

# AGROTRÓPICA

Volume 8, número 3, setembro-dezembro de 1996

Centro de Pesquisas do Cacau  
BRASIL

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO**

**Ministro:** Arlindo Porto Neto

**Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC**

**Diretor Interino:** Levy Porfírio da Cruz

**Superintendência Regional da Bahia e Espírito Santo (SUBES)**

**Superintendente:** Ilton Kruschewsky Duarte

**Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)**

**Chefe Interino:** Raúl René Valle Melendez

**Serviço de Pesquisas**

**Chefe:** Raúl René Valle Melendez

**Serviço de Suporte Técnico**

**Chefe:** Jonas de Souza

**Centro de Extensão (CENEX)**

**Chefe:** Ebíezel Nascimento Andrade Filho

**Superintendência Regional da Amazônia Ocidental (SUPOC)**

**Superintendente:** João Valério da Silva Filho

**Superintendência Regional da Amazônia Oriental (SUPOR)**

**Superintendente:** Ademir Conceição Carvalho Teixeira

Agrotrópica, v. 1, nº 1 (1989)  
Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC, 1989

v.

Quadrimestral

Substitui "Revista Theobroma"

1. Agropecuária - Periódico.



CDD 630.5



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E  
DO ABASTECIMENTO**  
**CEPLAC - Comissão Executiva do Plano da  
Lavoura Cacaueira**

**AGROTRÓPICA**. Publicação quadrimestral  
do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)  
da CEPLAC.

**Comissão de Editoração:** Lícia Margarida  
Gumes Lopes (Coordenadora), José Luiz  
Bezerra, Miguel Moreno Ruiz, Milton  
Makoto Yamada e Paulo dos Santos Terra.

**Editores:** Paulo dos Santos Terra e Miguel  
Moreno Ruiz

**Assistente de editoração:** Jacqueline C.  
Celestino do Amaral.

**Normalização de referências bibliográ-  
ficas:** Jurema Correia Santos.

**Editoração eletrônica:** Marlúcia R. Mar-  
tins

**Arte gráfica:** Antônio Carlos Moreira  
Santos.

**Diagramação e montagem:** Josélia G.  
Alves Oliveira.

**Assinatura:** R\$ 40,00 (anual); R\$ 15,00  
(número avulso). Instituições ou leitores  
interessados em obter a publicação por  
intercâmbio ou assinatura poderão contactar:  
CEPLAC - Setor de Informação Documen-  
tal, 45.600-000, Itabuna, Bahia, Brasil.

**Endereço para correspondência:**  
**AGROTRÓPICA**, Centro de Pesquisas do  
Cacau (CEPEC), 45600-000, Itabuna, Ba-  
hia, Brasil.

**Telefone:** (073) 214-3217  
**Telex:** 0732157 CLRC BR  
**Fax** (073) 214-3204  
**Tiragem:** 650 exemplares.

# AGROTRÓPICA

V. 8

Setembro - dezembro 1996

N.3

## CONTEÚDO

### ARTIGOS

- 53** Fungos micorrízicos arbusculares em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **N.S.S.da Silveira e L.C.Maia**
- 61** Composição química das amêndoas de quatro cultivares de *Macadamia integrifolia* Maiden e Betche. **P.C.L.Marrocos, O.Andersen, C.H.Bruckner, L.C.G. de Miranda, A.A.Cardoso e M.Barreto**
- 65** Deterioração fúngica de amêndoas de cajueiro no Nordeste brasileiro. **F. das C.O.Freire, M.de J.B.Cavalcante e J.L.Bezerra**
- 69** Ocorrência de *Cylindrocladium scoparium*, *Pythium splendens* e *Phytophthora* sp. em mudas de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Brasil. **F. das C.O.Freire**
- 73** Índice de autores
- 75** Índice de palavras-chave
- 81** Agradecimentos aos consultores científicos



MINISTRY OF AGRICULTURE  
AND PROVISION  
CEPLAC - Executive Commission of the  
Cacao Agriculture Plan

**AGROTRÓPICA.** Published every four months by the Cacao Research Center (CEPEC) of CEPLAC.

**Editorial Committee:** Lícia Margarida Gumes Lopes (Coordinator), José Luiz Bezerra, Miguel Moreno Ruiz, Milton Makoto Yamada and Paulo dos Santos Terra.

**Editors:** Paulo dos Santos Terra and Miguel Moreno Ruiz.

**Editorial assistant:** Jacqueline C. Celestino do Amaral.

**Revision of bibliographical references:** Jurema Correia Santos.

**Desktop publish:** Marlúcia R. Martins.

**Graphic art:** Antônio Carlos Moreira Santos.

**Layout:** Josélia G. Alves Oliveira.

**Subscription:** annual (outside Brazil) - US\$ 60.00 (surface mail); single copy - US\$ 15.00 (surface mail). Institutions or individuals interested in obtaining the publication for exchange or subscription should contact: CEPLAC - Setor de Informação Documental, 45600-000, Itabuna, Bahia, Brazil.

**Address for correspondence:**

**AGROTRÓPICA**, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), 45600-000, Itabuna, Bahia, Brazil.

**Telephone:** (073) 214-3217

**Telex:** 0732157 CLRC BR

**Fax:** (073) 214-3204

**Circulation:** 650 copies.

# AGROTRÓPICA

V. 8

September - Dezembro 1996

N. 3

## CONTENTS

### ARTICLES

- 53 Arbuscular mycorrhizal fungi on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.).  
**N.S.S. da Silveira e L.C.Maia**
- 61 Kernel chemical composition of four cultivars of *Macadamia integrifolia* Maiden e Betche. **P.C.L.Marrocos, O.Andersen, C.H.Bruckner, L.C.G. de Miranda, A.A.Cardoso e M.Barreto**
- 65 Cashew Kernel Fungal Rot in the Brazilian Northeast. **F. das C.O.Freire, M.de J.B.Cavalcante e J.L.Bezerra**
- 69 Occurrence of *Cylindrocladium scoparium*, *Pythium splendens* and *Phytophthora* sp. associated with death of cashew seedlings (*Anacardium occidentale* t.) in Brazil. **F. das C.O.Freire**
- 73 Author index
- 75 Key word index
- 81 Acknowledgement of reviewers



## FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Norma Suely Sobral da Silveira<sup>1</sup> e Leonor Costa Maia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Departamento de Botânica, 57040-480, Maceió, Alagoas, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Micologia, 50670-020, Recife, Pernambuco, Brasil

O tomateiro é uma espécie olerícola de ampla adaptação climática, que apresenta posição de destaque em volume de produção no Brasil. Esta cultura é extremamente exigente em nutrientes, tendo sido realizados vários estudos que envolvem a utilização de organismos benéficos para viabilizar o aumento de produtividade. A presente revisão destaca os aspectos inerentes à aplicação de fungos micorrízicos arbusculares em tomateiro, abordando principalmente aspectos relacionados com o estabelecimento da associação, os efeitos da simbiose no crescimento e a interação com fitopatógenos e outros organismos da rizosfera.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum*, micorriza

**Arbuscular mycorrhizal fungi on tomato** (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tomato, a widely cultivated species with broad climatic adaptation, presents remarkable position in volume of production in Brazil. Many studies about the use of benefic organisms to increase the productivity of this crop have been made, mainly because of its nutritional requirements. This review shows aspects related to application of arbuscular mycorrhizal fungi on tomato, mostly those related with the establishment of the mycorrhizal association, the effects of the symbiosis on plant growth and the interaction with pathogens and other rizosphere organisms.

**Key words:** *Lycopersicon esculentum*, mycorrhiza

### Introdução

O efeito benéfico dos fungos micorrízicos arbusculares em plantas de interesse na horticultura tem sido destacado em vários trabalhos, sendo relatados efeitos no aumento da resistência às doenças, aumento de tolerância à seca e incremento na absorção de nutrientes (Mosse, 1973; Maronek, Hendrix e Kiernan., 1981; Dehne, 1982; Menge, 1983). Nesse sentido, um número crescente de pesquisas com fungos micorrízicos têm sido realizadas visando a utilização desses organismos em plantas de interesse agrícola (Klironomos e Kendrick, 1993).

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), espécie olerícola de ampla adaptação climática, apresenta grande importância alimentar, sendo a de maior volume de produção no Brasil e de maior consumo no mundo (Makishima e Miranda, 1992). Vários estudos revelam que a cultura se beneficia da associação com fungos micorrízicos arbusculares, com registros de incremento de matéria seca (Daniels e Menge, 1981; Plenchette, Fortin e Furlan, 1983a; Khaliel e Elkhider, 1987; Khaliel, 1993;

Araújo, Monteiro e Almeida, 1994), acumulação de nitrogênio (N) e fósforo (P) (Sanni, 1976; Mohandas, 1987), aumento na produção de frutos (Riazi-Hamadani, Parbery e Beilharz., 1977; Halos e Zorilla, 1979), além de conferir maior resistência à ação de fitopatógenos (Schönbeck, 1978; Bagyaraj, Manjunath e Reddy, 1979; Al-Momany e Al-Raddad, 1988) e à condição de salinidade no solo (Poss et al., 1985).

A presente revisão tem como objetivo possibilitar uma análise global dos resultados obtidos com a utilização de fungos micorrízicos arbusculares em tomateiro, bem como discutir as potencialidades práticas de utilização desses microrganismos.

### Colonização micorrízica do tomateiro

A colonização de raízes por fungos micorrízicos arbusculares é iniciada após a formação de um apressório na epiderme da raiz, a qual é seguida rapidamente pela penetração das células epidérmicas e corticais por hifas e o desenvolvimento de estruturas micorrízicas características dentro da raiz (arbúsculos e/ou vesículas). Os arbúsculos funcionam como sítio de trocas entre o

fungo e a planta. Esta fornece carboidratos produzidos via fotossíntese, enquanto o fungo passa água e nutrientes (especialmente P) diretamente à planta absorvidos do solo. Estudando a dinâmica do desenvolvimento e degeneração de arbúsculos de *Glomus fasciculatum* em raízes de tomateiro, Alexander et al. (1989) observaram que a formação de arbúsculos ocorre 2 a 3 dias após a inoculação e que 7,5 a 8,5 dias são necessários para realização do ciclo completo do fungo micorrízico na planta. Na fase final de desenvolvimento, 20,5% da célula hospedeira é ocupada pelos arbúsculos, representando um aumento de cerca de 7 vezes na razão superfície de área ocupada por volume da célula em relação a células não micorrizadas.

A existência de uma fase de sementeira na cultura do tomateiro possibilita o estabelecimento da associação micorrízica antes do transplante, embora informações relativas às condições que favorecem a colonização em mudas para transplante sejam escassas. Segundo Waterer e Coltman (1988), a utilização de mudas colonizadas pode aumentar a uniformidade e reduzir a mortalidade devido ao transplantio, além de requerer menor quantidade de inóculo do que a aplicação em condições de campo. Menge et al. (1978) e Sasai (1991) alertam para a utilização de substratos com excessiva quantidade de nutrientes, o que propicia elevados níveis de P na rizosfera, inibindo o desenvolvimento e a propagação de micorrizas no sistema radicular.

Objetivando desenvolver um sistema de fertilização horticulturalmente aceitável para transplante de mudas de tomateiro com alto grau de colonização micorrízica, Waterer e Coltman (1988) estudaram a influência de concentrações e intervalos de aplicação de P sobre *Glomus aggregatum*. A colonização micorrízica foi influenciada significativamente pelas concentrações de P (4, 16, 64, 256 mg P/litro) e intervalos de aplicação (1, 4 e 8 dias). Uma única aplicação de P em alta concentração afetou mais adversamente a colonização do que a aplicação de similar quantidade em vários intervalos, sendo considerada a aplicação diária de solução contendo 4 mg de P/litro ideal para a produção de mudas de tomate com vigoroso crescimento e altos níveis de colonização micorrízica.

O grau em que plantas dependem da condição micorrízica para apresentar crescimento máximo a um dado nível de fertilidade do solo (dependência micorrízica) é variável com a espécie e até mesmo com a variedade considerada. Araújo, Monteiro e Almeida (1994) observaram ausência de dependência micorrízica em tomateiros mantidos em diferentes concentrações de P, embora efeitos deletérios não tenham sido verificados em doses elevadas de P, ao contrário do registrado por Waterer e Coltman (1988).

Toovey e Galea (1993), analisando a dependência em tomateiro, observaram redução do peso da matéria seca da parte aérea, raízes e de frutos em plantas micorrizadas, indicando um dreno adicional de energia pelas espécies de fungos micorrízicos envolvidos, principalmente com o aumento dos níveis de P. Nessas condições, considerando as observações de Stribley, Tinker e Rayner (1980), a infecção micorrízica pode ter reduzido o crescimento pelo uso de carboidratos do hospedeiro sem prover uma benéfica contribuição para o status nutricional da planta.

Avaliando diferentes formas de inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em sementes de tomateiro, Gaunt (1978) observou que a peletização com esporos de fungos micorrízicos ou esporos mais hifas em metil celulose (1% p.v.) não induziu alteração na germinação de sementes, permitindo o estabelecimento da associação e resposta de crescimento em plantas de tomateiro, indicando um grande potencial de utilização.

A produção de inóculo de fungos micorrízicos em sistema de cultura hidropônica foi estudada por Ojala e Jarrell (1980). Estes autores observaram que plantas de tomate inoculadas com *G. fasciculatum* e mantidas em soluções com baixos níveis de P (0,1 mg/l), apresentaram aumento significativo de altura, peso da matéria seca da parte aérea e manutenção da densidade de área foliar total. No entanto, em soluções nutritivas com concentração de 0,3 mg P/l as plantas apresentaram redução na porcentagem de raízes colonizadas, decréscimo do número de vesículas e arbúsculos no córtex, bem como redução na resposta de crescimento. Esses resultados indicam a necessidade do estabelecimento de condições ótimas de pH e concentrações de P e N para máximo desenvolvimento do crescimento micorrízico e viabilização de condições para produção de inóculo nesse sistema.

O desenvolvimento de fungos micorrízicos em culturas de tecido de raízes de tomateiro "in vitro" tem sido relatado. Miller-Wideman e Watrud (1984) desenvolveram metodologia que permitiu a esporulação de *Gigaspora margarita* em cultura de raízes, com produção de esporos que resultou na colonização de mais de 85% das raízes inoculadas, enquanto Chabot, Becard e Piche (1992), utilizando *Glomus intraradix* no mesmo sistema, obtiveram a formação "in vitro" de centenas de esporos livres de contaminação e com grande capacidade de colonização de raízes.

