

CIRCULAR TÉCNICA

47

Fortaleza, CE
Março, 2018

Doenças Causadas por Fungos da Família Botryosphaeriaceae em Cajueiro

José Emilson Cardoso
Francisco Marto Pinto Viana
Marlon Vagner Valentim Martins



Doenças Causadas por Fungos da Família Botryosphaeriaceae em Cajueiro⁽¹⁾

Introdução

Os primeiros relatos da família Botryosphaeriaceae (Botryosphaeriales, Ascomycota) foram feitos em 1820 como espécies de *Sphaeria* (Crous et al., 2006; Schoch et al., 2006). O gênero *Botryosphaeria* foi descrito pela primeira vez em 1863 (Cesati; Notaris 1863) e revisado em 1877 (Saccardo, 1877), baseado na espécie tipo *Botryosphaeria dothidea*. As espécies dessa família ocorrem em grande número de angiospermas e gimnospermas, as quais infectam ramos lenhosos, folhas, galhos, inflorescências, frutos, colmos de gramíneas e talos de líquens (Barr, 1987), comportando-se como saprófitos, parasitas ou endofíticos (Denman et al., 2000; Smith et al., 1996). Os patógenos desse grupo podem causar morte descendente, podridões de frutos e cancrios em vários hospedeiros lenhosos (Von Arx, 1987).

A importância econômica desse grupo de fungos vem crescendo nos últimos anos em função das doenças que causam, além dos aspectos ecológicos que desempenham nos diversos ecossistemas naturais e agrícolas. Os estudos sobre vários aspectos da família Botryosphaeriaceae, incluindo a sua natureza endofítica, têm evidenciado a complexidade taxonômica desse grupo, embora os recentes avanços baseados em técnicas moleculares de DNA tenham contribuído muito para elucidar a caracterização e identificação de espécies. Estudos aplicando essas técnicas revelaram uma grande diversidade em alguns hospedeiros (Berraf-Tebbal et al., 2014; Cardoso; Wilkinson, 2008; Lopes et al., 2014; Machado et al., 2014a e 2014b; Marques et al., 2013b; Sakalidis et al., 2013). Patossistemas diferentes, anteriormente

¹ José Emilson Cardoso, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE; Francisco Marto Pinto Viana, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE; Marlon Vagner Valentim Martins, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

considerados como causados por uma mesma espécie, foram descritos como diferentes espécies. Assim, diferentes táxons foram descritos com muitos nomes modificados de espécies e até de gêneros (Crous et al., 2006).

Nas condições brasileiras, apesar dos avanços experimentados nos últimos anos com a utilização de técnicas moleculares e investigações epidemiológicas, pouco se conhece das interações entre as diversas plantas hospedeiras e as espécies dessa família, não somente em interações patogênicas, mas também em interações de natureza endofítica.

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) tem elevada importância socioeconômica no Nordeste brasileiro, principalmente no estado do Ceará, por ocupar uma grande parte da mão de obra agrícola no período de outubro a dezembro, período este que não concorre com os tradicionais cultivos de subsistência da região, como milho e feijão, no período das chuvas, e por ser um dos principais produtos de exportação do estado do Ceará (Pessoa; Leite, 2013). O agronegócio do caju exportou uma média anual de mais de 215 milhões de dólares no período de 2007 a 2012. No entanto, a produção anual de castanha tem experimentado um acentuado declínio nos últimos anos. Entre os fatores que concorrem para este declínio estão epidemias constantes de doenças causadas por fungos da família Botryosphaeriaceae.

Este trabalho tem como objetivo apresentar o progresso das pesquisas desenvolvidas ao longo de quase duas décadas nos patossistemas envolvendo o cajueiro e as espécies da família Botryosphaeriaceae, analisando-se também os avanços na taxonomia desse grupo de fungos nos últimos anos.

A família Botryosphaeriaceae

Os fungos da família Botryosphaeriaceae (Ascomycota, Botryosphaeriales) representam vários complexos de espécies crípticas de hábitos parasíticos, saprofitos e endofíticos de grande diversidade ecológica, morfológica e genética, inseridas em 17 gêneros e cerca de 110 espécies devidamente caracterizadas (Phillips et al., 2013). Os gêneros que compõem a família são: *Lasiodipodia* spp., *Barriopsis* spp., *Botryosphaeria* spp., *Botryobambusa* spp., *Cophinforma* spp., *Diplodia* spp., *Dothiorella* spp., *Neodeightonia* spp., *Macrophomina* spp., *Phaeobotryon* spp., *Sphaeropsis* spp., *Tiarosporella*

spp., *Neoscytalidium* spp., *Neofusicoccum* spp., *Spencermartinsia* spp., *Endomelanconiopsis* spp., *Pseudofusicoccum* spp. (Phillips et al., 2013).

