

***Diplodia pinea* na região Sul do Brasil**

Paula Rachel Rabelo Corrêa¹

Celso Garcia Auer²

Álvaro Figueredo dos Santos³

A seca de ponteiro causada pelo fungo *Diplodia pinea* é uma doença que ataca praticamente todas as espécies do gênero *Pinus*. Esse fungo pode permanecer anos em estado assintomático nas árvores, podendo causar severas epidemias em plantios, ou mesmo em viveiros, caso haja alguma injúria como chuva de granizo, ataque de insetos ou períodos prolongados de seca. No Brasil, tem sido frequente o ataque de *D. pinea* em cultivos comerciais de *Pinus*, e a principal medida de controle da doença tem sido o plantio de espécies resistentes combinado com práticas silviculturais (AUER et al., 2001; MUNCK; STANOSZ, 2008).

Expressão econômica

As doenças causadas pelo *D. pinea* ocorrem em todo o mundo e causam significativas perdas econômicas em plantações de *Pinus* na região central e norte dos EUA, África do Sul, Nova Zelândia e América do Sul (STANOSZ et al., 1997).

Surtos epidêmicos de *D. pinea* estão sendo notificados em locais antes nunca relatados, provavelmente em consequência da dispersão de linhagens mais agressivas e condições ambientais favoráveis à doença. Esse fungo pode atacar diferentes partes da planta, independente da idade, provocando danos nos hospedeiros ou produtos com grande valor comercial. No caso da madeira, ocorre o azulamento interno que prejudica o preço de venda da madeira e implica em seu tratamento, aumentando os custos de produção, manutenção e mitigação (AUER et al., 2001; DE WET et al., 2000).

Distribuição geográfica

O patógeno *D. pinea* foi registrado em pelo menos 25 países dos dois Hemisférios, entre as latitudes de 30°N e 50°S, em hospedeiros nativos ou plantados (GIBSON, 1979), conforme apresentado na Tabela 1.

¹Bióloga, Mestre, doutoranda em Melhoria florestal, Universidade Federal do Paraná, rachelrabelo@hotmail.com

²Engenheiro florestal, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, celso.auer@embrapa.br

³Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, alvaro.santos@embrapa.br

Tabela 1. Dados da distribuição geográfica e espécies de *Pinus* hospedeiras de *Diplodia pinea*.

Países	Espécie de <i>Pinus</i>	Referências
América do Norte	<i>Pinus nigra</i>	Peterson (1977)
	<i>Pinus sylvestris</i>	Brookhouser e Peterson (1971)
	<i>Pinus resinosa</i>	Palmer e Nicholls (1983)
	<i>Pinus ponderosa</i>	Brookhouser e Peterson (1971)
	<i>Pinus banksiana</i>	Palmer e Nicholls (1983)
Canadá	<i>Pinus sylvestris</i>	Haddow e Newman (1942)
América do Sul	<i>Pinus radiata</i>	Gibson (1979)
	<i>Pinus halepensis</i>	Gibson (1979)
Europa	<i>Pinus sylvestris</i>	Gibson (1979)
	<i>Pinus nigra</i>	Gibson (1979)
Ásia	<i>Pinus sylvestris</i>	Gibson (1979)
	<i>Pinus nigra</i>	Gibson (1979)
Austrália	<i>Pinus radiata</i>	Gibson (1979)
Nova Zelândia	<i>Pinus radiata</i>	Eldridge (1957)
África	<i>Pinus radiata</i>	Chou (1976)
África do Sul	<i>Pinus patula</i>	Laughton (1937)
	<i>Pinus radiata</i>	Wingfield e Knox-Davies (1980)
	<i>Pinus taeda</i>	Wingfield e Knox-Davies (1980)
Outros países	<i>Pinus radiata</i>	Gibson (1979)