#### **Efeito da micorrização no crescimento do tomateiro**

O tomateiro é uma espécie que tem respondido com grande variação à inoculação com fungos micorrízicos. Um elevado grau de colonização por fungos micorrízicos tem sido relatado em plantas de tomateiro, embora nem

sempre tais níveis de infecção reflitam em eficiência nos parâmetros de crescimento. Neste contexto, Melo (1989) verificou que embora as espécies *Glomus leptotrichum* e *Acaulospora scrobiculata* tenham sido capazes de promover níveis de colonização em plantas de tomateiro de 53,7 e 51,7%, respectivamente, não foi observada interação que resultasse em maior crescimento de plantas micorrizadas em relação a plantas não inoculadas.

Correlação positiva entre os parâmetros número de esporos, tamanho do sistema radicular e crescimento de plantas inoculadas foi observada por Daft e Nicolson (1972), que consideraram a estimativa do número de esporos um bom indicativo do desenvolvimento micorrízico, tanto em condições experimentais como em campo.

Avaliando o efeito de três espécies do gênero *Glomus* em tomateiro, McGraw e Schenck (1980) obtiveram resultados contrastantes entre parâmetros de crescimento e produção de frutos. Em plantas micorrizadas os valores obtidos para altura e peso da matéria seca da parte aérea foram menores ou não diferiram da testemunha sem micorriza, embora plantas inoculadas com *G. fasciculatum*, *Glomus etunicatus* e *Glomus mosseae* floresceram e produziram frutos antes da testemunha sem micorriza, apresentando um acréscimo de produtividade significativa.

Os experimentos direcionados para a avaliação de efeitos da simbiose no crescimento e nutrição de plantas de tomateiro têm sido realizados, principalmente, em baixos níveis de P no substrato de crescimento (Sanni, 1976; Riazi-Hamadani, Parbery e Beilharz, 1977; Fairweather e Parbery, 1982; Melo, 1989), embora condições de extrema deficiência sejam inexistentes em cultivo comercial. No entanto, alguns trabalhos, entre os quais os realizados por Plenchette, Fortin e Furlan (1983a) e Araújo, Monteiro e Almeida (1994) descrevem o comportamento de endófitos em níveis médios de disponibilidade de P no solo.

Cress, Throneberry e Lindsey (1979) analisando a cinética de absorção de P em plantas de tomate inoculadas com *G. fasciculatum*, observaram que a taxa de absorção em plantas micorrizadas foi duas vezes maior do que a constatada em plantas não inoculadas. Em baixas concentrações de fósforo o fator determinante para aumento da absorção foi a afinidade para sítios de absorção de  $H_2PO_4$ . Em concentrações próximas às evidenciadas em solução de solo (30 a 100 micromolar de  $KH_2PO_4$ ) o efeito micorrízico está associado em maior escala com o aumento dos sítios de afinidade ( $K_m$ ), do que com o aumento dos sítios de absorção ( $V_{max}$ ).

Em solos com moderados níveis de P, Plenchette, Fortin e Furlan (1983a) observaram que plantas de tomateiro apresentaram taxa relativa de colonização de

50% e índice de dependência micorrízica em condições de campo de 59,2%. Embora a cultura tenha apresentado grande capacidade de colonização micorrízica, o grau de dependência foi baixo quando comparado com outras espécies hospedeiras. Em trabalho posterior, Plenchette, Fortin e Furlan (1983b) compararam o crescimento de plantas de tomateiro mantidas em condições de casa-de-vegetação em solo não fumigado, fumigado com brometo de metila e fumigado e reinoculado com solos nativos. A fumigação do solo induziu definhamento de plantas de tomate, mas a inoculação com fungos micorrízicos nativos permitiu restabelecimento de crescimento semelhante ao solo não fumigado.

Em condições de solos salinos vários estudos revelaram aumento de crescimento em plantas de tomateiro colonizadas com fungos micorrízicos. O aumento na absorção de P é considerado o mecanismo primário que determina este tipo de tolerância, entretanto, outros mecanismos também estão envolvidos. Fatores tais como: aumento da produção de hormônios vegetais e incremento na absorção de água promovida pela condição micorrízica podem constituir fatores secundários para o aumento de crescimento de plantas micorrizadas em ambientes salinos (Poss et al., 1985).

Testando o crescimento de plantas de tomateiro inoculadas com 38 amostras de solo contendo fungos micorrízicos nativos coletados em localidades com alto grau de salinidade, Pond, Menge e Jarrell, (1984) observaram correlação negativa entre colonização micorrízica e potencial osmótico, concentração de sódio e condutividade elétrica do solo. Além disso, em níveis de P acima de 50 mg/Kg não foi observada colonização micorrízica. Plantas de tomate inoculadas com 6 amostras de fungos nativos apresentaram significativos aumento de crescimento, sendo que *G. fasciculatum* foi a espécie que promoveu a maior resposta.

#### Impacto de fungicidas sobre a colonização micorrízica em tomateiro

A utilização de fungicidas tem sido relatada como um dos fatores que podem interferir na colonização micorrízica. Analisando a influência de diferentes fungicidas na colonização micorrízica por fungos nativos, Perrin e Plenchette (1993) observaram que os efeitos são dependentes da dosagem e tipo de solo. Entretanto, o fungicida sistêmico benomil apresentou interferência marcante e deve ser evitado em estratégias de manejo para preservação de fungos micorrízicos. Estes resultados concordam com observações de Trappe, Molina e Castellano., (1984), que relataram semelhantes efeito em várias culturas.

Recentemente, Machado-Neto et al. (1994) avaliaram efeito do tratamento de sementes de tomate com diferentes dosagens de benomil na colonização de raízes



por fungos micorrízicos arbusculares nativos. A utilização de dosagens abaixo de 50g/100 kg sementes não exerceu efeito significativo na colonização de plântulas, no entanto a utilização de 100g/100 kg sementes reduziu a colonização em condições de campo. Maiores decréscimos promovidos pelo fungicida na colonização foram observados nas duas primeiras semanas de avaliação; porém, quando o fungicida foi usado em baixas concentrações ocorreu recuperação da taxa de colonização após 30 dias. Considerando que o estabelecimento de fungos micorrízicos na fase inicial de crescimento é importante a utilização desse fungicida em altas dosagens deve ser evitada.

### Interação com fitopatógenos

O tomateiro tem sido uma das espécies hospedeiras mais estudadas em relação à interação com fungos micorrízicos e patógenos, destacando-se principalmente os estudos realizados com fungos do gênero *Fusarium*. A maior parte dos trabalhos revelaram que a colonização de tomateiro por fungos micorrízicos arbusculares induz a uma inibição de fitopatógenos e diminuição na severidade de doenças. Em poucos casos, entretanto, foi observado aumento da incidência da doença, e em alguns outros, houve ausência de interação. Um sumário dos resultados obtidos na interação de diversos fitopatógenos com fungos micorrízicos em tomateiro é apresentado no Quadro 1.

**Fungos** - Vários mecanismos bioquímicos, morfológicos e nutricionais têm sido propostos para explicar a atuação dos fungos micorrízicos na redução dos efeitos de fungos fitopatogênicos na cultura do tomateiro. Dehne e Schönbeck (1975; 1979a) e Schönbeck (1978) demonstraram que o grau de murchamento em tomateiro inoculados com *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* foi reduzido em plantas colonizadas pelo fungo micorrízico *G. mosseae*. Posteriormente, Dehne e Schönbeck (1979b) demonstraram que a redução dos sintomas foi devido principalmente ao aumento da lignificação da parede celular do endoderme e estelo de plantas de tomateiro. A mudança da estrutura da parede celular foi considerada pelos autores como um fator importante no aumento da resistência ao patógeno.

Outros efeitos associados ao decréscimo de atividade de fungos fitopatógenos na cultura de tomateiro micorrizada têm sido relacionados com o aumento na produção de aminoácidos (principalmente arginina), aumento na produção de açúcares redutores e alteração do metabolismo de fenóis que impedem a infecção e dispersão de *Fusarium*. A produção de quitinase pela planta hospedeira, responsável pela degradação dos arbusculos de fungos micorrízicos no interior das células, desempenha papel efetivo contra fungos que atacam as

raízes de tomate (Dehne e Schönbeck, 1979b).

Apesar das evidências de efeito benéfico de fungos micorrízicos sobre fitopatógenos, este efeito tem sido questionado em alguns trabalhos. McGraw e Schenck (1981) relataram que plântulas de tomateiros colonizados com *G. etunicatus* e *G. mosseae* e inoculadas com *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* exibiram sintomas precoces de clorose e murcha, em comparação com plantas não micorrizadas, independente do nível de inóculo ou espécie de fungo micorrízico utilizado. Baath e Hayman (1983) não observaram redução efetiva no desenvolvimento de *Verticillium albo-atrum* em tomateiros pré-inoculados com uma mistura dos fungos *Glomus caledonium* e *G. mosseae*.

**Bactérias** - Vários trabalhos relatam o efeito de micorrizas em relação a bactérias patogênicas ao tomateiro. Halos e Zorilla (1979) observaram que plantas de tomate previamente inoculadas com espécies nativas de fungos micorrízicos arbusculares apresentaram redução na incidência da murcha bacteriana causada por *Pseudomonas solanacearum*. A menor percentagem de murcha observada, pode ser devido a competição ou mecanismo de barreira formado pelas vesículas e hifas do fungo micorrízico que impedem a bactéria patogênica de penetrar profundamente nos tecidos do hospedeiro. A influência de fungos micorrízicos na incidência deste patógeno foi também estudada por Rego (1991) que observou redução do patógeno em raízes colonizadas *Scutellospora heterogama*, e com mistura *S. heterogama* + *Acaulospora morrowiae*. No entanto, a colonização apenas com *A. morrowiae* promoveu o aumento da incidência da doença. Segundo o autor, a criação de outras vias de penetração do fungo micorrízico no sistema radicular pode estar relacionada com o aumento da doença.

Garcia-Garrido e Ocampo (1989) verificaram que tomateiros micorrizados com *G. mosseae* apresentaram maior proteção contra *Pseudomonas syringae*. A proteção foi maior quando a inoculação de fungos micorrízicos ocorreu antes da inoculação patógeno. Mesmo quando *G. mosseae* foi inoculado simultaneamente, promoveu proteção contra o fitopatógeno, o que sugere a ocorrência de interação entre o fitopatógeno e o fungo endomicorrízico em sua fase extramatricial.

**Nematóides** - Estudos têm revelado que as interações entre nematóides e fungos micorrízicos são altamente específicas e recíprocas, além de complicadas pelo grau de susceptibilidade do hospedeiro e patógeno, bem como pelo nível de fósforo no solo. Desta forma, respostas variáveis na interação patógeno-hospedeiro têm sido relatadas (Cason, Hussey e Roncadori, 1983; Cooper e Grandison, 1986; Sikora, 1988).

Vários trabalhos relatam o efeito de fungos

Quadro 1 - Interação de fungos micorrízicos arbusculares com fitopatógenos na cultura do tomate.

Patógeno	Fungo Micorrízico	Efeito na Doença	Referência
<b>a. Fungos</b>			
<i>Corticium rolfsii</i>	<i>Gigaspora margarita</i>	Redução	Vargas (1991)
	<i>Glomus</i> spp.	Redução	Vargas (1991)
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Glomus mosseae</i>	Redução	Schenck (1981)
<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	<i>Glomus etunicatum</i>	Aumento	McGraw e Schenck (1981)
	<i>G. mosseae</i>	Aumento	McGraw e Schenck (1981)
	<i>G. mosseae</i>	Redução	Dehne e Schönbeck (1975)
	<i>G. mosseae</i>	Redução	Dehne e Schönbeck (1979b)
	<i>Gigaspora leptotrichum</i>	Ausente	Marchi e Costa (1987)
	<i>G. leptotrichum</i>	Ausente	Melo (1989)
	<i>Acaulospora scrobiculata</i>	Ausente	Marchi e Costa (1987)
	<i>A. scrobiculata</i>	Ausente	Melo (1989)
	<i>Scutellospora heterogama</i>	Ausente	Marchi e Costa (1987)
	<i>S. heterogama</i>	Ausente	Melo (1989)
<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i>	<i>Glomus intradix</i>	Redução	Caron, Fortin e Richard (1985)
		Redução	Caron, Fortin e Richard (1986a)
		Redução	Caron, Fortin e Richard (1986b)
		Redução	Caron, Fortin e Richard (1986c)
<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Glomus fasciculatum</i>	Redução	Hedge e Rai (1984)
<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>G. leptotrichum</i>	Redução	Cassiolato e Melo (1991)
	<i>Acaulospora morrowiae</i>	Redução	Cassiolato e Melo (1991)
	<i>G. margarita</i>	Redução	Cassiolato e Melo (1991)
<i>Verticillium albo-atrum</i>	<i>Glomus caledonium</i>	Ausente	Baath e Hayman (1983)
	<i>G. mosseae</i>	Ausente	Baath e Hayman (1983)
<b>b. Bactérias</b>			
<i>Agrobacterium rhizogenes</i>	não citado	Redução	Perrin (1990)
<i>Erwinia carotovora</i>	não citado	Redução	Perrin (1990)
<i>Pseudomonas syringae</i>	<i>G. mosseae</i>	Redução	Garcia-Garrido e Ocampo (1989)
<i>Pseudomonas solanacearum</i>	Espécies nativas	Redução	Halos e Zorilla (1979)
	<i>Scutellospora heterogama</i>	Redução	Rego (1991)
	<i>A. morrowiae</i>	Aumento	Rego (1991)
	<i>S. heterogama</i> + <i>A. morrowae</i>	Redução	Rego (1991)
<b>c. Nematóides</b>			
<i>Meloidogyne incognita</i>	<i>G. fasciculatum</i>	Redução	Bagyaraj, Manjunath e Reddy (1979)
	<i>G. fasciculatum</i>	Redução	Suresh e Bagyaraj (1984)
	<i>G. mosseae</i>	Redução	Sikora (1978)
	<i>G. mosseae</i>	Ausente	Thomson e Hussey (1993)
	<i>G. mosseae</i>	Ausente	Cason, Hussey e Roncadori (1983)
	<i>G. margarita</i>	Ausente	Thomson e Hussey (1993)
	<i>G. margarita</i>	Ausente	Hussey e Roncadori (1982)
	<i>G. margarita</i>	Ausente	Cason, Hussey e Roncadori (1983)
<i>Meloidogyne javanica</i>	<i>G. fasciculatum</i>	Redução	Bagyaraj et al. (1979)
<i>Meloidogyne hapla</i>	Não citado	Redução	Cooper e Grandison (1986)
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	Não citado	Redução	Sitaramaiah e Sikora (1982)
<b>d. Virus</b>			
Tomato aucuba mosaic virus - TAMV	<i>Endogone macrocarpa</i>	Aumento	Daft e Okusanya (1973)
Tobacco mosaic virus - TMV	Não citado	Aumento	Schönbeck e Spengler (1979)

micorrízicos na diminuição dos danos causados por nematóides na cultura do tomate. Na interação fungo micorrízico/nematóide em tomateiro pode ocorrer diminuição do número de galhas, do número de juvenis e da população de nematóides adultos (Sikora e Schönbeck, 1975; Bagyaraj, Manjunath e Reddy, 1979). A presença do fungo simbionte nas raízes também pode reduzir o tamanho de nematóides (Sitaramaiah e Sikora, 1982), promover a inibição da penetração e do desenvolvimento até a maturidade (Sikora, 1978), bem como diminuir as células gigantes. Além disso, o extrato radicular de plantas micorrizadas pode causar mortalidade de juvenis de nematóides (Sikora, 1978; Suresh, Bagyaraj e Reddy, 1985).

