

SELEÇÃO PRECOCE DE PROGÊNIES DE *Pinus radiata* A *Sphaeropsis sapinea*

EARLY SELECTION OF *Pinus radiata* PROGENIES TO *Sphaeropsis sapinea*

Paula Rachel Rabelo Corrêa¹ Celso Garcia Auer²
Alvaro Figueredo dos Santos³ Antonio Rioyei Higa⁴

RESUMO

Sphaeropsis sapinea é um importante patógeno para *Pinus radiata*, causando seca de ponteiros e morte de árvores, em plantios comerciais. Este estudo teve como objetivo selecionar progênies de *Pinus radiata* resistentes ao patógeno. Mudanças de 16 progênies de *Pinus radiata* foram inoculadas com três isolados monospóricos do patógeno, em condição de casa de vegetação. Foram avaliados o comprimento das lesões e o grau de secamento dos ponteiros. Os resultados indicaram que a metodologia de seleção precoce foi adequada para selecionar progênies de *Pinus radiata* resistentes ao *Sphaeropsis sapinea*. A herdabilidade média das progênies variou de acordo com o isolado testado e o critério de seleção utilizado.

Palavras-chave: *Pinus*; resistência; seleção.

ABSTRACT

Sphaeropsis sapinea is an important pathogen for some *Pinus radiata* causing tip blight and death of trees, in commercial plantings. This study was developed to select *Pinus radiata* progenies resistant to the pathogen, for new plantings in Brazil. Seedlings tips of 16 *Pinus radiata* progenies were inoculated with three pathogen monosporic isolates of *Sphaeropsis sapinea*, under greenhouse conditions. Lesions length and tip blight degree were evaluated. Responses of progenies to the pathogen varied according to tested isolate. The results indicated that early selection methodology was adequate to select *Pinus radiata* progenies resistant against *Sphaeropsis sapinea*. Average heritability of the progenies varied according to tested isolate and the selection criterion used.

Keywords: pine; resistance; selection.

INTRODUÇÃO

Pinus radiata D. (Don) é uma pinácea nativa dos Estados Unidos da América que se adaptou muito bem às condições edafoclimáticas de vários países do Hemisfério Sul, como Chile, Nova Zelândia, Austrália e África do Sul. No Chile, as plantações comerciais são compostas, em sua maioria, por esta espécie e ocupam 1,5 milhões de hectares, sendo a base da indústria

florestal chilena e garantiram, em 2005, US\$ 3,5 bilhões de faturamento em exportações. (NEW ZEALAND TRADE ENTERPRISE, 2010). O sucesso desta espécie florestal é devido ao seu rápido crescimento, às qualidades de sua polpa na fabricação de papel, além da possibilidade de se desenvolver em diferentes sítios e por ser uma das espécies que fornece os maiores retornos financeiros nas áreas plantadas (TORO e GESSEN, 1999).

1. Bióloga, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Av Lothário Meissner, 900, CEP 80210-170, Curitiba (PR). Bolsista Capes. rabelocorrea@hotmail.com
 2. Engenheiro Florestal, Dr, Pesquisador da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira Km 111, s/n, Caixa Postal 319, CEP 83411-000, Colombo (PR). auer@cnpf.embrapa.br
 3. Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira Km 111, s/n, Caixa Postal 319, CEP 83411-000, Colombo (PR). alvaro@cnpf.embrapa.br
 4. Engenheiro Florestal, PhD., Professor Adjunto de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Av Lothário Meissner, 900, CEP 80210-170, Curitiba (PR). higa@ufpr.br
- Recebido para publicação em 07/03/2010 e aceito em 11/05/2011

O Brasil é um grande participante no mercado internacional de produtos florestais, que alcançaram o patamar nas exportações, em 2009, de US\$ 5,6 bilhões que correspondem a 4% do valor total dos produtos exportados pelo país (ABRAF, 2010) e, deste total, 31% foram de produtos que têm no *Pinus* sua matéria-prima. Neste ano, as espécies de *Pinus* constituíram 1,79 milhões de hectares de florestas comerciais plantadas, principalmente pelas empresas do segmento de celulose e papel (ABRAF, 2010). Aliado a esta situação, novas espécies deste gênero estão sendo introduzidas e estudadas, o que poderá expandir a base florestal com madeira de *Pinus*.