Hospedeiros

Existem diferenças quanto à suscetibilidade de pínus. *P. nigra* é considerada a espécie mais suscetível à *D. pinea*, seguida por *P. sylvestris*, *P. mugo*, *P. ponderosa*, *P. strobus*, *P. resinosa*, *P. banksiana*, *P. greggii*, *P. sylvestris*, *P. halepensis*, *P. radiata*, *P. patula*, *P. taeda* e *P. elliotii* (PATAKY, 1997; BLODGETT et al., 1997; BLODGETT; STANOSZ, 1999; BLODGETT; BONELLO, 2003; CHOU, 1987; FLOWERS et al., 2001; SMITH et al., 2002). Outras espécies florestais, como *Pseudotsuga menziesii*, *P. macrocarpa*, *Picea abies*, *P. pungens*, *P. sitchensis*, *Abies procera*, *A. alba* e *Larix laricina* são eventualmente infectadas (PATAKY, 1997). Outros gêneros também são suscetíveis, como *Cupressus*, *Chamaecyparis*, *Thuja*, *Araucaria*, *Juniperus* e *Cedrus* (DICK, 1999). Recentemente, comprovou-se a patogenicidade de *D. pinea* em árvores jovens de *Araucaria angustifolia* no Brasil (CORRÊA et al., 2012).

Sintomatologia e ciclo de vida

O fungo pode sobreviver como endofítico ou saprofítico, estando presente em tecido vivo ou morto das acículas, caule e ramos. Em plantios de pínus, esse fungo está associado com um grande número de sintomas: necrose, seca e quebra dos ponteiros e o declínio de mudas (Figura 1A) e de

árvores (Figura 1B). *D. pinea* pode ainda induzir, nas plantas atacadas, a formação de cancrios (FIGURA 1C), morte de raízes e murcha da copa (AUER et al., 2001; PALMER, 1991; GIBSON, 1979; CHOU, 1987). Danos em raízes de *Pinus taeda* e *Pinus elliotii* também foram relatados na África do Sul (SWART et al., 1985).

A infecção se inicia durante os períodos úmidos, com a germinação dos conídios do fungo (FIGURA 2A) e a entrada na planta através dos estômatos das acículas nos brotos jovens, e diretamente nas hastes novas não suberificadas (CHOU, 1978; ZHOU; STANOSZ, 2001), no começo da primavera (FLOWERS et al., 2001).

A infecção pode se iniciar também em ramos e caules, através de ferimentos causados pela chuva de granizo, ataque de insetos, poda ou outros tipos de danos físicos. O sintoma mais evidente do estabelecimento da doença é o amarelecimento das acículas jovens, a colonização (FIGURA 2B) e o atrofiamento dos brotos jovens. Geralmente, a presença de gotas de resina e acículas atrofiadas também são indicações de que um novo broto está infectado. Pequenos picnídios negros se desenvolvem próximo da base das acículas, sobre as bainhas ou sobre as escamas dos cones jovens, como pode ser observado na Figura 2C (PETERSON, 1997).



Figura 1. Aspectos gerais da seca de ponteiros causada pelo fungo *Diplodia pinea*. A) Mudas infectadas. B) Queima de ponteiros em árvore de *Pinus taeda*. C) Cancro em tronco de *Pinus patula*.



Figura 2. A) Germinação de conídio de *Diplodia pinea*. B) Infecção e colonização de brotos de pínus. C) Picnídios de *Diplodia pinea* sobre acículas de pínus *in vitro*.

Os brotos jovens infectados param de crescer, tornam-se curvos e logo morrem. Após anos de infecção, grandes ramos e até mesmo toda árvore podem morrer (FLOWERS et al., 2001). Severas e contínuas infecções retardam e comprometem o crescimento da árvore e podem matar todas as árvores infectadas (BROOKHOUSER; PETERSON, 1971; FLOWERS et al., 2001). O patógeno sobrevive dentro de picnídios (Figuras 2C e 3A), presentes nos brotos doentes do ano anterior, em cones maduros, ou como endófito nos tecidos dos brotos de pínus, além de sobreviver internamente em sementes (SMITH et al., 1996; FLOWERS et al., 2001). As brotações são mais suscetíveis à seca de ponteiro no início da primavera, durante a quebra de dormência e fases iniciais de crescimento (MUNCK; STANOSZ, 2009; PETERSON, 1977).