Bagyaraj, Manjunath e Reddy (1979) analisaram a interação entre *G. fasciculatum* e os nematóides *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* e seus efeitos no crescimento e absorção de fósforo em plantas de tomateiro. A inoculação de tomateiros com *G.*

*fasciculatus* reduziu significativamente o número e tamanho de galhas produzidas pelas duas espécies de nematóides indicando que o simbionte interfere em seu desenvolvimento. Após 45 dias de transplante, plantas micorrizadas e inoculadas com *M. javanica* apresentaram aumentos significativos na absorção de fósforo. A presença dos nematóides beneficiou o estabelecimento da simbiose promovendo aumento do número de esporos na rizosfera e da colonização de *G. fasciculatum*. A presença de fungos micorrízicos no sistema radicular influenciou a fisiologia da planta e, tais mudanças podem proporcionar um fator limitante no desenvolvimento da população de *Meloidogyne*.

Ausência de efeito da colonização micorrízica na penetração, desenvolvimento e reprodução de *M. incognita* foi observada por Cason, Hussey e Roncadori (1983). Plantas de tomateiro inoculadas com *G. mosseae* e *G. margarita* duas semanas antes da inoculação do nematóide, em solo com níveis de P de 3 ug (baixo) e



de 30 ug (alto), não interferiram na infecção de raízes e reprodução do patógeno, embora os fungos micorrízicos tenham aumentado o conteúdo de P das raízes, em níveis comparáveis aos de plantas cultivadas em solos com alto teor de P. Resultados diferentes foram obtidos por Suresh e Bagyaraj (1984) os quais observaram que a inoculação prévia de *G. fasciculatum* reduziram a infecção de *M. incognita*. Plantas micorrizadas apresentaram maior quantidade de P, K, Ca, açúcares totais e dos aminoácidos fenilalanina e serina.

A redução do número de células gigantes tem sido referida como um dos fatores responsáveis pelo decréscimo do desenvolvimento de nematóides em raízes micorrizadas visto que estas células são essenciais para o desenvolvimento dos juvenis e aumento da população de adultos. Estudos relativos ao efeito da simbiose na penetração de nematóides não mostraram diferenças significativas ente plantas micorrizadas e não micorrizadas, sugerindo que fatores que favorecem a penetração como composição de exudatos e disponibilidade de sítios de penetração não são alterados pela colonização de raízes por fungos micorrízicos. Testes com extratos de raízes de plantas micorrizadas proporcionaram 50% de mortalidade de juvenis em 4 dias, indicando provavelmente a produção de substância(s) com efeito nematocida (Suresh, Bagyaraj e Reddy, 1985).

**Vírus** - Estudos sobre o efeito de fungos micorrízicos em plantas infectadas por vírus indicam aumento da severidade da doença em várias culturas. A presença da simbiose parece estimular a ação do patógeno no sentido de aumentar a virulência, sendo que algumas evidências experimentais indicam que o aumento da taxa de multiplicação do vírus pode ser devido ao melhor estado nutricional das plantas micorrizadas (Schenck e Kellam, 1978).

Em plantas de tomate inoculadas com *Endogone macrocarpa* var. *geospora*, Daft e Okusanya (1973) observaram um aumento da taxa de replicação do vírus TAMV (tomato aucuba mosaic virus), sendo esses resultados atribuídos aos altos níveis de fósforo presentes nas plantas micorrizadas, sugerindo que o efeito pode ser relacionado à melhor condição nutricional. Neste contexto, Schönbeck e Spengler (1979) detectaram por imunofluorescência um aumento da replicação do vírus TMV (tobacco mosaic virus) em células de tomateiro com arbúsculo, indicando que o acúmulo de partículas virais é favorecido em regiões com alto metabolismo de fósforo, as quais são resultantes das trocas entre micorriza e hospedeiro.

O comportamento de plantas micorrizadas em relação aos fitopatógenos é complexo e influenciado por um grande número de fatores, destacando-se, dentre outros,

a densidade de inóculo de fitopatógeno no solo, os gêneros e espécies de fungos micorrízicos arbusculares e os níveis de nutrientes no solo.

#### Interação com organismos não patogênicos

Bactérias isoladas da rizosfera têm sido identificadas como organismos estimuladores da germinação de fungos micorrízicos arbusculares. Do mesmo modo tem sido registrado aumento na colonização de raízes de tomateiro por fungos micorrízicos em tomate com a aplicação conjunta desses organismos (Alten, Liderman e Schönbeck, 1991; Yuki et al., 1994).

A inoculação de tomateiros com *Azotobacter chroococcum*, bactéria fixadora de nitrogênio e produtora de substâncias promotoras de crescimento, aumentou a colonização e a produção de esporos por *G. fasciculatum*. A inoculação dos dois organismos promoveu incremento da microflora da rizosfera e aumentou em 62% o peso da matéria seca de plantas de tomate, sugerindo uma interação aditiva ou sinérgica entre os dois organismos (Bagyaraj e Menge, 1978). Pesquisas posteriores com essas mesmas espécies confirmaram aumento da colonização micorrízica, bem como estímulo do crescimento de tomateiros com aumento dos níveis de N e P (El-Shanshoury, Hassan e Abdel-Gaffar, 1989). De forma semelhante Mohandas (1987), em condições de campo, observou que a inoculação conjunta de *G. fasciculatum* e *Azotobacter vinelandi* proporcionou aumento significativo de área foliar, peso seco da parte aérea, conteúdo de N e P, bem como produtividade em plantas de tomate.

Azcón (1989) estudou crescimento e a absorção de nutrientes em plantas de tomate inoculadas com rizobactérias (AeP) e três espécies *Glomus*. A inoculação das rizobactérias aumentou o crescimento de plantas micorrizadas, em plantas inoculadas com *G. fasciculatum* a utilização conjunta das bactérias A e P resultou em significativo aumento do efeito no crescimento. Ensaios "in vitro" revelaram também efeito estimulante das bactérias na germinação de esporos, crescimento de hifas e produção de esporos vegetativos de *G. mosseae*. Entretanto, Lee e Bagyaraj (1986) verificaram que a inoculação de bactérias solubilizadoras de fósforo e tiobacilos foi temporariamente detrimental para produção de matéria seca da parte aérea e não aumentou a absorção de P em tomateiros colonizadas por *G. margarita*.

#### Considerações Finais

A cultura do tomateiro, que necessita de uma excelente condição nutricional do solo para exibir potencial máximo de desenvolvimento, requer o estabelecimento de associações micorrízicas altamente eficientes. Na seleção de fungos micorrízicos a serem utilizados na cultura do

tomateiro, deve-se considerar a diferença no comportamento dos isolados em relação à adição e/ou presença de altos níveis de P no solo. Nesse sentido, a realização de trabalhos futuros visando a seleção de fungos micorrízicos arbusculares provenientes de solos com níveis elevados de P, e que apresentem maior tolerância à aplicação deste elemento, podem resultar na obtenção de isolados superiores para inoculação nas condições exigidas pelo sistema de manejo da cultura.

### Literatura Citada

- ALEXANDER, T., TOTH, R., MEIER, R. and WEBER, H.C. 1989. Dynamics of arbuscule development and degeneration in onion, bean and tomato with reference to vesicular-arbuscular mycorrhizae in grasses. *Canadian Journal of Botany* 67: 2505-2513.
- AL-MOMANY, and AL-RADDAD, A. 1988. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on *Fusarium* wilt of tomato and pepper. *Alexandria Journal of Agricultural Research* 33(1): 249-261.
- ALTEN, H. von, LIDERMAN, A. and SHONBECK, F. 1991. Increasing VA-mycorrhization with application of rhizosphere bacteria. In Keister, D.L. and Cregan, P.B., eds. *The rhizosphere and plant growth*. Dordrecht, Kluwer Academic. p.381.
- ARAÚJO, A.P., MONTEIRO, E.M.R. e ALMEIDA, D.L. 1994. Efetividade de fungos endomicorrízicos em tomateiro em diferentes níveis de fósforo no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 18(2): 193-199.
- AZCÓN, R. 1989. Selective interactions between free-living rhizosphere bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry* 21: 639-644.
- BAATH, E. and HAYMAN, D.S. 1983. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. XIV. Interactions with *Verticillium* wilt on tomato plants. *New Phytologist* 95: 419-426.
- BAGYARAJ, D.J. and MENGE, J.A. 1978. Interaction between a VA mycorrhiza and *Azotobacter* and their effects on rhizosphere microflora and plant growth. *New Phytologist* 80: 567-573.
- BAGYARAJ, D.J., MANJUNATH, A. and REDDY, D.D.R. 1979. Interaction of vesicular-arbuscular micorrhiza with root-knot nematode in tomato. *Plant and Soil* 51: 397-403.
- CARON, M., FORTIN, J.A. and RICHARD, C. 1985. Influence of substrate on the interaction of *Glomus intraradices* and *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* on tomatoes. *Plant and Soil* 87: 233-239.
- CARON, M., FORTIN, J.A. and RICHARD, C. 1986a. Effect of *Glomus intraradices* on infection by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in tomatoes over a 12-week period. *Canadian Journal of Botany* 64: 552-556.
- CARON, M., FORTIN, J.A. and RICHARD, C. 1986b. Effect of inoculation sequence on the interaction between *Glomus intraradices* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomatoes. *Canadian Journal of Plant Pathology* 8 (1): 12-16.
- CARON, M., FORTIN, J.A. and RICHARD, C. 1986c. Effect of phosphorus concentration and *Glomus intraradices* on *Fusarium* crown and root of tomatoes. *Phytopathology* 76 (9): 942-946.
- CASON, K.M.T., HUSSEY, R.S. and RONCADORI, R.W. 1983. Interaction of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus with *Meloidogyne incognita* on tomato. *Journal of Nematology* 15(3): 410-417.
- CASSIOLATO, A.M.R. and MELO, I.S. 1991. Interaction between *Rhizoctonia solani* and vesicular arbuscular micorrhizal fungi in tomato. *Summa Phytopathologica* 17(3/4): 195-200.
- CHABOT, D., BECARD, G. and PICHE, Y. 1992. Life cycle of *Glomus intraradices* in root organ culture. *Mycologia* 84(3): 315-321.
- COOPER, K. M. and GRANDISON, G.S. 1986. Interaction of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and root-knot nematode on cultivars of tomato and white clover susceptible to *Meloidogyne hapla*. *Annals of Applied Biology* 108(3): 555-565.
- CRESS, W.A., THRONEBERRY, G.O. and LINDSEY, D.L. 1979. Kinetics of phosphorus absorption by mycorrhizal and nonmycorrhizal tomato roots. *Plant Physiology* 64(3): 484-487.
- DAFT, M.J. and NICOLSON, T.H. 1972. Effect of *Endogone* mycorrhiza on plant growth. IV. Quantitative relationships between the growth of the host and the development of the endophyte in tomato and maize. *New Phytologist* 71: 287-295.
- DAFT, M.J. and OKUSANYA, B.O. 1973. Effect of *Endogone* mycorrhiza on plant growth. V. Influence of infection on the multiplication of viruses in tomato, petunia, and strawberry. *New Phytologist* 72: 975-983.
- DANIELS, B.A. and MENGE, J.A. 1981. Evaluation of the commercial potential of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus epigaeus*. *New Phytologist* 87(2): 345-354.
- DEHNE, H.W. and SCHÖNBECK, F. 1975. The influence of the endotrophic mycorrhiza on the fusarial wilt of tomato. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 82(10): 630-632.
- DEHNE, H.W. and SCHONBECK, F. 1979a. The influence of the endotrophic mycorrhiza on plant disease. I. Colonisation of tomato plants by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. *Phytopathologische Zeitschrift* 95: 105-110.
- DEHNE, H.W. and SHONBECK, F. 1979b. The influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on plant diseases. II. Phenol metabolism and lignification. *Phytopathologische Zeitschrift* 95: 210-216.
- DEHNE, H.W. 1982. Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathology* 72: 1115-1119.
- EL-SHANSHOURY, A.R., HASSAN, M.A. and ABDEL-GRAFFAR, B.A. 1989. Synergistic effects of vesicular-arbuscular-mycorrhizas and *Azotobacter chroococcum* on the growth and the nutrient content of tomato plants. *Phyton Horn* 29: 203-212.
- FAIRWEATHER, J.V. and PARBERY, D.G. 1982. Effects of our vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on growth of tomato. *Transactions of the British Mycological Society* 79(1): 151-153.
- GARCIA-GARRIDO, J.M. and OCAMPO, J.A. 1989. Effect of VA mycorrhiza infection of tomato on damage on caused by *Pseudomonas syringae*. *Soil Biology and Biochemistry* 21 (1): 165-167.
- GAUNT, R.E. 1978. Inoculation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on onion and tomato seeds. *New Zealand Journal of Botany* 16: 69-71.
- HALOS, P.M. and ZORILLA, R.A. 1979. Vesicular-arbuscular mycorrhizae increase growth and yield of tomato and reduce infection by *Pseudomonas solanacearum*. *Philippine Agriculturist* 62(4): 309-315.
- HEDGE, S.V. and RAI, P.V. 1984. Influence of *Glomus fasciculatum* on damping-off of tomato. *Current Science* 53: 588-589.
- HUSSEY, R.S. and RONCADORI, R.W. 1982. Vesicular-arbuscular mycorrhizae may limit nematode activity and improve plant growth. *Plant Disease* 66(1): 9-14.
- KHALIEL, A.S. and ELKHIDER, K.A. 1987. Response of tomato inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Nordic Journal of Botany* 7(2): 215-218.
- KHALIEL, A.S. 1993. Influence of three *Glomus* species on growth and ion uptake of tomato seedlings. *Cryptogamic Botany* 4(1): 14-18.
- KLIRONOMOS, J.N. and KENDRICK, B.W. 1993. Research on mycorrhizae: trends in the past 40 years as expressed in the "MYCOLIT" database. *New Phytologist* 125: 595-600.
- LEE, A. and BAGAYARAJ, D.J. 1986. Effect of soil inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and either phosphate rock dissolving bacterial or thiobacilli on dry matter production uptake of phosphorus by tomato plants. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 29(3): 525-531.
- MCGRAW, A.C. and SCHENCK, N.C. 1980. Growth stimulation of