O estabelecimento de florestas plantadas com *Pinus*, quando bem manejadas, tem abastecido o mercado com matéria-prima, que foi por muito tempo suprido por florestas nativas, como foi o caso da araucária. Para as indústrias de papel e celulose, os plantios de *Pinus* são muito importantes, uma vez que contribuem para o suprimento de fibras longas, imprescindíveis na fabricação de papéis que exigem maior resistência e melhor absorção de tinta (SHIMIZU, 2008). Para atender a esta demanda, *Pinus radiata* foi a espécie escolhida em todo o mundo, principalmente no Hemisfério Sul. Esta espécie foi introduzida no Brasil na década de 1940, juntamente com o *Pinus taeda* e *Pinus elliotti* var. *elliotti*, mas seus plantios foram totalmente dizimados pelo fungo *Sphaeropsis sapinea*. Este fungo é um fator limitante da produção em plantios desta espécie florestal, em vários países (AUER et al., 2006).

A patogenicidade de *Sphaeropsis sapinea* em seus hospedeiros foi estudada principalmente nas espécies de *Pinus* de importância econômica, no norte dos EUA, como é o caso de *Pinus resinosa* (BLODGETT e STANOSZ, 1999). Contudo, ainda faltam mais informações sobre a resistência do hospedeiro ao *Sphaeropsis sapinea*. Blodgett e Stanosz (1999) acreditam que esta lacuna de informações se deva à falta de triagens comparativas da agressividade, com diferentes isolados/morfotipos de *Sphaeropsis sapinea*, em condições controladas.

Os danos provocados por *Sphaeropsis sapinea* em *Pinus resinosa* e *Pinus banksiana*, no norte dos EUA, na década de 1970, foram significativos e causaram mortalidade em 95% das mudas plantadas (STANOSZ, 2011). Este autor relatou, também, que surtos repentinos de seca de ponteiros podem continuar a aparecer, principalmente em locais onde

os danos mais severos ou a mortalidade não haviam sido observados. Este tipo de dano mais severo em árvores pode estar relacionado às diferenças na agressividade, dependendo de qual morfotipo, ou grupo de *Sphaeropsis sapinea*, esteja presente na área (BLODGETT e STANOSZ, 1999).

No Brasil, os registros do ataque de *Sphaeropsis sapinea* em plantios comerciais de *Pinus* foram retomados a partir da década de 1990, principalmente na região Sul (AUER et al., 2001). Esses registros foram feitos principalmente em *Pinus taeda* e, possivelmente, os novos plantios de *Pinus radiata* necessitarão de material resistente ao fungo. A esse aspecto, o melhor método de controle é o plantio de árvores resistentes em regiões onde o fungo ocorra (BLODGETT e BONELLO, 2003).

Em face ao potencial comercial de *Pinus radiata*, novas introduções de material genético encontram-se em andamento, tendo como um dos objetivos o plantio de material resistente às populações do patógeno já presentes no Brasil (BASÍLIO, 2008). Desse modo, os objetivos deste estudo foram avaliar a resposta de mudas de progênies de *Pinus radiata* quanto à resistência ao *Sphaeropsis sapinea* e o nível de controle genético das progênies contra esse patógeno.