Os grupos da família Botryosphaeriaceae foram inicialmente descritos com base nas características morfológicas e morfométricas das estruturas assexuadas. Os principais caracteres morfológicos de valor taxonômico dos fungos da família são: a largura, o comprimento, a septação, a espessura da parede e a coloração dos picnidiósporos, a presença ou não de paráfises, e células conidiogênicas, bem como o formato de picnídios, quando identificados com base no estágio assexuado; assim como o formato e as dimensões de ascos e ascósporos quando identificados com base no estágio sexuado (Crous et al., 2006; Schoch et al., 2006; Phillips et al., 2013). As estruturas assexuadas, entretanto, têm herdabilidade relativamente baixa; conseqüentemente, são fortemente influenciadas pelo ambiente (e. g. cultivo em diferentes meios artificiais), o que tem provocado inconsistências ao longo da história taxonômica dos fungos desta família. Com base nos picnidiósporos, isto é, no formato, na pigmentação quando maduro e na espessura da parede, existem dois subgrupos nesta família: o tipo *Fusicoccum*, de conídios hialinos, formato elíptico a fusiforme e de paredes finas, e o tipo *Diplodia*, conídios pigmentados, formato voidese a voides e de parede espessa (Denman et al., 2000). Desde o final do século passado, as características morfológicas vêm sendo combinadas com técnicas moleculares de sequenciamento de DNA para a diferenciação dos grupos taxonômicos.

Os fungos pertencentes a essa família são encontrados em quase todas as áreas agrícolas do planeta. Quando patogênicos, são dotados da capacidade de infectar uma grande quantidade de espécies de plantas e conviver com essas mesmas plantas de forma endófitica ou como patógeno latente. Isto inclui hábitos saprofíticos ou necrotróficos, associados, sobretudo em espécies lenhosas, embora ocorram também em plantas herbáceas (Phillips et al., 2013). Os sintomas em seus hospedeiros vão desde a morte descendente de ramos, cancrios em caules, exsudação de resinosidade, podridões do colo, até podridões pedunculares e de frutos em pós-colheita (Brito Netto et al., 2014; Cardoso et al., 2006; Marques et al., 2013a,b; Zhai et al., 2014). A patogenicidade está geralmente condicionada a estresses, de diferentes naturezas, sobre a planta hospedeira, os quais são agravados quando as plantas são submetidas a condições ambientais adversas, como déficit

hídrico e fermentos (Cipriano et al., 2015; Gondim, 2010; Slippers; Wingfield, 2007). Sob a forma latente ou endofítica, esses fungos representam uma ameaça à agricultura e aos ecossistemas florestais nativos e em silvicultura, uma vez que podem sobreviver de uma forma aparentemente inócua em seus hospedeiros, demonstrando sua capacidade patogênica apenas quando estes são submetidos a estresses (Slippers; Wingfield, 2007).

No Brasil, os gêneros *Botryosphaeria*, *Lasiodiplodia*, *Neofusicoccum*, *Neoscytalidium*, *Macrophomina* e *Pseudofusicoccum* foram detectados, em sua maioria, associados às frutíferas tropicais (Coutinho, 2016), sendo o *Lasiodiplodia* o mais amplamente distribuído nas regiões tropicais e subtropicais; conseqüentemente, é o mais importante do grupo. A espécie *Lasiodiplodia theobromae* sensu lato (Pat.) Griffin & Maublanc, 1909, que é a espécie-tipo do gênero, foi até o início do século a única espécie filogeneticamente associada ao gênero tendo sido originalmente descrita causando podridão em frutos de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) no Equador (Punithalingam, 1980). No entanto, por meio do sequenciamento multilóculos de DNA, cerca de 27 espécies crípticas já foram molecularmente caracterizadas e registradas no Mycobank (Rosado et al., 2016), sendo 13 delas relatadas no Brasil em associação com o declínio, a morte descendente de ramos e a podridão peduncular em frutos de mangueira (Costa et al., 2010; Marques et al., 2013a); morte descendente em ramos de videira (Correia et al., 2016), cajueiro e outras frutíferas tropicais (Coutinho et al., 2017); podridão peduncular em mamoeiro (Brito Netto et al., 2014) e coqueiro (Rosado et al., 2016); podridão do colo e podridão radicular em pinhão manso (Machado et al., 2012; Machado et al., 2014a) e mandioca (Machado et al., 2014b). As espécies *L. brasiliense* (Brito Netto et al., 2014), *L. marypalme* (= *L. euphorbicola*), *L. jatrophicola*, *L. subglobosa*, *L. macrospora* (Machado et al., 2014a), *L. pontae* e *L. catinguensis* (Coutinho et al., 2017), *L. gonubiensis*, *L. iraniensis*, *L. gravistriata*, *L. pseudotheobromae*, *Neofusicoccum batangarum* e *Pseudofusicoccum stromaticum* (Brito Netto et al., 2017) também foram descritas no Brasil. Essas espécies apresentam, além de diferenças morfológicas relativas às dimensões de conídios, paráfises e células conidiogênicas, diferenças de nucleotídeos nas regiões gênicas do seu DNA, sendo estas características as que realmente marcam os limites entre as espécies (Phillips et al., 2013).