- citrus, ornamental and vegetable crops by select mycorrhizal fungi. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 93: 201-205.
- McGRAW, A.C. and SCHENCK, N.C. 1981. Effects of two species of vesicular-arbuscular mycorrhizae fungi on the development of *Fusarium* wilt of tomato. *Phytopathology* 71 (8): 894.
- MACHADO-NETO, J.G., MACHADO, J.O., BARRETO, M., PALLADINI, L.O. and MATALO, M.B. 1994. Effect of Benomyl on the formation of mycorrhiza in roots of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seedlings. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 52: 864-870.
- MAKISHIMA, N. e MIRANDA, J.E.C. 1992. Cultivo do tomate - *Lycopersicon esculentum* Mill. Brasília. EMBRAPA/CNPQ. Instruções Técnicas, nº 11. 21p.
- MARCHI, A.B. e COSTA, C.P. 1987. Interação entre micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) e *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* em tomateiro. In Reunião Anual sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas, 2, Piracicaba, 1987. Anais. Campinas, Fundação Cargill. p.64.
- MARONEK, D.M., HENDRIX, J.W. and KIERNAN, J. 1981. Mycorrhizal fungi and their importance in horticultural crop production. *Horticultural Reviews* 3: 172-213.
- MELO, A.M.T. 1989. Reação de cebola e tomateiro à inoculação de fungos micorrízicos vesículo arbusculares e de *Pyrenochaeta terrestris* e *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Tese Mestrado. Piracicaba, ESALQ. 124p.
- MENGE, J.A., STEIRLE, D., BAGYARAJ, D.J., JOHNSON, E.L.V. and LEONARD, R.T. 1978. Phosphorus concentrations in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infection. *New Phytologist* 80: 575-578.
- MENGE, J.A. 1983. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. *Canadian Journal of Botany* 61: 1015-1024.
- MILLER-WIDEMAN, M.A. and WATRUD, L.S. 1984. Sporulation of *Gigaspora margarita* on root cultures of tomato. *Canadian Journal of Microbiology* 30(5): 642-646.
- MOHANDAS, S. 1987. Field response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. "Pusa Ruby") to inoculation with a VA mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum* and with *Azotobacter vinelandii*. *Plant and Soil* 98: 295-297.
- MOSSE, B. 1973. Plant responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza: IV. In soil given additional phosphate. *New Phytologist* 72: 127-136.
- OJALA, J.C. and JARRELL, W.M. 1980. Hydroponic sand culture systems for mycorrhizal research. *Plant and Soil* 57: 297-303.
- PERRIN, R. 1990. Interaction between mycorrhizae and diseases caused by soil-borne fungi. *Soil Use and Management* 6(4): 189-195.
- PERRIN, R. and PLENCHETTE, C. 1993. Effect of some fungicides applied as soil drenches on the mycorrhizal infectivity of two cultivated soils and their receptiveness to *Glomus intraradices*. *Crop Protection* 12: 127-133.
- PLENCHETTE, C., FORTIN, J.A. and FURLAN, V. 1983a. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. I. Mycorrhizal dependency under field conditions. *Plant and Soil* 70: 199-209.
- PLENCHETTE, C., FORTIN, J.A. and FURLAN, V. 1983b. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. II. Soil fumigation induced stunting of plants corrected by reintroduction of the wild endomycorrhizal flora. *Plant and Soil* 70(2): 211-217.
- POSS, J.A., POND, E., MENGE, J.A. and JARRELL, W.M. 1985. Effect of salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without additional phosphate. *Plant and Soil* 88: 307-319.
- POND, E.C., MENGE, J.A. and JARRELL, W.M. 1984. Improved growth of tomato in salinized soil by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi collected from saline soil. *Mycologia* 76 (1): 74-84.
- REGO, I.C. 1991. Influência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares na murcha bacteriana (*Pseudomonas solanacearum* (Smith) e na absorção de nutrientes em tomateiro. Tese Mestrado. Piracicaba, ESALQ. 92p.
- RIAZI-HAMADANI, A.D., PARBERY, G. and BEILHARZ, V.C. 1977. Vesicular-arbuscular mycorrhizal nodules on tomato. *Transactions of the British Mycological Society* 68: 138-140.
- SANNI, S.O. 1976. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in some Nigerian soils their effect on the growth of cowpea (*Vigna unguiculata*), tomato (*Lycopersicon esculentum*) and maize (*Zea mays*). *New Phytologist* 77: 667-671.
- SASAI, K. 1991. Effect of phosphate application on infection of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in some horticultural crops. *Scientific Reports of the Miyagi Agricultural College* 39:1-9.
- SCHENCK, N.C. and KELLAM, M.K. 1978. The influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae on disease development. Gainesville. IFAS. Technical Bulletin nº 798. 16p.
- SCHENCK, N.C. 1981. Can mycorrhizae control root disease? *Plant Disease* 65: 230-234.
- SCHÖNBECK, F. 1978. Influence of the endotrophic mycorrhiza on disease resistance of higher plants. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 85 (3/4): 191-196.
- SCHÖNBECK, F. and SPENGLER, G. 1979. Nachweis von TMV in mycorrhiza-haltigen zellen der tomate mit hilfe der immunofluoreszenz. *Phytopathologische Zeitschrift* 94(1): 84-86.
- SIKORA, R.A. and SCHÖNBECK, F. 1975. Effect of the endotrophis mycorrhizal fungus, *Glomus mosseae*, on the host-parasite relationship of *Meloidogyne incognita* in tomato. *Z. (Meloidogyne incognita and M. hapla)*. In International Congress of Plant Protection, 5, Hannover, 1975. Proceedings. Hannover, University of Hannover. pp. 158-165.
- SIKORA, R.A. 1978. Einfluss der endotrophen mycorrhiza (*Glomus mosseae*) auf das wirt-parasit-verhältnis von *Meloidogyne incognita* in tomaten. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 85(3/4) : 197-202.
- SIKORA, R.A. 1988. Predisposition to *Meloidogyne* infection by the endotrophic mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. In Lambert, F. and Taylor, C.E., eds. Root knot nematode (*Meloidogyne* species) systematics, biology and control. New York, Academic Press. pp. 399-404.
- SITARAMAIAH, K. and SIKORA, R.A. 1982. Effect of the mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatus* on the host-parasite relationship of *Rotylenchus reniformis* in tomato. *Nematologia* 28(4) : 412-419.
- STRIBLEY, D.P., TINKER, P.B. and RAYNER, J.H. 1980. Relations of internal phosphorus concentrations and plant weight in plants infected by vesicular-arbuscular mycorrhizas. *New Phytologist* 86: 261-266.
- SURESH, C.K. and BAGYARAJ, D.J. 1984. Interaction between a vesicular arbuscular mycorrhiza and a root knot nematode and its effect on growth and chemical composition of tomato. *Nematologia Mediterranea* 12(1): 31-39.
- SURESH, C.K., BAGYARAJ, D.J. and REDDY, D.D.R. 1985. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on survival, penetration and development of root-knot nematode in tomato. *Plant and Soil* 87: 395-308.
- THOMSON, K.M. and HUSSEY, R.S. 1993. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae and phosphorus on root-knot on tomato. *Journal of Nematology* 13(4): 462.
- TOOVEY, L.A. and GALEA, V.J. 1993. Glasshouse investigation of mycorrhizal dependency of carrot, onion and tomato. In North American Conference on Mycorrhizae, 9, Guelph, 1993. Abstracts. Guelph: University of Guelph. p. 138.
- TRAPPE, J.M., MOLINA, R. and CASTELLANO, M. 1984. Reaction of mycorrhizal fungi and mycorrhiza formation to pesticides. *Annual Review of Phytopathology* 22: 331-359.
- VARGAS, R. 1991. Combate de *Corticium* em tomate y *Fusarium* en fresa mediante el uso de microorganismos antagonistas y/o hongos endomicorrizogenos (MVA). *Agronomía Costarricense* 15(1/2): 1-6.
- WATERER, D.R. and COLTMAN, R.R. 1988. Phosphorus concentration and application interval influence growth and mycorrhizal infection of tomato and onion transplants. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 113 (5): 704-708.
- YUKI, M.M., MACHADO, J.O., CHURATA-MASCA, M.G.C. e ANDRIOLI, J.L. 1994. Respostas do tomateiro a inóculo de solo rizosférico de *Paspalum notatum*, fungus MVA e *Azotobacter paspali*. *Científica (Brasil)* 22(1): 53-56. ●



## COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS AMÊNDOAS DE QUATRO CULTIVARES DE *Macadamia integrifolia* MAIDEN E BETCHE

Parte da pesquisa de Tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa,  
para obtenção do título de *Magister Scientiae*

Paulo Cesar Lima Marrocos<sup>1</sup>, Otto Andersen<sup>2</sup>, Cláudio Horst Bruckner<sup>2</sup>,  
Luis Carlos Guedes de Miranda<sup>3</sup>, Antonio Américo Cardoso<sup>2</sup> e Marcelo Barreto<sup>4</sup>

<sup>1</sup> CEPLAC, Centro de Extensão (CENEX), 45.600-000, Itabuna, Bahia, Brasil. <sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 36.571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. <sup>3</sup> Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Química, 36.571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. <sup>4</sup> Praça Duque de Caxias, 146, 45.585-000, Itajubá, Bahia, Brasil.

Estudou-se a composição química das sementes de quatro cultivares de macadâmia: Keauhou, Ikaika, Pahala e Makai, determinando-se os seguintes aspectos: teor de óleo, açúcares solúveis totais e redutores, proteína, fibra bruta, fibra em detergente ácido e cinza nas amêndoas. O experimento foi realizado em Viçosa, Minas Gerais, em 1992. Todas as cultivares apresentaram um alto teor de óleo, com destaque para a cultivar Makai. A cultivar Ikaika mostrou o maior teor de açúcares solúveis totais, enquanto, a cultivar Keauhou, apresentou o menor teor. A cultivar Pahala apresentou o maior teor de proteína bruta. Todas as cultivares estudadas, apresentaram boas características para o consumo, diante das características avaliadas.

**Palavras-chave:** *Macadamia integrifolia*, amêndoa, óleo

**Kernel chemical composition of four cultivars of *Macadamia integrifolia* Maiden e Betcher.** The kernel chemical composition (oil content, total soluble and reducing sugars, protein, crude fiber, fiber soluble in acid detergent and ash) of four macadamia cultivars (Keauhou, Ikaika, Pahala and Makai) were determined. The experiment was carried out in Viçosa, Minas Gerais, in 1992. All cultivars showed high oil content, specially Makai one. Cultivar Ikaika showed the greatest total sugar content, while cultivar Keauhou presented the lowest protein content, and cultivar Pahala showed the greatest protein content. All cultivars presented excellent characteristics for consumption.

**Key words:** *Macadamia integrifolia*, kernel, oil

### Introdução

A noqueira macadâmia pertence a família Proteaceae, sendo originária das florestas úmidas da Austrália Oriental, províncias de Queensland e New South Wales, situada entre as latitudes 25° e 32° Sul, apresentando diferentes espécies e variedades que foram disseminadas por diversos continentes (Woodroof, 1967; Cavaletto, 1980; Andersen, 1985; Andersen, 1990). Dessas espécies, duas do gênero *Macadamia* foram mais cultivadas no Havaí, *M. integrifolia*, de casca lisa, e *M. tetraphylla*, de casca rugosa (Woodroof, 1967). As principais variedades comerciais pertencem à espécie *M. integrifolia*, enquanto

na espécie *M. tetraphylla* encontram-se as variedades mais utilizadas nos reflorestamentos (Dierberger e Marino Neto, 1985).

A macadâmia tem grande aceitação entre os consumidores, seja como amêndoa crua, torrada e salgada, utilizada como tira-gosto, e também como ingrediente para bolos, confeitos e sorvetes (Andersen, 1990).

O maior produtor mundial é o Havaí, onde o cultivo comercial expandiu-se, consideravelmente, nas últimas décadas, seguido da Austrália, Costa Rica, Guatemala, África do Sul, Quênia, Malásia e Brasil (Bittenbender e McGregor, 1991).

No Brasil, os plantios de macadâmia estão concentrados em quatro estados: São Paulo, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Somam cerca de 4.123 ha de plantações de macadâmia, sendo 725 ha em produção e 3.398 ha em desenvolvimento (Sacramento, 1991). Atualmente, estão sendo formadas grandes plantações, porém, a produção ainda é modesta, 360 t/ano, a qual deverá se multiplicar de tal forma a colocar o país como detentor de pelo menos 15% da oferta mundial no ano 2000, com uma safra estimada em três mil t/ano de nozes (Anônimo, 1992).

O maior fator de qualidade da noz macadâmia é o seu conteúdo de óleo (Ripperton et al., 1938, citados por Cavaletto, 1980). As amêndoas contêm entre 70 e 75% de óleo, de grande valor nutritivo, tal sua semelhança com o óleo de oliva (Andersen, 1990). Apesar da alta concentração de óleo, a amêndoa apresenta ainda teores relativamente altos de proteína e carboidratos (Cavaletto, 1980).

De acordo com Ryall e Pentzer (1974), a coloração da amêndoa e a baixa densidade específica são os principais indicadores de qualidade. A cor escura da amêndoa está associada ao baixo conteúdo de óleo e à alta densidade específica, enquanto a coloração creme-clara e a densidade próxima a 1,00 g/cm<sup>3</sup>, refletem alto teor de óleo.

Com o objetivo de avaliar características químicas das amêndoas de quatro cultivares de macadâmia, foi conduzido um experimento na Universidade Federal de Viçosa, observando-se os seguintes aspectos: teor de óleo, teor de açúcares solúveis totais e redutores, teor de proteína e fibras.

## Material e Métodos

Utilizaram-se nozes de quatro cultivares de macadâmia (*M. integrifolia*): Keauhou (HAES 246), Ikaika (HAES 333), Pahala (HAES 788) e Makai (HAES 800), safra 1992, cedidas pela SIMAB S/A, empresa situada no município de Pirai, Rio de Janeiro.

As nozes foram secas em condições naturais durante três semanas, após a retirada do pericarpo (Penteado e Martins, 1983), atingindo umidade média de 3,5%. As nozes foram uniformizadas em peneiras rotativas, com malhas de cinco diâmetros diferentes (Quadro 1), e classificadas pelo diâmetro. Após a classificação foram reunidas as nozes de maior tamanho, correspondentes às classes 1, 2 e 3, para análise.

Quadro 1 - Escala arbitrária em função do diâmetro da peneira rotativa, segundo Leite (1992).

Classe	Diâmetro da peneira (mm)
1	30,2
2	25,0
3	22,5
4	19,7
5	17,2

## Classificação

Foram retiradas, ao acaso, 160 nozes por cultivar e mediu-se, com auxílio de um paquímetro, o diâmetro longitudinal e o transversal à divisória natural das nozes, a fim de determinar o diâmetro médio das nozes dos cultivares avaliados. Todas as nozes foram pesadas numa balança analítica com 0,001g de precisão. Contaram-se todas as nozes que apresentaram trincas. As nozes foram quebradas manualmente, com auxílio de um martelo e, suas amêndoas foram submetidas a uma salmoura de densidade 1,012 g/cm<sup>3</sup> (Almeida Neto, 1991), preparada a partir de solução de cloreto de sódio (Weast, 1971), sendo então, levadas à estufa com ventilação forçada a 65°C, para secagem e análise.