D. pinea esporula sobre os tecidos doentes, como brotações, ramos e troncos.

Os conídios são liberados dos picnídios durante a primavera (Figuras 3A e 3B). Estes parecem fundidos aos tecidos dos hospedeiros e são formados na subepiderme, posteriormente, tornando-se erumpentes (PALMER; NICHOLLS, 1983; PALMER et al., 1988).

Quando os picnídios tornam-se maduros, os conídios são disseminados, principalmente por respingos de chuva (PETERSON, 1981), mas também podem ser levados pelo vento (BUTIN; PEREDO, 1986; STANOSZ, 2002).

Este fungo apresenta características endófitas que são importantes para a sua sobrevivência e

disseminação. Cones não infectados são observados ao lado de cones infectados, o que sugere que a doença ocorre primeiramente em cones mais velhos, contaminando depois os cones mais novos. O patógeno pode permanecer vivo durante o inverno, dentro de picnídios em brotações enfermas que são mantidas nas árvores, pelo menos parcialmente, através do fluxo de resina típico durante atividades de infecção (PALMER et al., 1988). O fungo pode

ainda permanecer em cones maduros (PALMER et al., 1987; SMITH et al., 1996) ou como endófito em tecidos jovens (FLOWERS et al., 2001). As infecções latentes também ocorrem em gemas terminais e brotações de forma assintomática (FLOWERS et al., 2006). Depois de dois ou três anos de infecção sucessivas, os ponteiros das árvores ficam totalmente danificados, resultando nos sintomas típicos da doença (PETERSON, 1977).



Figura 3. A) Picnídios de *Diplodia pinea* liberando conídios. B) Detalhe da liberação dos conídios.

Etiologia

O agente causal dessa doença é *Diplodia pinea* (Desm.) J. Kickx (= *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton), pertencente ao filo Ascomycota, classe Dothideomycetes, ordem Botryosphaerales, família Botryosphaeriaceae (INTERNATIONAL MYCOLOGICAL ASSOCIATION, 2012).

Apesar de não ser conhecida a fase sexual de *D. pinea*, reconhece-se como pertencente à família Botryosphaeriaceae. Junto com outras espécies de *Lasiodiplodia*, este fungo forma uma das dez linhagens de Botryosphaeriaceae descrita por Crous et al. (2006). A taxonomia deste fungo tem sido complexa e confusa, principalmente pela falta de clareza na distinção da descrição entre *Sphaeropsis* e *Diplodia*.

Desde sua primeira descrição como *Sphaeria pinea* Desm. em 1842 por Desmazières (WATERMAN, 1943), esse fungo foi reclassificado pelo menos 10 vezes, sendo que o nome mais comum é *D. pinea* (PUNITHALINGAM; WATERSTON, 1970). O gênero *Diplodia* foi descrito como tendo conídios lisos, hialinos e asseptados quando jovens, posteriormente tornando-se marrom escuro (Figura 4A), com um septo mediano (Figura 4B) e presença

de células conidiogênicas (PUNITHALINGAM; WATERSTON, 1970). Nenhum estado sexual (forma teleomórfica) ou microconídios foram relatados em culturas de *D. pinea*, e os esporos assexuais ou conídios são formados dentro de picnídios (WATERMAN, 1943). Os conídios são de forma oblonga para clavado, com extremidades basais truncadas (FIGURA 4C), ápices arredondados e desenvolvimento monoblástico via proliferação percorrente das células conidiogênicas (SUTTON, 1980). Os conídios deste fungo apresentam dimensões que variam entre 30 μm x 45 μm e 10 μm x 16 μm (PUNITHALINGAM; WATERSTON, 1970; SUTTON, 1980).

Espermácias e espermatóforos, pequenos e hialinos, independente da idade, foram relatados em culturas deste fungo por Wingfield e Knox-Davis (1980). A presença dessas estruturas pode revelar uma redução ou perda recente do estágio sexual desse fungo (DE WET et al., 2003).

Wang et al. (1985) descreveram três morfotipos para o *S. sapinea*: A, B e C, os quais diferem nas características morfológicas, taxa de crescimento, características dos conídios e virulência. O morfotipo A é capaz de infectar tecidos com e

sem injúria e o morfotipo B necessita de injúria para conseguir invadir o tecido com sucesso. O morfotipo C foi descrito como uma variante do morfotipo A (WANG et al., 1985; PALMER et al., 1987).