Botryosphaeriaceae em cajueiro

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é afetado por, pelo menos, duas fitomoléstias bastante conhecidas que são atribuídas a membros da família Botryosphaeriaceae: resinose e podridão-preta-das-hastes (PPH) (Cardoso et al., 2007; Cardoso et al., 2013; Viana et al., 2016). Durante muito tempo, o fungo *Lasiodiplodia theobromae* era considerado o único agente causal dessas doenças. Posteriormente, várias outras espécies foram relatadas associadas a plantas sintomáticas e assintomáticas de cajueiro, inclusive três novas espécies recentemente descritas: *Lasiodiplodia catinguensis*, *Lasiodiplodia pontae* e *Lasiodiplodia gravistriata* (Brito Netto et al., 2017; Coutinho et al., 2017). Outras espécies, como *L. pseudotheobromae*, *L. gonubiensis*, *L. iraniensis*, *L. pseudotheobromae*, *Neofusicoccum batangarum*, *Pseudofusicoccum stromaticum*, *Neofusicoccum kwambonambiense*, *Neoscytalidium hyalinum* e *L. gravistriata*, também foram isoladas de cajueiro (Brito Netto et al., 2017; Coutinho et al. 2017). Por meio de uma caracterização preliminar desses isolados, perceberam-se grandes semelhanças morfofisiológicas entre os mesmos, inclusive variações em taxas de crescimento quando submetidos a diferentes meios de cultura e temperaturas de incubação.

Em geral, todos os isolados apresentaram abundante crescimento micelial e coloração inicialmente esbranquiçada que se tornou escura com a idade. Quanto à patogenicidade, conforme os dados publicados, todos foram capazes de infectar mudas de cajueiro quando, cultivados em meio de ágar, eram introduzidos em perfurações de 2 mm de diâmetro no caule (Coutinho 2016; Coutinho et al., 2017; Lima et al., 2013; Melo, 2010). O processo de inoculação geralmente usado envolve uma introdução forçada do patógeno em cultura pura no tecido artificialmente ferido, conseqüentemente estressado, estabelecendo assim uma situação artificialmente adversa à planta e favorável ao patógeno. Isto se torna evidente pelos sintomas em plantas inoculadas que sempre são caracterizados pela necrose da região inoculada com diferentes graus de severidade, não sendo possível distinguir especificidade patogênica (Lima et al., 2013). Com base neste fato, verifica-se que não é possível associar o resultado do teste de patogenicidade à doença em condições de campo, ficando a prova etiológica, subjetivamente, estabelecida como sendo o fungo isolado diretamente do tecido infectado.

Em estudos realizados visando determinar a capacidade de *L. theobromae* de sobreviver endofiticamente em tecidos de cajueiro e estimar a transmissão da resinose por meio do enxerto e porta-enxerto de cajueiro (Cardoso et al., 2009), foi detectada a presença do fungo a uma distância de até 80 cm da extremidade da lesão (cancro) tanto descendente como ascendente no tronco. Isto demonstra a capacidade do fungo de colonizar o tecido sem provocar lesões.

As sequências de DNA de três locos (ITS, TEF-1 α e β -tubulina) em isolados de *Lasiodiplodia* obtidos de tecidos de cajueiro com ou sem sintomas de resinose e podridão-preta-da-haste (PPH) permitiram estabelecer a filogenia desses organismos (Figura 1).