## Composição Química

Determinou-se a umidade em estufa a 105°C, conforme procedimento descrito em Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Do material seco retiraram-se amostras para extração de óleo em Soxhlet, utilizando-se o éter de petróleo com ponto de ebulição entre 30 - 60°C, como líquido extrator, de acordo com Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Para análise de proteína utilizou-se o método semimicro Kjeldahl (Association of Official Analytical Chemistry, 1975). A determinação de cinzas foi realizada em forno Mufla, com temperatura controlada a 600°C, de acordo com Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Para determinação da fibra bruta, a amostra seca e desengordurada foi submetida a uma digestão ácida (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 0,127 mol/L) e básica (NaOH - 0,312 mol/L), durante 30 min. em cada digestão (Association of Official Analytical Chemistry, 1975). Para determinação de fibra em detergente ácido, a amostra seca e desengordurada foi submetida a uma digestão em detergente ácido, durante 60 min., sendo filtrada em cadinho de vidro, tarado (Silva, 1990). Os açúcares solúveis totais e redutores foram determinados na amostra seca, pelo método de Teles (1977). Os resultados foram expressos em porcentagem de açúcar na matéria seca.

## Métodos Estatísticos

Para classificação (características físicas), não foi realizada análise estatística. O experimento foi realizado segundo o delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos constituídos pelos cultivares Keauhou (HAES 246), Ikaika (HAES 333), Pahala (HAES 788) e Makai (HAES 800), com 5 repetições. Cada parcela experimental foi constituída por cinco nozes. Procedeu-se a análise de variância individual para cada característica e, as comparações entre as médias foram feitas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

### Classificação

Os valores médios de diâmetro de nozes, peso médio de nozes e percentagem de nozes com trincas (Quadro 2), caracterizam as amostras para o estudo. Observou-se, em relação ao diâmetro e ao peso médio das nozes, que a cultivar Pahala mostrou valores superiores aos demais, enquanto a cultivar Ikaika apresentou valor de peso médio de nozes muito abaixo das demais cultivares.

Estudos de Xavier et al. (1991), citados por Almeida Neto (1991), sugerem o uso das seguintes dimensões para classificadores de barras: 18mm, 21mm, 24mm e 27mm, obtendo-se praticamente 3 lotes do produto, uma vez que, são raras as nozes com diâmetro abaixo de 18mm ou acima de 27mm. Rigitano e Ojima (1970), encontraram



valores de diâmetro de nozes que variavam de 22 a 26mm, em seleções de nogueira macadâmia para as condições do estado de São Paulo. Leite (1992), encontrou valores de peso médio de nozes que variavam de 7,27 a 7,93g, para a cultivar Ikaika, em Araponga-MG.

Quadro 2 - Valores de Diâmetro Médio de Nozes (DMN), Peso Médio de Nozes (PMN) e respectivos, desvio padrão (s), e Percentagem de Nozes com Trincas (PNT).

Cultivar	DMN(mm)	s	PMN(g)	s	PNT
Keauhou (HAES 246)	23,58	1,39	7,04	1,21	28,93
Ikaika (HAES 333)	22,33	1,44	5,82	1,15	5,63
Pahala (HAES 788)	24,37	1,61	7,75	1,48	32,07
Makai (HAES 800)	23,85	1,50	7,12	1,22	25,00

Nos programas de seleção de variedades desenvolvidos no Havaí, elegeram-se as plantas que produziam nozes com peso médio entre 5,26 a 7,69g (Bittenbender et al., 1991). Com base nesses dados, pode-se afirmar que os cultivares estudados atendem a este requisito.

A cultivar Ikaika apresentou o menor percentual de nozes com trincas, o que pode ser considerado uma boa característica para o armazenamento das nozes, uma vez que, a presença de fendas na casca permite a entrada de ar, o que pode provocar a oxidação do óleo das amêndoas, além de permitir a entrada de patógenos.

### Composição Química

Apesar da classificação das amêndoas através da flutuação na salmoura de densidade 1,012g/cm<sup>3</sup>, foi encontrada diferença estatística significativa entre as médias para percentagem de óleo na matéria seca (Quadro 3), evidenciando o destaque do cultivar Makai (HAES 800), dentre as demais, que também mostraram teores relativamente altos de óleo.

Com base em trabalhos sobre produção de óleo em soja, algodão, amendoim, girassol e várias espécies de tabaco, pode-se dizer que o teor de óleo de sementes, depende provavelmente da ação combinada da hereditariedade e do ambiente. Em grande parte, não se sabe até que ponto os fatores do ambiente influenciam a produção de óleo em sementes de macadâmia (James, 1961). Para noz pecan, foi encontrada influência significativa do ambiente

sobre o teor de óleo das amêndoas (Rudolph et al., 1992).

De forma geral, as médias mostradas foram pouco maiores que as observadas por (Cavaletto, 1980; Rosenthal, Merin e Kadman, 1986), que variavam de 73 a 79%, provavelmente em função da classificação das amêndoas na salmoura de densidade 1,012g/cm<sup>3</sup>, correspondente ao Grau 1 (percentagem de óleo > 75%).

Houve diferença estatística entre as médias, tanto para açúcares solúveis totais quanto para redutores (Quadro 3). Os resultados encontrados para açúcares solúveis totais, de forma geral, foram inferiores aos observados por (Cavaletto, et al., 1966; Dela Cruz et al., 1966; Cavaletto, Ross e Yamamoto, 1968), que variavam de 4,98 a 5,56%. Para Cavaletto (1980), amêndoas maduras de *M. integrifolia* contém de 3 a 5% de açúcares solúveis totais. Jones e Shaw (1943), que pesquisaram macadâmia, encontraram valores para açúcares solúveis redutores de 0,30%, os quais se aproximaram dos valores observados neste trabalho.

Ripperton et al. (1938), citados por Cavaletto (1980), que avaliaram nozes de macadâmia para fins comerciais, observaram alta correlação entre o teor de açúcares solúveis totais e a densidade específica da amêndoa, ou seja, quanto maior o teor de açúcares solúveis totais, maior a densidade específica da amêndoa e, em consequência, menor o teor de óleo. Os cultivares estudados revelaram altos teores de óleo e baixos teores de açúcares solúveis totais, nas suas amêndoas, o que é considerado uma boa característica.

Os teores de proteína bruta (Quadro 3), estão bastante próximos dos valores citados por Rosenthal, Merin e Kadman (1986). Estes autores, que trabalharam com as cultivares Beaumont e Yonik, observaram valores de proteína bruta de 6,84% e 8,51%, respectivamente. Embora um alto teor de proteína em macadâmia não seja uma característica imprescindível, pode-se notar, pelos números mencionados, que a macadâmia pode constituir-se numa excelente fonte protéica.

Os valores observados para umidade das amêndoas

Quadro 3 - Valores médios do Teor de Óleo (TO), Açúcares Solúveis Totais (AT), Açúcares Redutores (AR) e Proteína Bruta (PB), de quatro cultivares de macadâmia.

Cultivar	TO (% na ms)	AT (% na ms)	AR (% na ms)	PB (% na ms)
Keauhou (HAES 246)	79,78 b	1,80 c	0,20 ab	7,28 ab
Ikaika (HAES 333)	80,25 b	4,22 a	0,21 ab	6,64 b
Pahala (HAES 788)	80,08 b	1,97 b	0,24 a	7,65 a
Makai (HAES 800)	82,17 a	1,92 bc	0,14 b	5,43 c
CV (%)	0,57	10,09	4,24	24,41

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,05).

(Quadro 4), foram relativamente altos, provavelmente em função da uniformização das amêndoas em salmoura, pouco antes de serem levadas à estufa para secagem e análise.

Os resultados observados para fibra bruta e fibra em detergente ácido (Quadro 4), foram maiores que os observados por Rosenthal, Merin e Kadman (1986), que encontraram valores que variaram de 0,89 a 1,21% para fibra bruta e de 1,51 a 1,57% para fibra em detergente ácido. Enquanto os resultados observados para cinzas, aproximaram-se dos valores encontrados pelos mesmos autores.

Quadro 4 - Valores médios para Umidade das Amêndoas (UA), Fibra Bruta (FB), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Cinzas (CZ), de quatro cultivares de macadâmia.

Cultivar	UA(%)	FB(% na ms)	FDA(% na ms)	CZ(% na ms)
Keauhou (HAES 246)	5,51 b	2,09 a	5,77 a	0,65 b
kaika (HAES 333)	6,13 ab	2,07 a	3,87 b	0,91 a
Pahala (HAES 788)	5,78 ab	1,62 b	3,44 b	1,01 a
Makai (HAES 800)	6,37 a	1,41 b	3,46 b	0,76 b
CV (%)	7,90	14,29	17,67	11,96

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ).

## Conclusões

Todas as cultivares de macadâmia (*Macadamia integrifolia*) estudadas, Keauhou, Ikaika, Pahala e Makai, apresentam boas características físicas para consumo humano. A cultivar Ikaika mostrou o maior teor de açúcares solúveis totais, enquanto a cultivar Keauhou, apresentou o menor teor. A cultivar Pahala apresentou o maior teor de proteína bruta.

## Literatura Citada

- ALMEIDA NETO, J.T.P. 1991. A colheita e o beneficiamento da macadâmia. In: São José, A.R. Macadâmia: tecnologia de produção e comercialização. Vitória da Conquista, UESB/DFZ. pp. 131-147.
- ANDERSEN, O. 1985. As possibilidades da noz macadâmia. Raízes (Brasil) 10(107):32-35.
- ANDERSEN, O. 1990. A noz macadâmia e sua cultura. Viçosa. UFV/CEE. Informe Técnico nº 44. 10p.
- ANÔNIMO. 1992. Macadâmia será nova riqueza do Brasil. Estado de São Paulo (São Paulo, Brasil) 21 out. p.1, 12-13. Suplemento Agrícola.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. 1975. Official methods of official analytical chemistry. 12 ed. Washington. 1094p.
- BITTENBENDER, H.C. and MCGREGOR, A. 1991. Macadamia around the world: situation and perspective. Honolulu, University of Hawaii. 16p.
- BITTENBENDER, H.C., JONES, V.P. and NAGAO, M.A. 1991. Varieties and breeding macadamia in Hawaii: a review of the literature through. Honolulu, University of Hawaii. 15p.
- BUTLER, G.W. and BAILEY, R.W. 1973. Chemistry and biochemistry of herbage. London, Academic Press. 416p.
- CAVALETTO, C., DELA CRUZ, A., ROSS, E. and YAMAMOTO, H.Y. 1966. Factors affecting macadamia nut stability. I. Raw kernels. Food Technology 20:108-111.
- CAVALETTO, C.G., ROSS, E., and YAMAMOTO, H.Y. 1968. In-shell storage effects on quality of processed macadamia nuts. Food Technology 22:172-174.
- CAVALETTO, C.G. 1980. Macadamia nuts. In: Nagy, S. and Shaw, P.E. Tropical and subtropical fruits; composition, properties and uses. Westport, AVI. pp.542-562.
- DELA CRUZ, A., CAVALETTO, C., YAMAMOTO, H.Y. and ROSS, E. 1966. Factors affecting macadamia nut stability. II. Roasted kernels. Food Technology 20:123-124.
- DIERBERGER, J.E. e MARINO NETO, L. 1985. Noz macadâmia: uma nova opção para a fruticultura brasileira. São Paulo, Nobel. 120p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 1985. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3ed. São Paulo. 533p.
- JAMES, L.E. 1961. Some basic research problems in macadamia. California Macadamia Society Yearbook 7:50-51.
- JONES, W. W. and SHAW, L. 1943. The process of oil formation and accumulation in the macadamia. Plant Physiology 18:1-7.
- LEITE, J.B.V. 1992. Competição entre quatro cultivares e seis seleções de *Macadamia integrifolia* Maiden e Betche, em Araponga, Minas Gerais. Tese Mestrado. Viçosa, UFV. 73p.
- PENTEADO, S.R. e MARTINS, M.E. 1983. A fina noz macadâmia. Casa da Agricultura (Brasil) 5:15-17.
- RIGITANO, O. e OJIMA, M. 1970. Seleção de noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden e Betche), para as condições do Estado de São Paulo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 22, Salvador, 1970. Resumos. Salvador, SBPC. pp.228-229.
- ROSENTHAL, I., MERIN, U. and KADMAN, A. 1986. Comparison of some properties of macadamia nuts of the "Yonik" and "Beaumont" cultivars. Lebensmittel Wissenschaft and Technologie 19(1):53-55.
- RUDOLPH, C.J., HINRICHS, H.A., HOPFER, D.A. and KAYS, S.J. 1992. Genetic, environmental, and maturity effects on pecan kernel lipid, fatty acid, tocopherol, and protein composition. Journal of Food Quality 15:263-278.
- RYALL, L. and PENTZER, W.T. 1974. Handling transportation and storage, of fruits and vegetable; fruits and tree nuts. Westport, AVI. v.2. 545p.
- SACRAMENTO, C.K. do 1991. A macadamicultura no Brasil. In: São José, A.R. Macadâmia: tecnologia de produção e comercialização. Vitória da Conquista, UESB/DFZ. pp.192-197.
- SILVA, D.J. 1990. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa, UFV. 165p.
- TELES, F.F.F. 1977. Nutrient analysis of prickly pear (*Opuntia ficus indica*, L.). Ph.D. Thesis. Tucson, University of Arizona. 157p.
- WEAST, R.C., ed. 1971. Handbook of chemistry and physics. 51ed. Cleveland, The Chemical Rubber. 3206p.
- WOODROOF, G. 1967. Tree nuts: production, processing products. Westport, AVI. pp.313-338. ●

## DETERIORAÇÃO FÚNGICA DE AMÊNDOAS DE CAJUEIRO NO NORDESTE BRASILEIRO

*Francisco das Chagas Oliveira Freire<sup>1</sup>, Maria de Jesus Barbosa Cavalcante<sup>2</sup>  
e José Luiz Bezerra<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup>EMBRAPA/CNPAT, 60.060-510, Fortaleza, Ceará, Brasil

<sup>3</sup>CEPLAC, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), 45.600-000, Itabuna, Bahia Brasil

Cerca de 10% das castanhas de cajueiro, produzidas anualmente no Nordeste brasileiro, apresentam amêndoas impróprias ao processamento industrial e ao consumo humano. Um levantamento conduzido durante 3 anos nos Estados da Bahia, Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte revelou a ocorrência de 26 diferentes fungos associados à deterioração das amêndoas. Dentre os fungos mais frequentemente encontrados destacam-se espécies de *Aspergillus* e *Penicillium*, com 81 e 10% de ocorrência, respectivamente. Fungos fitopatogênicos tais como *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae* foram também isolados. Medidas necessárias à redução das perdas por deterioração, bem como os prováveis modos de infecção das amêndoas em condições de campo, são também discutidas.