MATERIAL E MÉTODOS

Produção de inóculo de *Sphaeropsis sapinea*

Os isolados foram obtidos por isolamento direto, a partir de material doente pela transferência de conídios para meio de cultura. Para o isolamento, cultivo e purificação dos isolados utilizou-se o meio de BDA (extrato comercial de batata, dextrose e ágar, 39 g; água destilada, 1.000 mL). Para a obtenção das culturas monospóricas, fragmentos de micélio-ágar com 5 mm² foram retirados da colônia de cada isolado e colocados em placas de Petri, com meio acícula de pinus-ágar - APA (ágar, 20 g; acículas de *Pinus* esterilizadas, 1 g; água destilada, 1.000 mL) descrito por Auer et al. (2007). As placas foram incubadas sob luz fluorescente, a 25°C, para induzir a produção de picnídios e de conídios (DE WET et al., 2000). Uma suspensão de conídios de 1 mL foi transferida para placas com meio ágar-água - AA (ágar, 20 g; água destilada, 1.000 mL), as quais foram mantidas, por uma noite a 25°C. Dessas placas, os conídios germinados foram transferidos para o meio BDA, a 25°C, por 7 dias. Nesse estudo, foram utilizados os isolados monospóricos SS1.3 (São José do Ouro/RS), SS2.4 (Rancho Queimado/

SC) e SS4.10 (Curitiba/PR), considerados os mais agressivos em um estudo anterior com mudas de *Pinus taeda* (CORRÊA et al., 2011). Todos os isolados estão conservados a -4°C , na coleção do Laboratório de Fitopatologia, Embrapa Florestas.

Condições das mudas e incubação

O ensaio foi realizado em novembro de 2007 em casa de vegetação (túnel plástico transparente) coberta por sombrite, devidamente montada e isolada para este ensaio, no LAMEF-UFPR, Curitiba-PR. Foram utilizadas 512 mudas de *Pinus radiata* com sete meses de idade. As mudas foram formadas com sementes de 16 progênies oriundas de polinização controlada, cedidas pelo ENSIS – CSIRO/SCION, Nova Zelândia.

As mudas foram produzidas em tubetes com capacidade de 280 cm^3 , preenchidos com substrato orgânico comercial feito com casca de *Pinus* compostada e vermiculita. As mudas foram mantidas em regime hídrico com duas aspersões diárias, com 4 minutos de duração cada, uma pela manhã e outra pela tarde. Este regime hídrico foi utilizado por Corrêa et al. (2011) em estudo com *Sphaeropsis sapinea* em *Pinus taeda*.

Inoculação dos isolados de *Sphaeropsis sapinea* em mudas

Os isolados SS1.3, SS2.4 e SS4.10 foram multiplicados em meio AA e retirados discos de micélio-ágar de culturas com crescimento ativo. Para a inoculação, todas as mudas foram previamente feridas com escapelo. Os discos de micélio-ágar foram fixados nos ponteiros das mudas, previamente feridos e, em seguida, envolvidos com fitas adesivas. A testemunha recebeu somente discos de meio AA. As mudas foram mantidas sob regime hídrico, por quatro dias, conforme descrito anteriormente. Após este período, as mudas foram transferidas para as estufas e mantidas por cerca de 10 dias, sob aspersão.

Avaliação da resistência das progênies

A resistência das progênies contra *Sphaeropsis sapinea* foi analisada por meio de dois critérios: tamanho da lesão e secamento do ponteiro. O tamanho da lesão formada nos ponteiros inoculados foi medida com o auxílio de uma régua, a partir do ponto de inoculação, de acordo com Blodgett e Stanosz (1999). O secamento do ponteiro foi determinado através de uma escala de notas de severidade, desenvolvida a partir de trabalho de

Burdon et al. (1982): 0 - sem sintoma da doença; 1 - muda começando a secar o ponteiro; 2 - ponteiro mais seco; 3 - ponteiro seco, mas sem anelamento; 4 - ponteiro seco, com anelamento e 5 - muda morta.