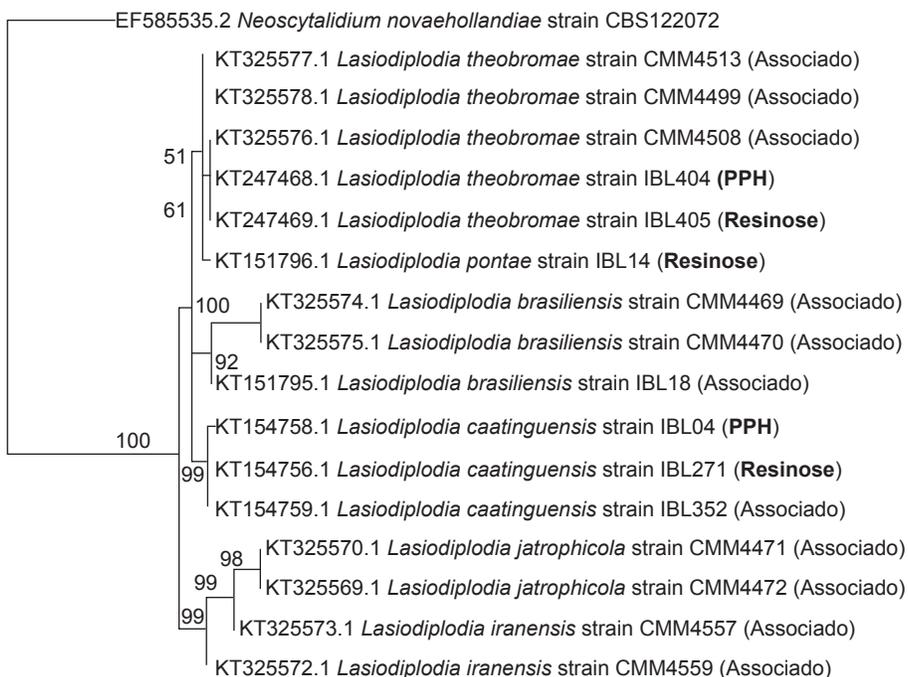


Figura 1. Árvore filogenética de isolados de *Lasiodiplodia* associadas ao cajueiro (associado = isolados de tecidos sem sintomas; Resinose ou PPH = isolados de tecidos com sintomas característicos de uma dessas doenças), foi construída pelo método de Máxima Parcimônia com base nas sequências de nucleotídeos combinadas das regiões ITS, TEF-1 α e β -tubulina. Os valores indicam valores de bootstrap. A árvore foi enraizada à *Neoscytalidium novaehollandiae* strain CBS122072 (Brito Netto et al., 2017; Coutinho et al. 2017).

Resinose (*Lasiodiplodia* spp)

A resinose é uma das principais doenças do cajueiro no Semiárido nordestino, sendo observada mais comumente em plantas submetidas a estresses relacionados a elevadas altitudes e amplitudes térmicas (Alves et al., 2015; Cardoso et al., 2009b). Foi descrita pela primeira vez no Nordeste brasileiro, no município de Alto Santo-CE (Freire, 1991). Os primeiros sintomas da resinose geralmente ocorrem após a primeira safra comercial do cajueiro, quando as plantas estão com 24 a 36 meses de idade e se caracterizam pelo escurecimento, pela intumescência e rachadura da casca, que evoluem para lesões mais pronunciadas no tronco e nos ramos lenhosos, verdadeiros cancrios, nos quais está associada intensa exsudação de goma. Retirando-se a casca, observa-se o escurecimento dos tecidos internos que se estendem até a região cortical e o câmbio vascular. Com o progresso da doença, sobrevêm os sintomas reflexos de murcha, queda de folhas (Figura 2) seca

Foto: José Emilson Cardoso



Figura 2. (A): sintomas característicos de declínio; (B): cancro no ramo; e (C e D): necrose no lenho do cajueiro causada pela resinose. Pio IX, PI, 2016.

dos ramos e, finalmente, a morte da planta (Cardoso; Freire, 2002). A formação de cancrios nos ramos lenhosos e no tronco é geralmente acompanhada de exsudação de goma e escurecimento dos tecidos (Figura 2B) (Freire et al., 2002). A necrose do tronco na região afetada torna-se evidente pelo seu corte transversal (Figura 2C e D).

Os danos causados pela resinose provocam a redução da produção da planta pelo bloqueio do movimento da seiva nos primeiros estádios da infecção; posteriormente, a redução do estande do pomar pela morte de plantas em virtude da expansão dos cancrios (Bezerra et al., 2003). A expansão da área cultivada com o clone CCP 76, que é susceptível, tem resultado em severas epidemias nas regiões semiáridas do Nordeste do Brasil, causando grandes danos que podem inviabilizar o cultivo comercial (Cardoso et al., 1998; Cardoso et al., 2006; Freire et al., 2002).

A incidência da doença em áreas isoladas e em proporções elevadas, bem como a distribuição ao acaso no início da epidemia, possibilita a hipótese da transmissão do patógeno pela muda, veiculada por sementes e/ou propágulos com infecção quiescente, sendo a infecção iniciada em função de estresse sofrido pela planta (Cardoso et al., 2009a; Cysne et al., 2010). O metabolismo secundário da planta, em resposta ao estresse, ou o enfraquecimento do mecanismo de defesa pela mudança de rotas metabólicas favorecem a reação de patogenicidade (Gondim, 2010).