**Palavras-chave:** *Anacardium occidentale*, amêndoa, infecção, fungo

**Cashew Kernel Fungal Rot in the Brazilian Northeast.** Approximately 10% of the annual cashew nut production of the Brazilian Northeast presents unsuitable kernel for industrial processing and human consumption. Survey carried out during 3 years in four states (Bahia, Ceará, Piauí and Rio Grande do Norte) revealed the presence of 26 fungus species associated to cashew kernel rot diseases. Species of *Aspergillus* and *Penicillium* were the most frequent, reaching 81 and 10% of occurrence, respectively. Plant pathogenic fungi such as *Colletotrichum gloeosporioides* and *Lasiodiplodia theobromae* were also isolated. Measures capable of reducing kernel losses as well as the possible fungus strategies to invade nuts while in the field are also discussed.

**Key words:** *Anacardium occidentale*, kernel, fungi, infection

### Introdução

Planta totalmente adaptada ao Nordeste do Brasil, o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) se sobressai como uma das principais fontes de renda da região. Com uma produção anual média de 130.000 toneladas de castanha, que proporciona uma renda anual de 150 milhões de dólares, o cajueiro participa com cerca de 60.000 empregos diretos e indiretos na economia nordestina (Pessoa, Leite e Pimentel, 1995).

Levantamento conduzido pela EMBRAPA/CNPAT, nos últimos 3 anos, relevou que cerca de 10% das castanhas produzidas anualmente no Nordeste apresentam amêndoas

impróprias ao processamento industrial e ao consumo humano. Muito embora parte dessas perdas seja provocada por insetos, na sua grande maioria os prejuízos mais significativos estão associados à deterioração devida à ação direta de fungos. Tem sido observado, também, que as condições de armazenamento normalmente utilizadas pelos produtores favorecem, sobretudo, a elevação da taxa de deterioração. Assim, castanhas armazenadas amontoadas em locais quentes, úmidos e sem ventilação adequada têm apresentado elevadas perdas à medida que aumenta o período entre a colheita e o processamento.

Amêndoas infectadas por fungos podem apresentar manchas deprimidas, escuras, ovaladas a circulares, as

quais podem se aprofundar nos cotilédones e atingir o interior das amêndoas. Algumas vezes as manchas são amareladas, com círculos mais ou menos concêntricos. É comum, também, a ocorrência de amêndoas deformadas, retorcidas, e com extensas áreas dos cotilédones com sintomas semelhantes a anasarca, em virtude da rancificação dos lipídios. Em alguns casos, é possível a visualização de micélio e frutificações dos fungos na superfície das amêndoas (Figura 1).

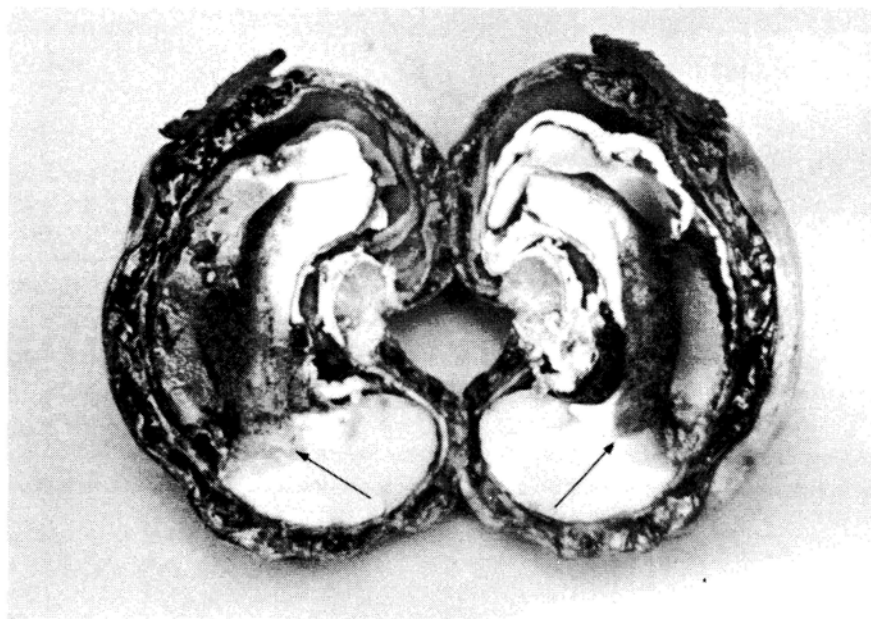


Figura 1 - Crescimento miceliano de *Curvularia lunata* sobre amêndoa de cajueiro (setas).

Fungos podem ser isolados mesmo a partir de amêndoas aparentemente sadias. Tais fungos, durante o período de armazenamento, poderão se desenvolver rapidamente, provocando o colapso das amêndoas, inviabilizando-as para o processamento e consumo.

No trabalho em apreço são relatados os resultados do levantamento realizado durante três anos, em quatro estados do Nordeste, bem como se discutem os possíveis modos de infecção e as medidas para reduzir as perdas.

### Material e Métodos

Amostras com no mínimo 10kg de castanhas foram examinadas, anualmente, de cada um dos seguintes Estados: Bahia (3 amostras, coletadas em plantios de Ribeira do Pombal e Nova Soure), Ceará (6 amostras, coletadas em Pacajus, Cascavel e Aracati), Piauí (3 amostras coletadas em Canto do Buriti e Pio XI) e Rio Grande do Norte (4 amostras coletadas em Mossoró, Serra do Mel e João Câmara). Em cada amostra coletada foram examinadas 200 amêndoas, sendo 100 amêndoas sem esterilização e 100 com esterilização. De cada amêndoa era retirado um fragmento de 3 x 4 mm. Os fragmentos a serem esterilizados eram colocados em uma peneira com 4 cm de diâmetro com tela plástica de 150 mesh, imersos em álcool a 70% e em seguida em hipoclorito de sódio a 1%, durante 30 segundos em

cada solução, seguido de duas lavagens em água destilada esterilizada. Procedeu-se o plaqueamento em ágar-água a 1,5%, colocando-se 20 fragmentos por placa. Três a cinco dias após o plaqueamento os fungos eram transferidos para tubos com batata-dextrose-água a fim de serem identificados taxonomicamente.

Com o intuito de avaliar a influência de um fungicida na proteção de inflorescências de cajueiro e, conseqüentemente, na diminuição da taxa de infecção fúngica de amêndoas, 30 inflorescências foram selecionadas em cajueiro do tipo anão precoce, clone CP 76, e pulverizadas semanalmente com benomil a 0,1%. Após a maturação, 100 castanhas foram colhidas e as amêndoas com e sem esterilização plaqueadas, conforme descrito anteriormente.

A presença de propágulos fúngicos nos estigmas e anteras de flores de cajueiro foi avaliada plaqueando-se em ágar-água, sem esterilização, 200 estigmas e 200 anteras de inflorescências hermafroditas provenientes do referido clone.

### Resultados e Discussão

O levantamento realizado nos quatro estados do Nordeste revelou a ocorrência, até o momento, de 26 espécies de fungos associados às amêndoas do cajueiro (Quadro 1). É provável que um número muito mais elevado de espécies possa ainda ser identificado com a continuidade do levantamento. A maior incidência das espécies de fungos em castanhas do Ceará deve-se ao fato de um maior número de amêndoas provenientes desse estado estarem disponíveis..

Dentre as espécies isoladas merecem destaque aquelas pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, as mais freqüentes ao longo de todo o trabalho, com percentuais de ocorrência equivalentes a 81 e 10%, respectivamente. A espécie *A. niger* foi a mais freqüente. O agente causal da antracnose, *C. gloeosporioides*, foi isolado em baixo percentual (0,5%), provavelmente por crescer mais lentamente em ágar-água, sendo superado por outros fungos de crescimento mais rápido. O mesmo foi observado para o fungo causador da resinose do cajueiro, *L. theobromae* (0,8%). A espécie *C. cladosporioides*, além de ocorrer em amêndoas, é bastante freqüente crescendo na região da cicatriz estilar de castanhas jovens, onde se verifica, nas primeiras horas da manhã, uma exsudação de substâncias açucaradas. Embora as espécies *A. flavus* e *A. parasiticus*, reconhecidamente produtoras de aflatoxinas, tenham sido detectadas em amêndoas, inexiste na literatura referência acerca de intoxicação devido a presença de aflatoxinas em amêndoas de cajueiro. Entretanto, as condições necessárias para a formação dessas micotoxinas em outras culturas, tais como substrato, temperatura, umidade, injúrias por insetos e ausência de uma nutrição equilibrada (Diener et al., 1987), estão também presentes



Quadro 1. Fungos associados a amêndoas de cajueiro procedentes dos Estados da Bahia, Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. EMBRAPA/CNPAT, Fortaleza, CE, 1995.

Fungos	Bahia	Ceará	Piauí	R.G. do Norte
1. <i>Absidia corymbifera</i>	+	+	+	+
2. <i>Aspergillus flavus</i>	-	+	-	+
3. <i>A. japonicus</i>	-	+	-	-
4. <i>A. erythrocephalus</i>	-	+	-	-
5. <i>A. niger</i>	+	+	+	+
6. <i>A. oryzae</i>	-	+	+	+
7. <i>A. ochraceus</i>	-	+	-	-
8. <i>A. parasiticus</i>	-	+	-	+
9. <i>A. ustus</i>	-	+	-	+
10. <i>Choanephora</i> sp.	-	+	-	-
11. <i>Curvularia lunata</i>	+	+	+	+
12. <i>Cladosporium cladosporioides</i>	+	+	+	+
13. <i>Cylindrocladium parvum</i>	-	+	-	-
14. <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	-	+	+	-
15. <i>Fusarium solani</i>	+	+	+	+
16. <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	-	+	-	-
17. <i>Nigrospora oryzae</i>	-	+	+	+
18. <i>Penicillium citrinum</i>	+	+	+	+
19. <i>P. purpurogenum</i>	-	+	-	-
20. <i>Pestalotiopsis</i> sp.	+	+	+	+
21. <i>Phoma</i> sp.	-	+	-	-
22. <i>Sarcopodium</i> sp.	-	+	-	-
23. <i>Syncephalastrum racemosum</i>	-	+	-	-
24. <i>Talaromyces trachyspermum</i>	-	+	-	-
25. <i>Tritirachium</i> sp.	-	+	-	-

+ = ocorrência confirmada

- = ocorrência não confirmada

no cajueiro. Por outro lado, os isolados de *A. flavus* e *A. parasiticus* ocorrentes em amêndoas de cajueiro podem não ser produtores de aflatoxinas ou produzi-las em concentrações tão pequenas que não tenham causado problema, até o momento. Um estudo para a detecção de aflatoxinas em amêndoas de cajueiro poderia elucidar estes aspectos.

Os fungos isolados a partir de fragmentos de amêndoas esterilizados superficialmente não diferiram daqueles obtidos de fragmentos sem esterilização, não obstante tenham ocorrido em menor percentagem. Durante a etapa de isolamento foi bastante frequente a ocorrência simultânea, sobre um mesmo fragmento, de duas espécies diferentes de fungos. Os casos mais comuns envolveram espécies de *Aspergillus* e *Penicillium*.

Com relação às castanhas oriundas de inflorescências tratadas com benomil, cerca de 35% de suas amêndoas mostravam infecções fúngicas (Quadro 2). Mesmo protegidas semanalmente com o fungicida as amêndoas formadas foram capazes de abrigar fungos, sugerindo que os organismos já estavam no interior dos tecidos da planta (fungos endofíticos), atingindo os ovários ou as amêndoas

jovens após a formação das inflorescências. Novamente a espécie *A. niger* foi a mais frequente, ocorrendo em 21% dos fragmentos plaqueados sem esterilização e em 17% dos superficialmente esterilizados. A pulverização das inflorescências pode ter tido alguma influência na redução da penetração dos esporos dos fungos diretamente pelo estigma, juntamente com os grãos de

Quadro 2. Ocorrência de fungos em amêndoas de castanhas oriundas de inflorescências do clone CP 76 pulverizadas com benomil. EMBRAPA/CNPAT. 1995.

Fungos	% de ocorrência	
	Com esterilização	Sem esterilização
<i>Absidia corymbifera</i>	0,0	1,0
<i>Aspergillus niger</i>	17,0	21,0
<i>A. oryzae</i>	1,0	1,0
<i>A. ochraceus</i>	0,0	1,0
<i>A. ustus</i>	0,0	1,0
<i>Aspergillus</i> sp.	2,0	1,0
<i>Curvularia lunata</i>	1,0	1,0
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,0	2,0
<i>Fusarium solani</i>	0,0	1,0
<i>Penicillium</i> spp.	3,0	5,0



pólen. Aliás, a penetração de esporos de *A. flavus* através das flores de amendoim (Wells e Kreutzer, 1972), bem como de flores de algodoeiro (Klich, Thomas e Mellon, 1984) foi experimentalmente comprovada. *A. flavus* foi capaz, também, de penetrar através dos estiletes e grãos de milho (Marsh e Payne, 1984).

A acentuada incidência de fungos em anteras e estigmas de flores de cajueiro (Quadro 3), coincide com as informações de outros autores quanto à utilização das flores como via de penetração de fungos causadores de deterioração em sementes de diversas culturas (Diener et al., 1987). Novamente a espécie *A. niger* foi isolada com maior frequência que as demais, corroborando os resultados de isolamento a partir de amêndoas (Quadros 1 e 2).

Quadro 3. Ocorrência de fungos em estigmas e anteras de cajueiro clone CP 76. EMBRAPA/CNPAT. 1995.

Fungos	% Isolamento	
	Estigmas	Anteras
<i>Absidia corymbifera</i>	0,0	0,5
<i>Aspergillus japonicus</i>	1,0	0,0
<i>A. niger</i>	73,0	17,0
<i>Curvularia lunata</i>	1,0	0,5
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	2,0	0,5
<i>Fusarium solani</i>	0,5	0,0
<i>Penicillium citrinum</i>	5,5	2,0
<i>Penicillium spp.</i>	2,0	1,5

É provável que o hábito dos percevejos *Crinocerus sanctus* e *C. chryseis* (Hemiptera, Coreidae), de introduzir o estilete nas castanhas jovens, atingindo as amêndoas, possa inocular diretamente certos fungos ou, pelo menos, abrir entradas para invasões posteriores. A infecção de amêndoas de cajueiro por fungos já havia sido relatada por Esuruoso (1974) na África, o qual identificou *Aspergillus* sp., *Rhizopus nigricans*, *Fusarium* sp. e *Gliocladium* spp. No Estado do Ceará, Ponte, Nobre e Nascimento, (1975) denominaram de bolor verde a infecção de amêndoas de cajueiro por *Penicillium digitatum*. No Ceará, os fungos *A. flavus*, *Oedocephalum bergii* e *Neurospora* sp. foram também detectados (Andrade et al., 1990).