Após a análise da resposta das mudas à inoculação, procedeu-se o reisolamento do patógeno. Os ponteiros das mudas foram retirados, colocados em câmara úmida e incubados por uma semana. A avaliação consistiu na observação, com microscópico estereoscópico, da presença ou não de picnídios de *Sphaeropsis sapinea*. Em caso positivo, lâminas foram montadas para confirmação do patógeno.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 16 progênies, quatro tratamentos (três isolados monospóricos mais uma testemunha), quatro repetições, duas plantas por parcela em arranjo fatorial. Os dados foram transformados para $\sqrt{(x + 0,5)}$. A análise de variância e o teste de Duncan ($P = 0,05$) foram feitos com o auxílio do programa *Statistica* (STATISTICA, VERSION 6, STATSOFT INC.).

Avaliação da herdabilidade das progênies para resistência

A análise da herdabilidade em média de progênies foi baseada no tamanho da lesão e grau de secamento do ponteiro. O coeficiente de herdabilidade foi determinado utilizando-se a fórmula $h_f^2 = \sigma^2m / (\sigma^2m + \sigma^2o/r)$, onde σ^2m = estimativa da variância das progênies, σ^2o = estimativa da variância do resíduo, r = número de repetições do experimento (CRUZ, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Reação das progênies à inoculação dos isolados

As mudas inoculadas com *Sphaeropsis sapinea* desenvolveram lesões típicas de queima e seca de ponteiro e, em casos mais severos, a morte das mudas. As testemunhas não apresentaram sintomas.

Os resultados mostraram que houve variação de agressividade entre os isolados (Tabelas 1 e 2). Segundo Blodgett e Stanosz (1999) existem dois grupos de agressividade, A e B, dentro da espécie *Sphaeropsis sapinea*. Os isolados do grupo A são patogênicos em ponteiros de coníferas, enquanto que os isolados do grupo B são menos agressivos ou não patogênicos. Pelos resultados obtidos neste trabalho, os isolados SS1.3 e SS2 enquadram-se no grupo A e o isolado SS4.10 no grupo B.

TABELA 1: Tamanho da lesão (cm) em mudas de progênie de *Pinus radiata*, após a inoculação de três isolados de *Sphaeropsis sapinea*.TABLE 1: Lesion size (cm) on *Pinus radiata* progenies seedlings after inoculation of three *Sphaeropsis sapinea* isolates.

Progênie	Tamanho da lesão ¹ /isolado			Média
	SS1.3	SS2.4	SS4.10	
1	3,20 Aab	2,09 Aab	0,35 Ba	1,71ab
2	2,20 Aab	1,44 Aab	0,64 Aa	1,37ab
3	2,84 Aab	0,95 ABab	0,41 Ba	1,27ab
4	2,59 Aab	2,73 Aab	0,32 Ba	1,71ab
5	2,22 Aab	2,06 ABab	0,42 Ba	1,47ab
6	2,34 Aab	3,35 Aa	0,0 Ba	1,61ab
7	1,38 Ab	1,50 Aab	0,0 Ba	0,85b
8	4,85 Aa	1,78 Bab	0,85 Ba	2,26 a
9	1,52 Ab	2,29 Aab	0,49 Aa	1,36ab
10	4,02 Aab	0,94 Bab	0,0 Ba	1,30ab
11	3,04 Aab	1,21 ABab	0,42 Ba	1,41ab
12	3,94 Aab	1,88 ABab	0,85 Ba	2,07ab
13	2,24 Aab	1,64 Aab	0,57 Aa	1,42ab
14	2,29 Aab	0,79 ABb	0,32 Ba	1,03ab
15	1,74 Ab	2,23 Aab	0,10 Ba	1,21ab
16	4,92 Aa	1,01 Bab	0,52 Ba	1,82ab
Média	2,75 A	1,69 B	0,37 C	

Em que: Médias seguidas por letras iguais maiúsculas dentro de linha e minúsculas dentro da coluna não apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Duncan (P = 0,05). CV = 32,5 %. ¹Cada valor é média de 8 plantas.

TABELA 2: Secamento de ponteiros em mudas de progênie de *Pinus radiata*, após inoculação de três isolados de *Sphaeropsis sapinea*.TABLE 2: Tip blight on *Pinus radiata* progenies seedlings after inoculation of three *Sphaeropsis sapinea* isolates.