O manejo da resinose é muito difícil face às características epidemiológicas da doença. A cirurgia dos cancrios com posterior tratamento da área com calda bordalesa foi proposta no início da detecção da doença (Freire, 1991). Contudo, pelo caráter sistêmico da distribuição do patógeno, novos cancrios logo surgem em tecidos adjacentes, tornando esta forma de controle inviável. Medidas de sanitização contribuem para a redução do potencial de inóculo; entretanto, não têm sido suficientes ao longo do tempo, certamente por se tratar de um patógeno latente nos tecidos da planta hospedeira.

A busca por clones resistentes teve início em 1994, quando foram feitas as primeiras avaliações em germoplasma de cajueiros-anões selecionados e clonados na microrregião do Sudeste do Piauí, onde a pressão da doença é historicamente grande. Deste trabalho resultou a seleção e o lançamento do clone BRS 226 “Planalto”, em 2002 (Paiva et al., 2002). Posteriormente, o

clone Embrapa 51 também foi indicado como resistente à resinose (Cardoso et al., 2007), após três anos de monitoramento na referida microrregião (Cysne et al., 2010).

Estudos envolvendo combinações de clones de cajueiro-anão precoce usados como enxerto e porta-enxerto revelaram que sementes do clone CCP 06 para produção de portas-enxerto reduziram a incidência e a severidade da resinose, independentemente do genótipo do enxerto. Esse porta-enxerto foi capaz de reduzir a severidade da resinose do clone CCP 76, como copa, em quase 30% (Cardoso et al., 2010).

As medidas que visam à obtenção de mudas livres de *Lasiodiplodia* spp. consistem na seleção de sementes para a produção de porta-enxerto, utilização de substratos livres do patógeno, seleção de propágulos (garfos e borbulhas) de plantas sadias e submersão desses propágulos em suspensão de fungicida à base de benzimidazole (Cardoso et al., 2009b)

A integração de métodos de controle aumenta as chances de um programa efetivo de manejo quando os métodos empregados são parcialmente efetivos, reduzindo as chances de efeitos negativos de qualquer um dos métodos e facilitando a adaptação dos programas de controle a situações agro-socio-econômicas e culturais diferentes.

Podridão-preta-das-hastes (*Lasiodiplodia* spp)

A podridão-preta-das-hastes (PPH) foi descrita pela primeira vez em pomares irrigados e de sequeiro nos estados do Ceará e Piauí, (Cardoso et al., 2000, Cardoso et al., 2002). O sintoma da fitomoléstia caracteriza-se pelo escurecimento longitudinal dos tecidos da haste terminal (herbácea) do cajueiro, com eventuais exsudações de goma em pontos específicos (Figura 3A). Esse sintoma progride até a necrose total e queima descendente do ramo, provocando copa encoberta de ramos secos (Figura 3B) (Cardoso et al., 2000). A PPH vem sendo considerada a doença mais importante do cajueiro no ecossistema do cerrado brasileiro (Cardoso et al., 2002), provavelmente devido às condições climáticas características desse ecossistema, sobretudo a ocorrência de chuvas ou a umidade relativa alta durante o lançamento foliar, associado à alta amplitude térmica dessa região.



Fotos: José Emilson Cardoso

Figura 3. Sintomas da podridão-preta-das-hastes do cajueiro (clone CPP 09). (A): detalhe dos ramos afetados; (B): vista geral da copa de uma planta apresentando seca nos ramos. Barreira, BA, 2016.

A ocorrência da doença em clones melhorados mostra que o clone BRS 189 foi o mais afetado (59 % de incidência), enquanto que o EMBRAPA 51 foi o menos afetado (13 %) (Cardoso, et al. 2000).

Avaliações de métodos de manejo em clones susceptíveis revelaram que a poda dos ramos afetados, seguida de uma pulverização dirigida para os sítios podados com um dos produtos Sulfato de cobre 25 % (6 g L^{-1}); Benomyl (2 g L^{-1}) ou Chlorothalonil + Tiofanato Metílico, 50% e 20% (2 g L^{-1}), controlaram a doença até cinco meses após a poda (Cardoso et al., 2000).

Referências

- ALVES, E. S.; CARDOSO, J. E.; LIMA, J. S.; SILVA, L. G. C. da. **Efeito das condições edafoclimáticas na ocorrência da resinose do cajueiro.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2015. 28 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 100). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131487/1/BPD15005.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2016.
- BARR, M. E. **Prodomus to the class Loculoascomycetes.** Amherst, MA: Ed. Autor 1987.
- BERRAF-TEBBAL, A.; GUEREIRO, M. A.; PHILLIPS, A. J. L. *Phylogeny of Neofusicoccum species associated with grapevine trunk diseases in Algeria, with description of Neofusicoccum algeriense* sp. nov. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 53, n. 3, p. 416-427, 2014.