Informações obtidas a partir de indústrias de beneficiamento de castanhas nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte, nos últimos 3 anos, confirmaram que à medida que aumenta o período de armazenamento das castanhas diminui o rendimento das amêndoas comercializáveis. Essa redução na qualidade da amêndoa está diretamente relacionada ao aumento da deterioração fúngica, agravada pelas condições inadequadas de elevada

umidade e temperatura.

Na realidade, a deterioração fúngica de amêndoas de cajueiro é um problema de pré-colheita, com a penetração dos fungos ocorrendo durante o processo de formação das castanhas. As medidas para a redução dessas perdas deveriam ser adotadas, basicamente, ainda no campo. Acredita-se que uma nutrição equilibrada das plantas, calagem, controle fitossanitário, secagem das castanhas após a colheita e a armazenagem em locais com umidade, temperatura e ventilação adequadas poderiam reduzir, as perdas por deterioração. Entretanto, a baixa produtividade do cajueiro no Nordeste do Brasil (cerca de 200 kg de castanha/ha/ano), o baixo preço atual da castanha e as dificuldades técnicas para a aplicação de defensivos em plantas de porte elevado, impossibilitam a adoção das medidas que poderiam diminuir o impacto da deterioração fúngica das amêndoas. Por outro lado, a expansão de áreas com plantas do tipo anão precoce, com porte reduzido e produtividade de até 4.500 kg/ha/ano em áreas irrigadas, aliadas à utilização industrial do pedúnculo, poderão em futuro próximo transformar a cajucultura em atividade muito mais rentável, que permita aos produtores um tratamento mais intensivo do cajueiro.

## Literatura Citada

- ANDRADE, J.S., MAIA, G.A., HOLANDA, L.F.F., SALES, M. e FIGUEREDO, R.W. 1990. Influência do teor de umidade na estabilidade de amêndoas da castanha do caju (*Anacardium occidentale* L.). Revista Brasileira de Fruticultura 12 (1): 23-33.
- DIENER, U.L., COLE, R.J., SANDERS, T.H., PAYNE, G.A., LEE, L. and KLICH, M.A. 1987. Epidemiology of aflatoxin formation by *Aspergillus flavus*. Annual Review of Phytopathology 25:249-270.
- ESURUOSO, O.F. 1974. Fungi associated with kernel rot disease of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Nigeria. International Biodeterioration Bulletin 10(2):57-59.
- KLICH, M.A. THOMAS, S.H. and MELLON, J.E. 1984. Field studies on the mode of entry of *Aspergillus flavus* into cotton seeds. Mycologia 76:665-669.
- MARSH, S.F. and PAYNE, G.A. 1984. Pre-harvest infection of corn silks and kernels by *Aspergillus flavus*. Phytopathology 74:1284-1289.
- PESSOA, P.F.A. de P., LEITE, L.A. de A., e PIMENTEL, C.R.M. 1995. Situação atual e perspectivas da agroindústria do caju. In: Araújo, J.P.P. de e Silva, V.V. da. Cajucultura: modernas técnicas de produção. Fortaleza, EMBRAPA/CNPAT. pp.23-42.
- PONTE, J.J., NOBRE, R.H.P. e NASCIMENTO, M.L.R. 1975. Bolor verde (*Penicillium digitatum* Sacc.), uma incidência nociva à amêndoa do caju. Revista da Sociedade Brasileira de Fitopatologia 6/8:44-46.
- WELLS, T.R. and KREUTZER, W.A. 1972. Aerial invasion of peanut flower tissues by *Aspergillus flavus* under gnotobiotic conditions. Phytopathology 62:797. ●

## OCORRÊNCIA DE *Cylindrocladium scoparium*, *Pythium splendens* E *Phytophthora* sp. EM MUDAS DE CAJUEIRO (*Anacardium occidentale* L.) NO BRASIL

Francisco das Chagas Oliveira Freire

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT) 60060-510 Fortaleza, Ceará, Brasil

A ocorrência de três novos fungos que causam morte de mudas de cajueiro foi observada na Estação Experimental de Pacajus, no Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (EMBRAPA/CNPAT), no Estado do Ceará (Brasil). Após os isolamentos e os testes de patogenicidade os fungos foram identificados como sendo *Cylindrocladium scoparium*, *Pythium splendens* e *Phytophthora* sp. Todos os três patógenos podem provocar podridão radicular e do coleto, manchas foliares, amarelecimento e murcha. Aproximadamente uma semana após o surgimento dos primeiros sintomas as mudas mostram-se completamente necróticas e secas. Os mencionados patógenos são, pela primeira vez, relatados causando a morte de mudas de cajueiro no Brasil. A melhoria das condições de drenagem dos sacos plásticos, o controle da quantidade da água de irrigação e a inspeção constante do viveiro são suficientes para reduzir o percentual de mudas afetadas. No caso específico de *Phytophthora* sp., a utilização do produto metalaxyl mostrou-se extremamente eficiente no controle da doença.

**Palavras-chave:** *Anacardium occidentale*, muda, podridão radicular, podridão do coleto

**Occurrence of *Cylindrocladium scoparium*, *Pythium splendens* and *Phytophthora* sp. associated with death of cashew seedlings (*Anacardium occidentale* L.) in Brazil.** Foot and root rot, leaf blight, yellowing and wilt of cashew seedlings were detected in nursery bags at the Agroindustrial Experimental Station of EMBRAPA/CNPAT, State of Ceara, Brazil. After isolation and successful pathogenicity tests fungi were identified as *Cylindrocladium scoparium*, *Pythium splendens* and *Phytophthora* sp. These pathogens are for the first time reported infecting cashew seedlings in Brazil. Better drainage of the nursery bags, combined with suitable amount of irrigation water and periodical nursery inspections are sufficient to decrease the number of infected seedlings. However, *Phytophthora* sp. out-breaks were efficiently controlled by using the fungicide metalaxyl.

**Key words:** *Anacardium occidentale*, seedling, root rot, root collar rot

### Introdução

A expectativa de uma maior produtividade através da formação de pomares de cajueiro adequadamente orientados, a partir do plantio de mudas mais uniformes e de qualidade superior, tem provocado uma crescente demanda pelas mesmas junto ao Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT/EMBRAPA), à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE) e a empresas privadas do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Não obstante a produção de mudas concentrar-se nos meses de janeiro a abril, um elevado número de

plantas permanece ao longo do ano em condições de viveiro, muitas vezes favorecendo a proliferação de pragas e doenças, algumas das quais podendo mesmo ocasionar a morte destas.

Recentemente, os fungos *Cylindrocladium scoparium*, *Pythium splendens* e *Phytophthora* sp. foram encontrados causando mancha e queima foliares, podridão de raízes e do colo, murcha e morte de mudas de cajueiro, tanto de pé-franco como em mudas enxertadas, no viveiro do CNPAT, na Estação Experimental de Pacajus, Estado do Ceará. Este trabalho objetiva relatar a ocorrência inédita, no Brasil, desses três fungos.

## Descrição dos sintomas e patogenicidade

Com relação a *C. scoparium*, o sintoma mais característico é uma mancha foliar de formato oval a circular, ocorrendo mais frequentemente sobre as folhas mais velhas, algumas vezes exibindo círculos concêntricos, de coloração castanho-clara a castanho-escura e um halo clorótico difuso, circundante, na face superior das folhas, medindo de 1 a 4cm. Na face inferior as manchas são de coloração castanho-clara. Em condições de umidade mais elevada surgem as frutificações branco-pulverulentas, hipófilas do fungo. Todas as tentativas de isolamento em ágar-água a 1,0% conduziram à obtenção de *Cylindrocladium*, posteriormente identificado como *C. scoparium* (Dr. Acelino Alfenas, Universidade Federal de Viçosa, MG). Transferido para meio de Batata-Dextrose-Ágar (BDA) o fungo produziu colônias com abundante micélio cotonoso aéreo, que mudam depois para uma coloração ocre e com numerosas massas brancas de conídios. Os sintomas foram observados sobre mudas de cajueiro do tipo anão precoce (clone CP-76), com 5 meses de idade.

Testes de patogenicidade conduzidos com mudas do clone CP-76, de 2 meses de idade, através da atomização de uma suspensão de conídios ( $10^7$  conídios/ml), provocaram o surgimento de manchas foliares 2 a 4 dias após a inoculação, quando as mudas permaneceram em câmara úmida. As manchas, entretanto, eram minúsculas, escuras, numerosas e dispersas. Algumas delas coalesceram e formaram manchas maiores, mas sem os sintomas característicos das manchas em folhas naturalmente infectadas. Quando a inoculação foi realizada com discos de 1cm de diâmetro das cultura do fungo em BDA, os primeiros sintomas surgiram 2 dias após a inoculação, quando as folhas foram superficialmente feridas, e 4 dias após a inoculação no caso de folhas não injuriadas. Em ambos os casos, os sintomas foliares finais assemelharam-se àqueles em folhas naturalmente infectadas (Figura 1). *C. scoparium* pôde ser reisolado a partir de manchas foliares provocadas pelos dois métodos de inoculação.

Quando o fungo foi inoculado em raízes de mudas do clone CP-76, de 1 mês de idade (10 ml/muda, da mesma suspensão conidial usada na atomização), incitou o surgimento de sintomas de murcha e necrose radicular e do coleto, cerca de 7 a 10 dias após a inoculação. Também nesse caso, os testes de patogenicidade foram completados reisolando-se o fungo *C. scoparium*.

Quanto a *Pythium splendens*, os sintomas típicos são

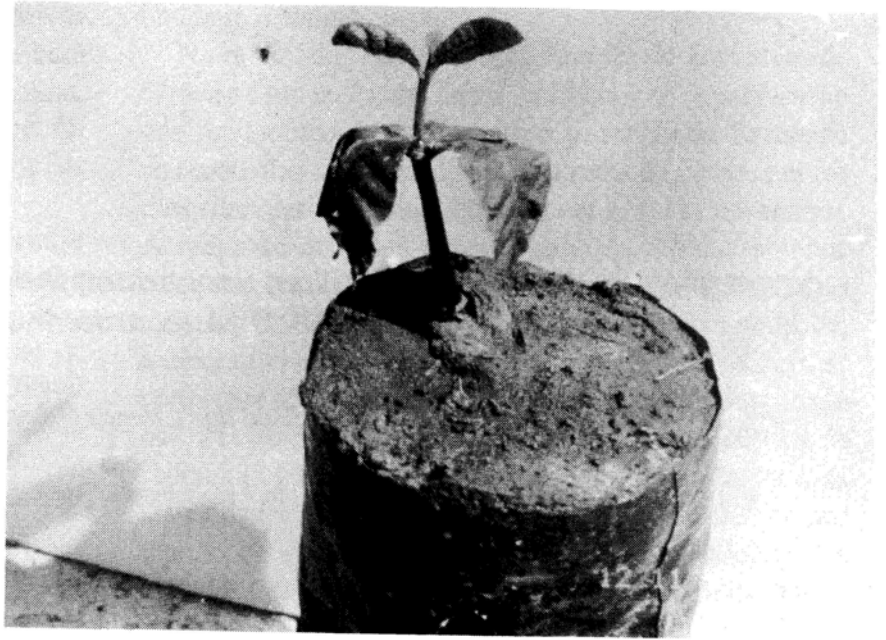


Figura 1 - Mudas de cajueiro com sintomas de murcha 4 dias após a inoculação de *P. splendens* no sistema radicular.

o amarelecimento das folhas mais velhas e murcha das folhas jovens, seguidos da necrose dos tecidos do colo, os quais se mostram escurecidos. As mudas infectadas exibem os sistemas radiculares necróticos, escurecidos e quebradiços. Brotações oriundas de enxertos podem eventualmente ser afetadas. A doença ocorre, preferencialmente, em plantas crescidas em sacos com drenagem deficiente e excessivamente expostas ao sol. Decorrido uma semana do surgimento dos primeiros sintomas a muda seca completamente e morre. Isolamentos realizados a partir de tecidos de raízes, colo, folhas e mesmo de cotilédones ainda aderidos ao caule, em ágar-água a 1%, originaram colônias de *Pythium*, posteriormente confirmadas como de *P. splendens* Braun (Dr. G. S. Hall, International Mycological Institute, Kew, Londres). O fungo foi transferido para meio sólido de V-8, em placas de Petri, onde permaneceu por 5 dias em condições de laboratório. Dez mudas de cajueiro do tipo anão precoce (clone CP-76) e 10 mudas de cajueiro do tipo comum, todas com aproximadamente 1 mês de idade, foram inoculadas no sistema radicular com 10ml de uma suspensão fúngica contendo  $5 \times 10^4$  esporângios/ml, além de fragmentos micelianos. Foram adicionados 10ml de meio V-8 em água destilada em 5 mudas de cada tipo de cajueiro, com a mesma idade, utilizadas como testemunhas. Todas as mudas inoculadas exibiram sintomas de murcha decorridos 2 a 4 dias após a inoculação. Ao final do oitavo dia todas se mostravam secas e mortas. As plantas testemunhas permaneceram saudáveis. Os isolamentos realizados a partir das plantas inoculadas permitiram o surgimento de *P. splendens*. O fungo foi incapaz de matar mudas com mais de 3 meses de idade (Figuras 2 e 3).



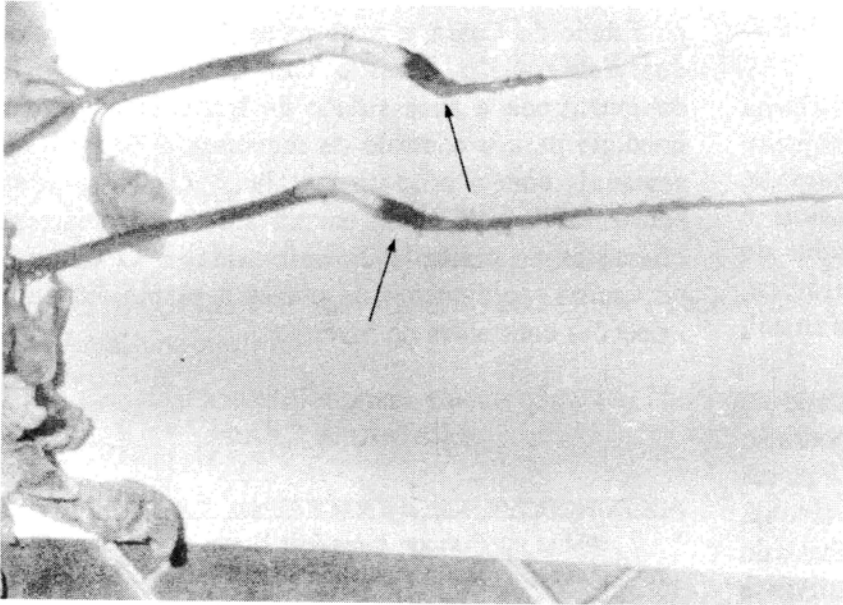


Figura 2 - Podridão radicular e do coleto em muda de cajueiro 8 dias após a inoculação com *P. splendens* (setas).