Progênie	Grau de secamento ¹ /isolado			Média
	SS1.3	SS2.4	SS4.10	
1	2,86 Aab	1,98 Aa	0,19 Ba	1,50 a
2	1,82 Aab	1,34 Aa	0,41 Aa	1,13 a
3	2,19 Aab	0,57 Ba	0,32 Ba	0,93 a
4	1,95 Aab	1,61 Aa	0,22 Ba	1,16 a
5	1,48 Aab	1,24 Aa	0,52 Aa	1,05 a
6	2,49 Aab	1,57 Aa	0,0 Ba	1,11 a
7	1,13 ABb	1,76 Aa	0,0 Ba	0,85 a
8	3,73 Aa	1,35 Ba	0,91 Ba	1,85 a
9	1,16 Ab	2,17 Aa	0,57 Aa	1,24 a
10	2,57 Aab	0,61 Ba	0,0 Ba	0,87 a
11	1,86 Aab	1,20 Aa	0,42 Aa	1,11 a
12	3,32 Aab	1,91 Aba	0,85 Ba	1,92 a
13	2,53 Aab	1,26 Aba	0,69 Ba	1,42 a
14	2,02 Aab	0,89 Aba	0,32 Ba	1,00 a
15	2,18 Aab	1,44 Aa	0,10 Ba	1,11 a
16	3,84 Aa	0,52 Ba	0,69 Ba	1,45 a
Média	2,27 A	1,30 B	0,36 C	

Em que: Médias seguidas por letras iguais maiúsculas dentro de linha e minúsculas dentro da coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Duncan (P = 0,05). CV = 31,8 %. ¹Cada valor é média de 8 plantas. O grau de secamento do ponteiro foi avaliado com uma escala de notas de severidade onde: 0 - sem sintoma da doença; 1 - muda começando a secar o ponteiro; 2 - ponteiro mais seco; 3 - ponteiro seco, mas sem anelamento; 4 - ponteiro seco, com anelamento e 5 - muda morta.

Com relação à reação das progênies ao *Sphaeropsis sapinea*, os resultados mostraram que quando um isolado provocava lesões extensas ou secamento de ponteiro em uma progênie, esta tendência era mantida com todas as outras. Em função deste comportamento, a análise estatística revelou que não houve interação significativa entre as progênies e os isolados.

O isolado SS1.3 foi significativamente mais agressivo, tanto para o critério tamanho de lesões, como para grau de secamento de ponteiros, enquanto que o isolado SS4.10 foi o menos agressivo (Tabelas 1 e 2).

A metodologia de seleção precoce, empregada neste trabalho, mostrou-se adequada para estudos de resistência. Swart e Wingfield (1991), trabalhando com o patossistema *Pinus* × *Sphaeropsis sapinea*, validaram os resultados obtidos em casa de vegetação no campo. Em trabalho semelhante, Blodgett e Stanosz (1999) inocularam artificialmente, em casa de vegetação, mudas de vários hospedeiros de *Sphaeropsis sapinea* e os resultados mostraram que a incidência de sintomas da doença variou de acordo com o morfotipo inoculado, com os diferentes hospedeiros e entre as espécies dos hospedeiros. Estes autores afirmaram que a inoculação de mudas, em casa de vegetação, usando metodologia padronizada, é um método eficiente para a comparação de agressividade entre os isolados e para avaliar a suscetibilidade de hospedeiros e espécies.

Avaliação da resistência das progênies e herdabilidade

Na análise do tamanho da lesão (Tabela 1), as progênies 7, 9 e 15 foram consideradas mais resistentes ao isolado SS1.3, por apresentarem tamanho significativamente menor que a pior progênie. A progênie 14 foi considerada resistente ao isolado SS2.4, por apresentar tamanho significativamente menor que a pior progênie. As

progênies não apresentaram diferenças significativas para tamanho de lesão ao isolado SS4.10.