O morfotipo A é caracterizado pelo crescimento de um micélio aéreo algodoado, inicialmente branco para a cor cinza esverdeado, conídios de paredes lisas, com dimensões de $34 \mu\text{m} \times 16 \mu\text{m}$, geralmente asseptados ou com apenas um septo (WANG et al., 1985; PALMER et al., 1987; DE WET et al., 2003). A luz é necessária para esporulação do morfotipo A.

O morfotipo B, posteriormente descrito como *D. scrobiculata* (DE WET et al., 2003), apresenta micélio prensado na superfície do ágar, conídios com dimensões de $32 \mu\text{m} \times 15 \mu\text{m}$, com paredes pontuadas e conídios com até mais de 3 septos (WANG et al., 1985; PALMER et al., 1987; DE WET et al., 2003). Esse fungo esporula tanto na presença de luz quanto no escuro.

O morfotipo C apresenta micélio algodoado e conídios com dimensões de $37 \mu\text{m} \times 15 \mu\text{m}$, com paredes lisas similares ao morfotipo A (DE WET et al., 2000, 2002), asseptados ou com um septo. Esse morfotipo C é considerado mais patogênico que o morfotipo A (DE WET et al., 2002).



Figura 4. Aspectos micromorfológicos dos conídios de *Diplodia pinea*. A) Detalhe da coloração marrom e variação das formas. B) Detalhe da base truncada (setas).

Epidemiologia

As condições favoráveis para ocorrer a seca de ponteiro por *D. pinea* são clima úmido e temperaturas médias altas ao redor de $25 \text{ }^\circ\text{C}$, coincidindo com o desenvolvimento das gemas e brotações do pínus (SWART et al., 1985). Este fungo pode ocorrer em regiões temperadas, semitropicais e tropicais, podendo ser transmitido pela semente, resultando na podridão da mesma, redução da germinação, deterioração das radículas emergentes e tombamento das plântulas (REES; WEBBER, 1988; STANOSZ et al., 1997).

A severidade da doença é significativamente maior em mudas e árvores mais velhas, mantidas sob diferentes tipos de estresse, tais como: plantios estabelecidos em sítios inadequados com solos mal drenados e pouco profundos, deficiência de nutrientes ou vegetação concorrente (BLODGETT et al., 1997; NICHOLLS; OSTRY, 1990; STANOSZ et al., 1997). Condições ambientais propícias para a colonização do fungo também são importantes para o estabelecimento da doença como, por exemplo,

as fortes chuvas de verão, que provocam injúrias nos ponteiros e gemas.

Como endófito, *D. pinea* pode ter sido disseminado pelo mundo, juntamente com as introduções de mudas de *Pinus* (BURGESS et al., 2004). Stanosz et al. (1997) demonstraram que as infecções latentes são bastante comuns em espécies de *Pinus* que mantém suas sementes fechadas dentro dos cones, como *P. radiata* e *P. patula* (SMITH et al., 1996). Nessas espécies, o fungo pode ser isolado mais frequentemente a partir do tecido medular dos cones e do interior das sementes. Com base nessas informações, *D. pinea* pode ter sido introduzido no Brasil a partir de mudas com infecções latentes ou sementes infectadas, durante as primeiras introduções de material genético e comercial de *Pinus*.

Medidas de controle

O uso adequado de práticas silviculturais em conjunto com boas práticas sanitárias são essenciais para a prevenção e o controle das doenças relacionadas com *D. pinea*. A época

correta para se realizar as podas de ramos de pínus deve ser quando o potencial de inóculo, bem como as condições de dispersão e germinação do fungo são baixos. Tal estratégia impede o surgimento de ferimentos nas árvores durante essa prática silvicultural (SWART et al., 1985). Pode-se diminuir o inóculo quando se retira os restos de galhos após podas e desbastes, ou realizando um desbaste prematuro, onde se consegue uma diminuição da umidade nos talhões e uma menor competição por água e nutrientes (GIBSON, 1979).

