. de J. M.; FURLAN JÚNIOR, J.; FRAZÃO, D. A. C.; BATISTA, M. M. F. **Influência do micronutriente ferro na ocorrência do amarelecimento fatal do dendzeiro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 5 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 32).

ZADOKS, J. C. **Comments on spear rot and fatal yellowing of oil palm**. In: AUDIT IRHO-visit to Latin America for CIRAD. [S.l.: s.n.], 1990. 6 p. Typescript (unpublished).

Literatura Recomendada

VALDAMALAI, G.; HANOLD, D.; REZAIN, M. A.; RANGLES, J. W. Variants of Coconut cadang-cadang viroid isolated from an African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Malaysia. **Archives of Virology**, v. 151, n.7, p. 1447-1456, Jul. 2006.

Embrapa

Amazônia Oriental

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



CGPE 7518