Na análise do secamento de ponteiros (Tabela 2), as progênies 7 e 9 foram consideradas mais resistentes ao isolado SS1.3, por apresentarem grau de secamento significativamente menor que a pior progênie. Para os isolados SS2.4 e SS4.10, não houve diferença significativa nos resultados encontrados.

Os resultados revelaram, também, que existe variação significativa entre as progênies com relação à resistência ao *Sphaeropsis sapinea* de acordo com o isolado testado.

Alguns trabalhos para seleção de material resistente ao fungo *Sphaeropsis sapinea* foram realizados desde a década de 1980. Burdon et al. (1982) inocularam artificialmente 100 mudas de *Pinus radiata*, oriundas de sementes colhidas de árvores aparentemente resistentes, localizadas em um povoamento atacado pelo fungo *Sphaeropsis sapinea*. Ao mesmo tempo, foram inoculadas outras 300 mudas, oriundas de povoamento com histórico de plantas jovens atacadas pelo *Sphaeropsis sapinea* e de povoamento sem histórico da doença, como controle. Os resultados deste experimento mostraram que existem diferenças individuais na resposta ao *Sphaeropsis sapinea* pelo hospedeiro e que estas diferenças eram herdáveis e aditivas.

Quanto à herdabilidade das progênies, o maior coeficiente, em relação ao tamanho da lesão, foi obtido com o isolado SS1.3, enquanto que, para grau de secamento de ponteiros, o maior coeficiente foi obtido com o isolado SS2.4 (Tabela 3). O isolado SS4.10 não apresentou diferença significativa nos resultados. Na avaliação, encontrou-se um coeficiente médio de 0,336 para tamanho de lesão e um coeficiente médio de 0,256 para secamento de ponteiro. Estes valores são considerados adequados para seleção de material resistente e indicaram que as características são herdáveis (RESENDE, 2002).

TABELA 3: Coeficiente médio de herdabilidade para comprimento de lesão e secamento de ponteiro produzidos em mudas de progênies de *Pinus radiata*, após a inoculação de três isolados de *Sphaeropsis sapinea*.

TABLE 3: Average heritability coefficient for lesion length and tip blight on *Pinus radiata* progenies seedlings after inoculation of three *Sphaeropsis sapinea* isolates.

Parâmetro	Isolado		
	SS1.3	SS2.4	SS4.10
Tamanho de lesão	0,336	0,081	0,000
Secamento de ponteiro	0,039	0,256	0,026

Avaliando-se o tamanho de lesão e secamento de ponteiros das mudas de *Pinus radiata*, as progênies mais resistentes ao isolado mais agressivo SS1.3 foram 7 e 9. A esse respeito, seria interessante o cruzamento das progênies resistentes, conforme recomendado por Burdon et al. (1982), para se atingir melhores resultados contra *Sphaeropsis sapinea*.

Os resultados indicaram que a seleção de material resistente para *Sphaeropsis sapinea* deve ser baseada em vários isolados. A seleção precoce, desenvolvida neste estudo, mostrou a existência de progênies resistentes de *Pinus radiata*. Etapas futuras de melhoramento deverão envolver a montagem de um jardim clonal visando à produção massal de material vegetativo, para testes clonais e de progênies no campo. Em geral, as espécies de *Pinus* são consideradas difíceis de enraizar, quando originadas de estaquias. No entanto, os estudos realizados com *Pinus radiata*, desde a década de 1930, mostraram que as estaquias retiradas de árvores jovens, principalmente aquelas com menos de 10 anos de idade, são muito fáceis de enraizar e propagar, tornando realidade o estabelecimento, em grande escala, de plantações clonais dessa espécie florestal (CAMERON, 1968; FURLAN et al., 2007). Isto significa que o material selecionado permitirá que os ganhos de seleção, em crescimento e de resistência a esse patógeno, sejam fixados em clones disponíveis para os novos plantios comerciais clonais.