A adubação é um importante fator de influência na incidência e severidade de várias doenças de plantas. Com *D. pinea*, a adubação tende a aumentar a incidência da doença em áreas que receberam pesadas quantidades de adubo, principalmente com adubos amoniacais. A hipótese seria que o excesso de nitrogênio inibiria a produção de lignina e depósitos fenólicos pelo hospedeiro, produtos importantes na defesa contra a patógeno (BLODGETT et al., 2005).

Controle químico com fungicidas

Duas aplicações semanais de calda bordalesa foram indicadas por Peterson (1977). Estas aplicações devem ser realizadas nas gemas e brotações em mudas e árvores com até dois anos de idade, mas também pode ser aplicado em árvores mais velhas (PALMER; NICHOLLS, 1983). Os fungicidas da família dos benzimidazóis também são indicados para controlar epidemias de *D. pinea* em plantios (STANOSZ et al., 1995). O principal problema é a falta de produtos registrados para uso no controle desta doença no Brasil, impedindo a sua recomendação.

Para proteger madeiras de pínus estocadas do azulamento provocado pelo *D. pinea*, podem ser pulverizados produtos químicos para criar uma camada protetora, que impede a germinação dos esporos e sua penetração (THWAITES et al., 2004). No entanto, nenhum produto químico protege a madeira contra o fungo, se já estiver sendo colonizada internamente (DE WET et al., 2008). Outras soluções são o tratamento térmico, a secagem em estufa ou o uso de preservativos de madeira.

Controle com uso de material genético resistente

A medida considerada mais adequada ao controle da seca de ponteiro provocado por *D. pinea* é o plantio de material genético resistente (BROOKHOUSER; PETERSON, 1971; SWART; WINGFIELD, 1991). Segundo Stanosz et al. (1997), o controle químico do *D. pinea* não é eficiente porque o fungo permanece latente nas gemas e brotos, mesmo após a sua aplicação. Árvores resistentes têm sido selecionadas em condições de campo e multiplicadas por meio da clonagem (macro e micropropagação vegetativa) para formarem jardins clonais, dos quais se retiram brotações e minibrotações para a formação de mudas (CORRÊA et al., 2012). O uso de híbridos de espécies suscetíveis com espécies resistentes ao *D. pinea* em áreas favoráveis ao desenvolvimento do patógeno também tem sido uma estratégia bastante utilizada em vários países, como Chile e África do Sul (DE WET et al., 2008). Os híbridos podem ser selecionados para resistência ao patógeno e depois propagados comercialmente via estaquia, em vários países como Nova Zelândia, Austrália, Brasil e Chile (FURLAN et al., 2007).

Entretanto, novos surtos da doença estão sendo registrados em espécies antes relatadas como resistentes, e, ao mesmo tempo, em áreas onde nunca houve registro (STANOSZ, 2002; AUER et al., 2001). Como hipótese, pode ser levantada a presença de mudanças de comportamento do patógeno frente às mudanças climáticas (LUCHI et al., 2012), a dispersão de linhagens mais agressivas para novas áreas (HANSON; DRENKHAN, 2009) e o aumento de suscetibilidade do hospedeiro à infecção em função de novas condições ambientais que dificultariam a adaptação e o desenvolvimento do hospedeiro (DE WET et al., 2008). Tal fato demandará novos trabalhos de melhoramento genético para impedir perdas econômicas.

Referências

AUER, C. G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A.; SANTOS, A. F. dos. **Doenças em pinus**: identificação e controle. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 28 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 48).