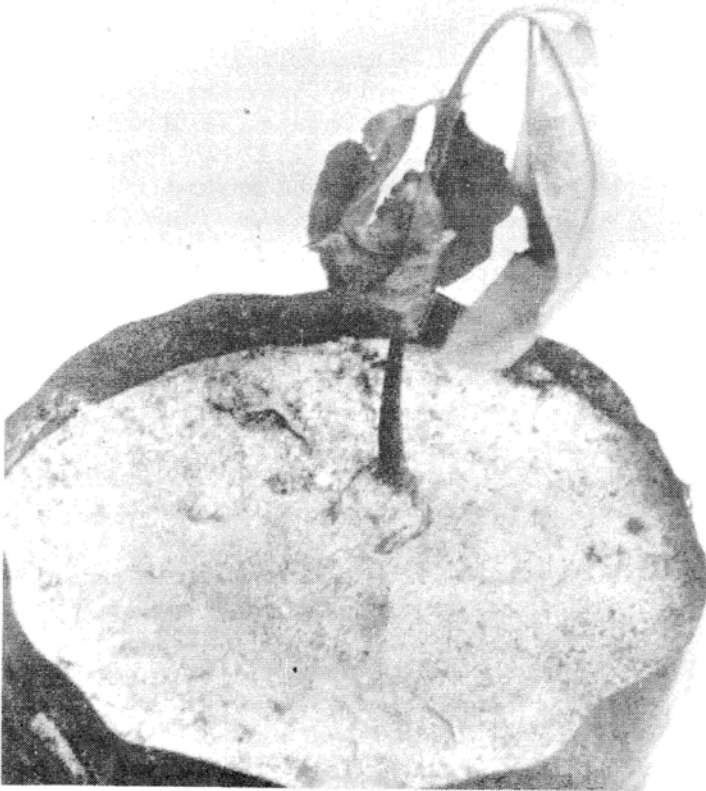


Figura 3 - Murcha e necrose em muda de cajueiro 3 dias após a inoculação com *Phytophthora* sp.

*Phytophthora* sp. foi encontrado causando manchas foliares arredondadas, marrom-claras, às vezes com contornos estreitos mais escuros. No início, as manchas surgiram com sintomas típicos de anasarca, atingindo até 3cm de diâmetro. Mais recentemente foi observada a infecção e morte de brotações novas e das próprias mudas enxertadas. Após isolamentos em meio de ágar-água a 1,0%, o fungo foi transferido para meio sólido de V-8,

em placas de Petri, onde cresceu lentamente, formando esporângios ovóides a arredondados, com uma papila típica do gênero *Phytophthora*. A não formação de estruturas sexuais pelo fungo, até o momento, tem dificultado a identificação do patógeno ao nível de espécie.

Inoculações realizadas depositando discos de 1cm de diâmetro, do meio V-8, com uma cultura de fungo com 5 dias de idade, sobre folhas de plantas de cajueiro comum e do tipo anão precoce (clone CP-76), ambos com 3 meses de idade, com ou sem ferimentos, permitiram o surgimento dos sintomas típicos da doença 2 a 3 dias após a inoculação. Quando os sistemas radiculares foram inoculados com 10ml de uma suspensão de esporângios e fragmentos miceliais ( $5 \times 10^4$  esporângios/ml), de uma cultura de 7 dias em meio sólido de V-8, os sintomas de murcha surgiram após 3 dias em mudas de 1 mês de idade, com o escurecimento do sistema radicular e do coleto, sobrevivendo posteriormente a morte da planta (Figura 4). O reisolamento do fungo foi conseguido em meio de ágar-água, completando os testes de patogenicidade.



Figura 4- Manchas foliares em muda de cajueiro 4 dias após a inoculação com discos da cultura de *C. scoparium*.

## Discussão

Até o presente, apenas o fungo *Sclerotium rolfsii* havia sido detectado causando a morte de mudas de cajueiro no Brasil (Almeida, Landim e Teixeira, 1979). Deste modo, as ocorrências de *C. scoparium*, *P. splendens* e *Phytophthora* sp. associados à morte de mudas de cajueiro, são inéditas na literatura fitopatológica, constituindo-se no primeiro relato, não apenas no Brasil, mas em toda a América Latina.

O fungo *C. scoparium* já havia sido encontrado no Estado de Kerala (Índia) provocando murcha, podridão radicular e do coleto em mudas de cajueiro de 4 meses de idade, principalmente em épocas chuvosas (Philip, 1973). O isolado de *C. scoparium* encontrado infectando mudas de cajueiro no Brasil, não obstante estivesse provocando apenas manchas foliares, mostrou-se também capaz de incitar a morte de mudas quando inoculado no sistema radicular.

*P. splendens* tem sido encontrado associado a numerosos hospedeiros de diferentes famílias, causando principalmente podridão radicular, do coleto e tombamento de mudas. O fungo é reconhecido como habitante natural do solo e tem ampla distribuição geográfica, muito embora predomine na zona tropical (Plaats - Niterink, 1981). Este fungo infecta mudas de algodoeiro (Hancock, 1972), dendezeiro (Aderungboye, 1977; Aderungboye e Esuruoso, 1976; Robertson, 1959), juta (Azeemuddin e Jalaluddin, 1976) e açafoa (Thomas, 1970). No Brasil, sua patogenicidade já havia sido confirmada em mudas de pimenta-do-reino (Cardoso e Albuquerque, 1979). Na África, *P. ultimum* já foi encontrado causando podridão radicular em mudas de cajueiro (Olunloyo, 1976). *Pythium* sp. também foi detectado causando severa podridão radicular em mudas de cajueiro na Índia (Nambiar e Brahma, 1979).

Duas espécies do gênero *Phytophthora* já foram identificadas associadas ao cajueiro, ambas na Índia. O tombamento de mudas causado por *P. palmivora* foi reportado por Kumararaj e Bhide (1962), e mais recentemente, queda foliar e necrose de brotações jovens de plantas adultas foram observadas em virtude da infecção por *P. nicotianae* var. *nicotianae* (Thankamma, 1974). A espécie de *Phytophthora* encontrada causando manchas foliares, podridão radicular e do coleto em mudas de cajueiro no Brasil não teve ainda sua identificação concluída face a ausência de estruturas sexuadas.

Esse fungo tem causado surtos epidêmicos no viveiro da Estação Experimental de Pacajus (EMBRAPA/CNPAT),

no Estado do Ceará, e mais recentemente em viveiros dos Estados do Piauí e Rio Grande do Norte, demonstrando a necessidade do tratamento químico imediato para o controle da requeima. Pulverizações semanais com o produto metalaxyl (1g do produto comercial/litro de água) mostraram-se extremamente eficientes no controle da enfermidade. O fungo se dissemina rapidamente de planta a planta, exigindo inspeções constantes do viveirista.

## Literatura Citada

- ADERUNGBOYE, F.O. and ESURUOSO, O.F. 1976. Ecological studies on *Pythium splendens* Braun in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantation soils. Plant and Soil 44:397-406.
- ADERUNGBOYE, F.O. 1977. Diseases of the oil palm. PANS 23(3):305-326.
- ALMEIDA, R.T. de, LANDIM, C.M.U. e TEIXEIRA, L.M.S. 1979. Ocorrência de *Sclerotium rolfsii* Sacc. em mudas de cajueiro e mangueira, no Estado do Ceará. Fitossanidade (Brasil) 3(1/2):40-41.
- AZEEMUDDIN, S. and JALALUDDIN, M. 1976. Damping-off of jute seedlings caused by *Pythium* spp. Transactions of the British Mycological Society 66(2):358-359.
- CARDOSO, J.E. e ALBUQUERQUE, F.C. 1979. Podridão radicular e tombamento de plântulas de pimenta-do-reino em viveiro causada por *Pythium splendens* Braun. Fitopatologia Brasileira 4(1):17-24.
- HANCOCK, J.G. 1972. Root rot of cotton caused by *Pythium splendens*. Plant Disease Reporter 56(11):973-975.
- KUMARARAJ, K. and BHIDE, V.P. 1963. "Damping-off" of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) seedlings caused by *Phytophthora palmivora* Butler in Maharashtra State. Current Science 31(1):23.
- NAMBIAR, K.K.N. and BRAHMA, R.N. 1979. Important diseases of cashew and their control. Indian Farming 28(12):19-20.
- OLUNLOYO, O.A. 1976. Incidence and control of root rot disease of cashew seedlings, *Anacardium occidentale*, in the nursery. Turrialba(Costa Rica) 26(1):33-38.
- PHILIP, S. 1973. Seedling blight of cashew (*Anacardium occidentale* L.) due to *Cylindrocladium scoparium*. Current Science 42(12):440.
- PLAATS-NITERINK, A.J. van der. 1981. Monograph of the genus *Pythium*. Studies in Mycology n°. 21:1-242.
- ROBERTSON, J.S. 1959. Co-infection by a species of *Pythium* and *Rhizoctonia lamellifera* in blast disease of oil palm seedlings. Transactions of the British Mycological Society 42(4):401-405.
- THANKAMMA, L. 1974. *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae* on *Anacardium occidentale* in South India. Plant Disease Reporter 58(8):767-768.
- THOMAS, C.A. 1970. Effect of temperature on *Pythium* root rot of sunflower. Plant Disease Reporter 54(4):300. ●



## **AGRADECIMENTOS AOS CONSULTORES CIENTÍFICOS**

Em 1996, a Comissão de Editoração do CEPEC contou com a colaboração de especialistas, pertencentes ou não ao quadro da CEPLAC, que, como consultores científicos, revisaram os trabalhos recebidos para publicação, contribuindo, dessa maneira, para melhorar o seu conteúdo e apresentação.

A todos eles, essa Comissão expressa os seus mais sinceros agradecimentos, esperando continuar recebendo deles a sua valiosa colaboração.

- |   |  |
|---|--|
| ● Afonso Celso C. Valois (1) EMBRAPA/CENARGEN | ● Mário Lúcio V. Resende (3) CEPLAC/CEPEC      |
| ● Alex Alan F. de Almeida (1) CEPLAC/CEPEC    | ● Marival Lopes de Oliveira (1) CEPLAC/CEPEC   |
| ● André Maurício de Carvalho (1) CEPLAC/CEPEC | ● Messias Gonzaga Pereira (1) UENF/CCTA        |
| ● Araildes Fontes Urben (1) EMBRAPA/CENARGEN  | ● Miguel Moreno Ruiz (1) CEPLAC/CEPEC          |
| ● Arnaldo Colozzi Filho (1) IAPAR             | ● Paulo de Souza Gonçalves (1) IAC             |
| ● Célio Kersul do Sacramento (1) CEPLAC/CEPEC | ● Paulo Sérgio B. Albuquerque (1) CEPLAC/SUPOR |
| ● Emília E. Miya Mori (1) ITAL                | ● Quintino Reis de Araújo (1) CEPLAC/CEPEC     |
| ● Evandro Sena Freire (1) CEPLAC/CEPEC        | ● Rafael E. Chepote Silva (1) CEPLAC/CEPEC     |
| ● Hilário Antônio de Castro (1) UFLA          | ● Rita Bordignon (1) IAC                       |
| ● Itamar Soares de Melo (1) EMBRAPA/CNPDA     | ● Roberto Machado de Moraes (1) ITAL           |
| ● Jonas de Souza (1) CEPLAC/CEPEC             | ● Robert Weingart Barreto (1) UFV              |
| ● Leonor Costa Maia (1) UFPE                  | ● Salvador Trevizan (1) CEPLAC/CEPEC           |
| ● Maria Menezes (2) UFRPE                     | ● Severina Torres de Barros (1) UFPE           |
| ● Marilene Leão Alves Bovi (1) IAC            | ● Tirza Aidar (1) DFARA (SP)                   |

\* Os números entre parênteses, após os consultores, indicam o número de trabalhos revisados.

## POLÍTICA EDITORIAL

**AGROTRÓPICA** é uma publicação quadrimestral destinada a veicular trabalhos que constituem original e real contribuição para divulgar tecnologias dirigidas ao desenvolvimento agroecológico e socioeconômico das regiões tropicais úmidas. Tem por objetivo ser um veículo aberto à divulgação de trabalhos científicos que contribuam para o aprimoramento das culturas do cacau, seringueira, essências florestais, pimenta-do-reino, cravo da Índia, palmáceas, fruteiras tropicais, pastagens e outros produtos de interesse econômico.

Os artigos devem ser redigidos em português, espanhol, inglês ou francês e podem ser preparados sob a forma de artigos científicos, revisões bibliográficas de natureza crítica, notas prévias ou cartas ao editor sobre trabalhos publicados em *Agrotrópica*. Trabalhos apresentados em conferências, simpósios ou reuniões científicas poderão ser aceitos para publicação, a menos que tenham sido publicados na íntegra em veículo de grande circulação. Também poderão ser aceitos resultados apresentados em teses.

O autor é o responsável exclusivo pelos conceitos e opiniões emitidos no trabalho, mas a Comissão de Editoração se reserva o direito de aceitar ou não o artigo recebido, bem como submetê-lo ao seu corpo de assessores científicos. A publicação dos trabalhos será mais rápida se obedecidas as normas adotadas pela revista, publicadas anualmente no primeiro número do volume.

Os artigos devem ser submetidos a **AGROTRÓPICA**, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), 45600-000, Itabuna, Bahia, Brasil.

## EDITORIAL POLICY

**AGROTRÓPICA** is a Journal published every four months which goal is to divulge papers concerned with agroecological and socioeconomical development of humid tropics and which represent an original and significant contribution to the advancement of the knowledge in the subject. It intends to be an open vehicle for publishing scientific work by professionals. Contributions which lead to improvement in the cultivation of either cacao, rubber, timber crops, black pepper, clove, palms, tropical fruit crops, forage and other products of economic interest are welcome.

Material intended for publication should be written in Portuguese, Spanish, English or French and may be accepted as scientific articles, critical reviews, notes or critical comments on papers published in *Agrotrópica*. Papers presented in conferences, symposia or scientific meetings may be accepted for publication only if they have not been published in an well known journal. Results presented in thesis may also be accepted.

Authors are exclusively responsible for concepts and opinions given in the articles. The Editorial Committee, however, reserves the right to accept or refuse papers received for publication following submission to qualified reviewers. Papers will be published sooner if prepared according to the format adopted by *Agrotrópica* guidelines which are published annually in the first number of each volume.

Manuscript submitted for publication should be delivered to **AGROTRÓPICA**, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), 45600-000, Itabuna, Bahia, Brazil.