CONCLUSÕES

A metodologia de seleção precoce em mudas possibilitou a seleção de progênies resistentes a *Sphaeropsis sapinea*. As progênies 7 e 9 foram consideradas mais resistentes a *Sphaeropsis sapinea*.

A herdabilidade média das progênies variou de acordo com o isolado testado e o critério de seleção. Para tamanho de lesão, o maior coeficiente de herdabilidade média, entre as progênies, foi obtido com o isolado SS1.3 (0,336). Para grau de secamento de ponteiro, o maior coeficiente foi obtido com o isolado SS2.4 (0,256).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF. 2010.** Ano Base 2009. Brasília, 2010. 140 p.
- AUER, C. G. et al. **Doenças em *Pinus*: identificação e controle.** Colombo: Embrapa Florestas, 2001.28 p. (Circular Técnica, 48).
- AUER, C. G. et al. Doenças presentes em pinus. **Revista da Madeira**, Curitiba, v. 16, n. 99, p.78-80, 2006.
- AUER, C. G. et al. Metodologia para esporulação e produção de culturas monospóricas de *Sphaeropsis sapinea*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 54, p. 145-147, 2007.
- BASÍLIO, P. R. R. C. **Caracterização de isolados de *Sphaeropsis sapinea* e avaliação da resistência em progênies de *Pinus radiata*.** 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- BLODGETT, J. T.; BONELLO, P. The aggressiveness of *Sphaeropsis sapinea* on Austrian pine varies with isolate group and site of infection. **Forest Pathology**, Berlin, v. 33, n.1, p.15-19, 2003.
- 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.
- BURDON, R. D. et al. Responses to inoculation with *Diplodia pinea* in progenies of apparently resistant trees of *Pinus radiata*. **Australian Journal of Plant Pathology**, Melbourne, v.11, n. 4, p.37-39, 1982.
- CAMERON, R. J. The propagation of *Pinus radiata* by cuttings: influences affecting the rooting of cuttings. **New Zealand Journal of Forestry**, Rotorua, v. 13, n.1, p.78-89, 1968.
- CORRÊA, P. R. R. et al. Metodologia de avaliação da agressividade de isolados de *Sphaeropsis sapinea* em *Pinus taeda*. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 2, p. 347-354, jun. 2011. (no prelo)
- CRUZ, C. D. **Princípios de Genética Quantitativa.** Viçosa: UFV, 2005. 394 p.
- DE WET, J. et al. Characterization of *Sphaeropsis sapinea* isolates from South Africa, Mexico and Indonesia. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 84, n. 2, p. 151-156, 2000.
- FURLAN, R. A. et al. Estrutura genética de populações de melhoramento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* por meio de marcadores microsatélites. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p.553-563, 2007.
- NEW ZEALAND TRADE AND ENTERPRISE - **Chile Country Brief.** 2005. Disponível em: <(http://: www.p4.cl/nz/pdf/chile-cb.pdf)>. Acesso em: 20 de dezembro de 2010.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002,

975 p.

SHIMIZU, J. Y. ***Pinus na silvicultura brasileira***. Colombo: Embrapa Florestas. 2008. 223 p.

STANOSZ, G. R. **Evaluation, distribution and structure of epidemic populations of *Sphaeropsis sapinea***. Project NC-EM-03-04. Disponível em: <(http://fhm.fs.fed.us/em/funded/04/eval_sphaeropsis_sapinea.pdf)> Acesso em: 25 de fevereiro de 2011.

SWART, W. J.; WINGFIELD, M. J. Biology and

control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa. **Plant Disease**, St. Paul, v.75, n. 8, p.761-766, 1991.

TORO, J.; GESSEL, S.P. Radiata pine plantations in Chile. **New Forests**, Dordrecht, v. 18, n. 1, p. 33-44, 1999.

TURNER, J.; LAMBERT, M. J. Nutrition and nutritional relationships of *Pinus radiata*. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.17, n.11 p. 325-350, Nov. 1986.