- BLODGETT, J. T.; KRUGER, E. L.; STANOSZ, G. R. *Sphaeropsis sapinea* and water stress in a red pine plantation in central Wisconsin. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 87, n. 4, p. 429-434, 1997.
- BLODGETT, J. T.; STANOSZ, G. R. Differences in aggressiveness of *Sphaeropsis sapinea* RAPD marker group isolates on several conifers. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, n. 9, p. 853-856, 1999.
- BLODGETT, J. T.; BONELLO, P. The aggressiveness of *Sphaeropsis sapinea* on Austrian pine varies with isolate group and site of infection. **Forest Pathology**, v. 33, n. 1, p. 15-19, 2003.
- BLODGETT, J. T.; HERMS, D. A.; BONELLO, P. Effects of fertilization on red pine defense chemistry and resistance to *Sphaeropsis sapinea*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 208, n. 1/3, p. 373-382, 2005.
- BROOKHOUSER L. W.; PETERSON, G. W. Infection of Austrian, Scots, and Ponderosa pines by *Diplodia pinea*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 61, n. 4, p. 409-414, 1971.
- BURGESS, T. I.; GORDON, T. R.; WINGFIELD M. J.; WINGFIELD, B. D. Geographic isolation of *Diplodia scrobiculata* and its association with native *Pinus radiata*. **Mycological Research**, Cambridge, v. 108, n. 12, p. 1399-1406, 2004.
- BUTIN, H.; PEREDO, H. **Hongos parásitos en coníferas de América del Sur con especial referencia a Chile**. Berlin: J. Cramer, 1986. (Biblioteca Mycológica, 101).
- CHOU, C. K. S. A shoot dieback in *Pinus radiata* caused by *Diplodia pinea*. I. Symptoms, disease development, and isolation of pathogen. **New Zealand Journal of Forestry Science**, New Zealand, v. 6, n. 1, p. 72 -79, 1976.
- CHOU, C. K. S. Penetration of young stems of *Pinus radiata* by *Diplodia pinea*. **Physiological Plant Pathology**, London, v. 13, n. 2, p.189-192, 1978.
- CHOU, C. K. S. Crown wilt of *Pinus radiata* associated with *Diplodia pinea* infection or woody stems. **European Journal of Forest Pathology**, Berlin, v. 17, n. 7, p. 398-411, 1987.
- CORRÊA, P. R. R.; AUER, C. G.; SANTOS, A. F. dos; HIGA, A. R. Seleção precoce de progênies de *Pinus radiata* a *Sphaeropsis sapinea*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 22, n. 2, p. 275-281, 2012.
- CROUS, P. W.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J.; RHEEDER, J.; MARASAS, W. F.O.; PHILIPS, A. J. L.; ALVES, A.; BURGESS, T.; BARBER, P.; GROENEWALD, J. Z. Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. **Studies of Mycology**, v. 55, n. 1, p. 235-253, 2006.
- DE WET, J.; WINGFIELD, M. J.; COUTINHO, T. A.; WINGFIELD, B. D. Characterization of *Sphaeropsis sapinea* isolates from South Africa, Mexico and Indonesia. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 84, n. 2, p. 151-156, 2000.
- DE WET, J.; WINGFIELD, M. J.; COUTINHO, T.; WINGFIELD, B. D. Characterisation "of "C" morphotype of the pine pathogen *Sphaeropsis sapinea*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 161, n. 1/3, p. 181-188, 2002.
- DE WET, J.; BURGESS, T.; SLIPPERS, B.; PREISIG, O.; WINGFIELD, B. D.; WINGFIELD, M. Multiple gene genealogies and microsatellite markers reflect relationships between morphotypes of *Sphaeropsis sapinea* and distinguish a new species of *Diplodia*. **Mycological Research**, Cambridge, v. 107, n. 5, p. 557-566, 2003.
- DE WET, J.; SLIPPERS, B.; PRELSIG, O.; WINGFIELD, B. D.; WINGFIELD, M. J. Phylogeny of the Botryosphaeriaceae reveals patterns of host association. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, San Diego, v. 46, n. 1, p. 116-126, 2008.
- ELDRIDGE, K. G. ***Diplodia pinea* (Desm.) Kickx, a parasite on *Pinus radiata***. 1957. 67 f. Thesi (M.S.c.) - University of Melbourne, Melbourne.
- FLOWERS, J.; NUCKLES, E.; HARTMAN, J.; VAILLANCOURT, L. Latent infection of Austrian and Scots pine tissues by *Sphaeropsis sapinea*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 85, n. 10, p. 1107-1112, 2001.
- FLOWERS, J. L.; HARTMAN, J. R.; VAILLANCOURT L. J. Histology of *Diplodia pinea* in diseased and latently infected *Pinus nigra* shoots. **Forest Pathology**, v. 36, n. 6, p. 447-459, 2006.