BEZERRA, M. A.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A. dos; VIDAL, J. C.; ALENCAR, E. da S. **Efeito da resinose na fotossíntese do cajueiro-anão precoce**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 12 p. (Embrapa Agroindústria Tropical; Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 08). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/9021/1/Bd-008.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2017.

BRITO NETTO, M. S.; ASSUNÇÃO, I. P.; LIMA, G. S. A. Species of *Lasiodiplodia* associated with papaya stem-end rot in Brazil. **Fungal Diversity**, v.67, p.127-41, 2014.

BRITO NETTO, M. S.; LIMA, W. G.; CORREIA, K. C.; SILVA, C. F. B.; THON, M.; MARTINS, R. B.; MILLER, R. N. G.; MICHEREFF, S. J.; CÂMARA, M. P. S. Analysis of phylogeny, distribution and pathogenicity of Botryosphaeriaceae species associated with gummosis of *Anacardium* in Brazil, with a new species of *Lasiodiplodia*. **Fungal Biology**, v.121, p. 437-51, 2017.

CARDOSO, J. E.; BEZERRA, M. A.; VIANA, F. M. P.; SOUSA, T. R. M.; CYSNE, A. Q.; FARIAS, F. C. Ocorrência endofítica de *Lasiodiplodia theobromae* em tecidos de cajueiro e sua transmissão por propágulos. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 4, p. 262-266, 2009.

CARDOSO, J. E.; CYSNE, A. Q.; COSTA, J. V. T. A., VIANA, F. M. P. Método de avaliação da resistência de clones de cajueiro à resinose. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 4, p. 329-333, 2010.

CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O. Identificação e manejo das principais doenças. In: MELO, Q. M. S. ed. **Caju: fitossanidade**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.41-51. (Frutas do Brasil; 1).

CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. das C. O.; SÁ, F. T. de; SOUZA, R. N. M. **Disseminação e controle da resinose em troncos de cajueiro decepados para substituição de copa**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1998. 4 p. (EMBRAPA-CNPAT. Comunicado Técnico, 17). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/11953/1/Ct-017.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

CARDOSO, J. E.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; SANTOS, A. A.; VIDAL, J. C. Evaluation of resistance in dwarf cashew to gummosis in north-eastern Brazil. **Crop Protection**, v. 25, p. 855-859, 2006.

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; CYSNE, A. Q.; FARIAS, F. C.; SOUSA, R. N. M. de. **Clone Embrapa 51: uma alternativa para resistência à resinose-do-cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007 3 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 130). Disponível em: < https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/10571/1/cot_130.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2017.

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. das C. O.; CYSNE, A. Q.; FARIAS, F. C.; CAVALCANTI, J. J. V. **Manejo da resinosidade do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 3 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 154). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/11992/1/cot-154-.pdf>>. Acesso em: 12 dez 2016.

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. das C. O.; MARTINS, M. V. V. Doenças do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. de (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. parte 3, cap. 2, p. 217-238.

CARDOSO, J. E.; VIDAL, J. C.; SANTOS, A. A.; FREIRE, F. C. O.; VIANA, F. M. P. First report of black branch dieback of cashew caused by *Lasiodiplodia theobromae* in Brasil. **Plant Disease**, St. Paul, MN, v. 86, n. 5, p. 558, 2002.

CARDOSO, J. E.; VIDAL, J. C.; SANTOS, A. A. dos; VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. das C. O.; SOUZA, R. N. M. **Ocorrência da podridão-preta dos ramos do cajueiro no Ceará e Piauí**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2000. 3 p. (EMBRAPA-CNPAT. Comunicado Técnico, 52). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/11959/1/Ct-052.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2016.

CARDOSO, J. E.; WILKINSON, M. J. Development and characterisation of microsatellite markers for the fungus *Lasiodiplodia theobromae*. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p.55-57. 2008.

CESATI, V.; NOTARIS, G. Schema di classificazione degli sferiacei italici aschigeri piu' o meno appartenenti al genere Sphaeria nell'antico significato attribuitoglide Persoon. **Commentario della Società Crittogamologica Italiana**, v. 1, n. 4, p.177-240, 1863.

CIPRIANO, A. K. A. L.; GONDIM, D. M. F.; VASCONCELOS, I. M.; MARTINS, J. A. M.; MOURA, A. A.; MORENO, F. B.; MONTEIRO-MOREIRA, A. C. O. M.; MELO, J. G. M.; CARDOSO, J. E.; PAIVA, A. L. S.; OLIVEIRA, J. T. A. Proteomic analysis of responsive stem proteins of

resistant and susceptible cashew plants after *Lasiodiplodia theobromae* infection. **Journal of Proteomics**, v. 113, p. 90-109, 2015.