FURLAN, R. A.; MORI, E. S.; TAMBARUSSI, E. V.; MORAES, C. B.; JESUS, F. A.; ZIMBACK, L. Estrutura genética de populações de melhoramento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* por meio de marcadores microssatélites. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 553-563, 2007.

GIBSON, I. A. S. **Diseases of forest trees widely planted as exotics in the tropics and southern hemisphere**: part II the genus *Pinus*. Kew: Commonwealth Mycological Institute; Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1979. 135 p.

HADDOW, W. R.; F. S. NEWMAN. A disease of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) caused by the fungus *Diplodia pinea* Kicky, associated with the pine spittle-bug (*Aphrophora parallela* Say). I, symptoms and etiology. **Royal Canadian Institute Transactions**, v. 24, n. 1, p. 1-18, 1942.

HANSO, M.; DRENKHAN, R. *Diplodia pinea* is a new pathogen on Austrian pine (*Pinus nigra*) in Estonia. **Plant Pathology**, London, v. 58, p. 797, 2009.

LAUGHTON, E. M. The incidence of fungal disease on timber trees. **South African Journal of Science**, Johannesburg, v. 33, p. 377-382, 1937.

LUCHI, N.; MANCINI, V.; FEDUCCI, M.; SANTINI, A.; CAPRETTI, P. *Leptoglossus occidentalis* and *Diplodia pinea*: a new insect-fungus association in Mediterranean forests. **Forest Pathology**, v. 42, n. 3, p. 246-251, 2012.

INTERNATIONAL MYCOLOGICAL ASSOCIATION. **Fungal databases**: nomenclature and species banks: *Diplodia pinea*. Disponível em: < http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=MycoBank&MycoBankNr_=213333>. Acesso em: 15 nov. 2012.

MUNCK, I.; STANOSZ, G. Excised shoots of top-pruned red pine seedlings, a source of inoculum of the *Diplodia* shoot blight pathogen. **Forest Pathology**, v. 38, p. 196-202, 2008.

MUNCK, I. A.; STANOSZ, G. R. Quantification of conidia of *Diplodia* spp. extracted from red and jack pine cones. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 93, n. 1, p. 81-86, 2009.

NICHOLLS, T. H.; OSTRY, M. E. *Sphaeropsis sapinea* cankers on stressed red and jack pines in Minnesota and Wisconsin. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 74, n.1, p. 54-56, 1990.

PALMER, M. A.; STEWART, E. L.; WINGFIELD, M. J. Variation among isolates of *Sphaeropsis sapinea* in the north central United States. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 77, n. 6, p. 944-948, 1987.

PALMER, A. M.; NICHOLLS, T. M. **How to identify and control *Diplodia* shoot blight, collar rot and canker of conifers**. [St. Paul, Minn.] : USDA, 1983. Disponível em: < www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/howtos/ht_conifers/ht_conifers.htm>. Acesso em 7 nov. 2012.

PALMER, M. A.; STEWART, E. L.; WINGFIELD, M. J. Variation among isolates of *Sphaeropsis sapinea* in the north central United States. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 77, n. 6, p. 944-948, 1987.

PALMER, M. A.; MCROBERTS, R. E.; NICHOLLS, T. H. Sources of inoculum of *Sphaeropsis sapinea* in forest tree nurseries. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 78, n. 6, p. 831-835, 1988.

PALMER, M. A. Isolate types of *Sphaeropsis sapinea* associated with main stem cankers and top-kill of *Pinus resinosa* in Minnesota and Wisconsin. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, n. 5, p. 507-510, 1991.

PATAKY, N. R. *Sphaeropsis* blight or *Diplodia* tip blight of Pines. **Report on Plant Disease**, n. 626, 1997. Disponível em: < www.ipm.uiuc.edu/landturf/diseases/sphaeropsis/index.html>. Acesso em: 19 nov. 2012.

PETERSON, G. W. Infection, epidemiology, and control of *Diplodia* blight of Austrian, ponderosa, and Scots pines. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, p. 511-514, 1977.

PETERSON, G. W. Control of *Diplodia* and *Dothistroma* blight of pines in the urban environment. **Journal of Arboriculture**, v. 7, p. 15, 1981.