CORREIA, K. C.; SILVA, M. A.; MORAIS, M. A. Phylogeny, distribution and pathogenicity of *Lasiodiplodia* species associated with dieback of table grape in the main Brazilian exporting region. **Plant Pathology**, v. 65, p. 92-103, 2016.

COSTA, V. S. O.; MICHEREFF, S. J.; MARTINS, R. B.; GAVA, C. A. T.; MIZUBUTI, E. S. G.; CÂMARA, M. P. S. Species of Botryosphaeriaceae associated on mango in Brasil. **European Journal Plant Pathology**, v.127, p.509-519, 2010.

COUTINHO, I. B. L. **Caracterização molecular e controle de fungos da família Botryosphaeriaceae associados às fruteiras tropicais**. 2016. 131 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

COUTINHO, I. B. L.; FREIRE, F. C. O.; LIMA, C. S.; LIMA, J. S.; GONCALVES, F. J. T.; MACHADO, A. R. A.; SILVA, M. S.; CARDOSO, J. E. Diversity of genus *Lasiodiplodia* associated with perennial tropical fruit plants in northeastern Brazil. **Plant Pathology**, v. 66, p. 90-104, 2017. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ppa.12565/pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

CROUS, P. W.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J.; RHEEDER, J.; MARASAS, W. F. O.; PHILLIPS, A. J. L.; ALVES, A.; BURGESS, T. BARBER, P.; GROENEWALD, J. Z. Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. **Studies in Mycology**, v. 55, p. 235-253, 2006.

CYSNE, A. Q.; CARDOSO, J. E.; MAIA, A. H. N.; FARIAS, F. C. Spatial-temporal analysis of gummosis in three cashew clones at northeastern Brazil. **Journal of Phytopathology**, v. 158, p. 676-682, 2010.

DENMAN, S.; CROUS, P. W.; TAYLOR, J. E.; KANG, J. C.; PASCOE, I.; WINGFIELD, M. J. An overview of the taxonomic history of Botryosphaeria, and a re-evaluation of its anamorphs based on morphology and ITS rDNA phylogeny. **Studies in Mycology**, v. 45, p. 129-140, 2000.

FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A.; VIANA, F. M. P. Diseases of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Brazil. London: **Crop Protection**, v. 21, p. 489-494, 2002.

- FREIRE, F. C. O. **A resinose do cajueiro**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPc, 1991. 2 p. (EMBRAPA-CNPc. Caju Informativo, 1). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/11947/1/Cj-004.pdf>>. Acesso em: 3 jan. 2017.
- GONDIM, D. M. F. Bases bioquímicas da interação do cajueiro anão precoce com o fungo *Lasiodiplodia theobromae* causador da resinose. 2010. 142 f. Tese (Doutorado em Bioquímica e Biologia Molecular) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- LIMA, J. S.; MOREIRA, R. C.; CARDOSO, J. E.; MARTINS, M. V. V.; VIANA, F. M. P. Cultural, morphological and pathogenic characterization of *Lasiodiplodia theobromae* associated with tropical fruit plants. **Summa Phytopathologica**, v. 39, p. 81-88, 2013.
- LOPES, U. P.; ZAMBOLIM, L.; PINHO, D. B.; BARROS, A. V.; COSTA, H.; PEREIRA, O. L. Postharvest rot and mummification of strawberry fruits caused by *Neofusicoccum parvum* and *N. kwambonambiense* in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 39, n. 2, p. 178-183, 2014
- MACHADO A. R.; PINHO D. B.; PEREIRA O. L. Phylogeny, identification and pathogenicity of the Botryosphaeriaceae associated with collar and root rot of the biofuel plant *Jatropha curcas* in Brasil, with a description of new species of *Lasiodiplodia*. **Fungal Diversity**, v. 67, p. 231-47, 2014a.
- MACHADO A. R.; PINHO D. B.; OLIVEIRA S. A. S.; PEREIRA O. L. New occurrences of Botryosphaeriaceae causing black root rot of cassava in Brasil. **Tropical Plant Pathology**, v. 39, p. 464-470, 2014b.
- MACHADO, A. R.; PINHO, D. B.; DUTRA, D. C.; PEREIRA, O. L. First Report of Collar and Root Rot of Physic Nut (*Jatropha curcas*) caused by *Neoscytalidium dimidiatum* in Brazil. **Plant Disease**, v. 96, n. 11, p. 1697, 2012.
- MARQUES, M. W.; LIMA, N. B.; MORAIS JUNIOR, M. A.; BARBOSA, M. A. G.; SOUZA, B. O.; MICHEREFF, S. J.; PHILLIPS, A. J. L.; CAMARA, M. P. S. Species of *Lasiodiplodia* associated with mango in Brazil. **Fungal Diversity**, v. 61, p.181-193, 2013a.
- MARQUES, M. W.; LIMA, N. B.; MORAIS JUNIOR, M. A.; MICHEREFF, S. J.; PHILLIPS, A. J. L.; CÂMARA, M. P. S. *Botryosphaeria*, *Neofusicoccum*, *Neoscytalidium* and *Pseudofusicoccum* species associated with mango in Brazil. **Fungal Diversity**, v. 61, p. 195-208, 2013b.
- MELO, J. G. M. **Diversidade genética e patogênica de *L. theobromae* associado ao cajueiro**. 2010. 60 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PAIVA, J. R. de; CARDOSO, J. E.; BARROS, L. de M.; CRISOSTOMO, J. R.; CAVALCANTE, J. J. V.; ALENCAR, E. da S. **Clone de cajueiro-anão precoce BRS 226 ou Planalto**: nova alternativa para o plantio na região semi-árida do Nordeste. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 4 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 78). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/7865/1/ct_78.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2017.

PESSOA, P. F. A. P.; LEITE, L. A. S. Desempenho do agronegócio caju brasileiro. In: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). **Agronegócio caju**: práticas e inovações. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. p. 21-40.

PHILLIPS, A. J. L.; ALVES, A.; ABDOLLAHZADEH, J.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. The Botryosphaeriaceae: genera and species known from culture. **Studies in Mycology**, v. 76, p. 51-167, 2013.

PUNITHALIGAM, E. Plant diseases attributed to *Botryodiplodia theobromae* Pat. **Bibliotheca Mycologia**, v. 71, p. 1-123, 1980.

ROSADO, A. W. C.; MACHADO, A. R.; FREIRE, F. C. O.; PEREIRA, O. L. Phylogeny, identification and pathogenicity of *Lasiodiplodia* associated with postharvest stem-end of coconut in Brazil. **Plant Disease**, v.100, n.3, p. 561-568, 2016.

SACCARDO, P. A. Fungi Veneti novi vel critici. **Michelia**, v. 1, p.1-72, 1877.

SAKALIDIS, M. L.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, B. D.; HARDY, G. E. ST.J.; BURGESS, T. I. The challenge of understanding the origin, pathways and extent of fungal invasions: global populations of the *Neofusicoccum parvum*-*N. ribis* species Complex. **Diversity and Distributions**, v. 19, p. 873-883, 2013.

SCHOCH, C. L.; SHOEMAKER, R. A.; SEIFERT, K. A.; HAMBLETON, S.; SPATAFORA, J. W.; CROUS, P. W. A multigene phylogeny of the Dothideomycetes using four nuclear loci. **Mycologia**, v. 98, p. 1041-1052, 2006.

SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J. Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. **Fungal Biology Reviews**, v. 21, p. 90-106, 2007.

SMITH, H.; WINGFIELD, M. J.; CROUS, P. W.; COUTINHO, T. A. *Sphaeropsis sapinea* and *Botryosphaeria dothidea* endophytic in *Pinus* spp. in South Africa. **South African Journal of Botany**, v. 62, p. 86-88, 1996.

VIANA, F. M. P.; CARDOSO, J. E.; MARTINS, M. V. V.; FREIRE, F. C. O. Doenças do cajueiro. **Informe Agropecuário**, v. 37, p. 34-46, 2016.

Von ARX, J. A. **Plant pathogenic fungi**. J. Cramer. Berlin, 1987. 288 p.

ZHAI, L.; ZHANG, M.; Lv, G.; CHEN, X.; JIA, N.; HONG, N., WANG, G. Biological and molecular characterization of four *Botryosphaeria* species isolated from pear plants showing stem wart and stem canker in China. **Plant Disease**, v. 98, p. 716-726, 2014.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. SARA Mesquita, 2270, Pici
60511-110, Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109 / 3391-7195
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
(2018): on-line



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente

Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Secretária-executiva

Celli Rodrigues Muniz

Secretária-administrativa

Eveline de Castro Menezes

Membros

Janice Ribeiro Lima, Marlos Alves Bezerra,

Luiz Augusto Lopes Serrano, Marlon Vagner

Valentim Martins, Kirley Marques Canuto,

Rita de Cassia Costa Cid,

Eliana Sousa Ximendes

Supervisão editorial

Ana Elisa Gondim Sidrim

Revisão de texto

José Cesamildo Magalhães Cruz

Normalização bibliográfica

Rita de Cassia Costa Cid

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Ariilo Nobre de Oliveira

Foto da capa

José Emilson Cardoso