PUNITHALINGAM, E.; WATERSTON, I. M. *Diplodia pinea*. **CMI Descriptions of Plant Pathogenic Fungi and Bacteria**, Kew, n. 237, 2 p., 1970.

REES, A. A.; WEBBER, J. F. Pathogenicity of *Sphaeropsis sapinea* to seed, seedlings and saplings of some Central American pines. **Transactions British of the Mycological Society**, v. 91, n. 2, p. 273-277, 1988.

SMITH, H.; WINGFIELD, M. J.; CROUS, P. W.; COUTINHO, T. A. *Sphaeropsis sapinea* and *Botryosphaeria dothidea* endophytic in *Pinus spp.* and *Eucalyptus spp.* in South Africa. **South African Journal of Botany**, v. 62, n. 2, p. 86-88, 1996.

SMITH, H.; WINGFIELD, M. J.; COUTINHO, T. A. The role of latent *Sphaeropsis sapinea* infections in post-hail associated die-back of *Pinus patula*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 164, n. 1-3, p. 177-184, 2002.

STANOSZ, G. R.; SMITH, D. R.; GUTHMILLER, M. A.; STANOSZ, J. C. Persistence of *Sphaeropsis sapinea* on or in asymptomatic stems of red pine nursery seedlings. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 85, n. 4, p. 1196, 1995.

STANOSZ, G. R.; SMITH, D. R.; GUTHMILLER, M. A.; STANOSZ, J. C. Persistence of *Sphaeropsis sapinea* in or on asymptomatic shoots of red and jack pines. **Mycologia**, New York, v. 89, n. 4, p. 525-530, 1997.

STANOSZ, G. R. **Evaluation distribution and structure of epidemic populations of *Sphaeropsis sapinea***. 2002. Disponível em: <http://fhm.fs.fed.us/em/funded/04/eval_sphaeropsis_sapinea.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2012.

SUTTON, B. C. **The Coelomycetes**. Kew, Surrey: Commonwealth Mycological Institute, 1980. 696 p.

SWART, W. J.; KNOX-DAVIES, P. S.; WINGFIELD, M. J. *Sphaeropsis sapinea*, with special reference to its occurrence in *Pinus spp.* in South Africa. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n. 135, p. 1-8, 1985.

SWART, W. J.; WINGFIELD, M. J. Biology and control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, n. 8, p. 761-766, 1991.

THWAITES, J. M.; FARRELL, R. L.; HATA, K.; CARTER, P.; LAUSBERG, M. Sapstain fungi on *Pinus radiata* logs: from New Zealand forest to export in Japan. **Journal of Wood Science**, v. 50, n. 5, p. 459-465, 2004.

WANG, C. G.; BLANCHETTE, R. A.; JACKSON, W. A.; PALMER, M. A. Differences in conidial morphology among isolates of *Sphaeropsis sapinea*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 69, n. 10, p. 838-841, 1985.

WATERMAN, A. *Diplodia pinea* and *Sphaeropsis malorum* on soft pines. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 12, n. 3, p. 828-831, 1943.

WINGFIELD, M. J.; KNOX-DAVIES, P. S. Association of *Diplodia pinea* with a root disease of pines in South Africa. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 64, p. 221-223, 1980.

ZHOU, S.; STANOSZ, G. R. Relationships among *Botryosphaeria* species and associated anamorphic fungi inferred from the analyses of ITS and 5.8S rDNA sequences. **Mycologia**, v. 93, n. 3, p. 516-527, 2001.

Comunicado Técnico, 312

Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
Colombo, PR, CEP 83411-000
Fone / Fax: (0**) 41 3675-5600
E-mail: sac@cnpf.embrapa.br



1ª edição
Versão eletrônica (2013)

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*
Membros: *Álvaro Figueredo dos Santos, Antonio Aparecido Carpanezzi, Claudia Maria Branco de Freitas Maia, Dalva Luiz de Queiroz, Guilherme Schnell e Schuhli, Luis Cláudio Maranhão Froufe, Marilce Cordeiro Garrastazu, Sérgio Gaiad*

Expediente

Supervisão editorial: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Revisão de texto: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*
Editoração eletrônica: *Rafaele Crisostomo Pereira*