

Estimativas De Parâmetros Genéticos em Progênes de Meios-irmãos de *Pinus elliottii* para a Produção De Madeira

Wanderley dos Santos¹, Ananda Virginia de Aguiar², Marina Gilaverte³, Jarbas Y. Shimizu⁴, Valderês Aparecida Sousa⁵, Mario Luis Teixeira Moraes⁶, Nara Fernandes Moura⁷, Juliana Prado Moreira⁸, Camila Regina Silva Baleroni Recco⁹

Resumo

O trabalho foi realizado com o objetivo de estimar parâmetros genéticos visando à seleção de matrizes de *Pinus elliottii* para programa de melhoramento genético para a produção de madeira. Foram utilizadas sementes de 74 progênes (28 da procedência de Capão Bonito-SP, 33 de Itapetininga-SP, sete de Buri-SP e seis de Teixeira Soares-PR. O teste de progênes foi implantando em abril de 2009 em Ribeirão Branco, SP. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos completos ao acaso composto por 75 tratamentos (74 progênes de polinização aberta e uma testemunha comercial) em 40 blocos com uma planta por parcela (*single tree plot*), no espaçamento de 3 m x 3 m. As análises das variáveis quantitativas foram conduzidas com o software Selegen - REML/BLUP, sendo que os caracteres avaliados a circunferência à altura do peito (CAP) e a altura total. À partir desses dados calculou-se o diâmetro a altura do peito (DAP) e o volume cilíndrico. As análises determinaram deviance significativas entre as progênes para os caracteres de crescimento em nível de 1 % de probabilidade. O coeficiente de variação genética entre progênes (CV_{gp}) foi médio para os caracteres DAP (3,57 %) e para altura de plantas (3,67 %), e relativamente alto para volume (9,53 %). A variação genética encontrada para os caracteres indica alto potencial para obtenção de progênes mais produtivas em madeira. A herdabilidade da média de progênie foi alta o para todos os caracteres avaliados, indicando possíveis ganhos genéticos com aplicação de diferentes métodos de seleção.

Introdução

O *Pinus* é o segundo gênero de maior importância econômica para o setor florestal no Brasil sendo superado apenas pelo *Eucalyptus*. Sua matéria-prima é usada para abastecer indústrias de papel, celulose, resina e madeira (Missio et al. 2004). Dentre as espécies desse gênero, *Pinus elliottii*, introduzida no Brasil na década de 40, apresentando grande potencial para suprir a demanda por madeira para as mais diversas finalidades. Nativa do sudeste dos EUA, essa espécie é amplamente cultivada em plantações subtropicais do Brasil, Índia e China (Rodrigues 2008).

O principal uso de *P. elliottii* no Brasil é para a produção de madeira visando o processamento mecânico e a extração de resina (Balloni 2009). Embora essa espécie não seja a mais produtiva em volume, produz madeira de boa qualidade física e mecânica. A produção se inicia aos sete ou oito anos fornecendo madeira para processamento e uso em estruturas, marcenaria, embalagens e construção civil. Apresenta ainda boa adaptabilidade às várias condições ambientais, incluindo solos rasos e pedregosos, encharcados e sujeitos a inundações periódicas, é tolerante às geadas, produz poucos ramos o que implica em maior produção de madeira *clean* (livre de nós) além de ser pouco atacada pela vespa-da-madeira (Aguiar et al. 2011, Shimizu 2008). Trabalhos de melhoramento genético têm indicado a possibilidade do incremento da densidade da

¹ Mestrando em Agronomia UENESP, Universidade Estadual Paulista, Campus Ilha Solteira, Melhoramento Genético Vegetal e propagação de plantas, e-mail: wanderley.dossantos@hotmail.com;

² Pesquisadora da Embrapa Floresta – Estrada Ribeira, Km 111, CEP 83411-000, Colombo/PR, Brasil. e-mail: ananda-virginia.aguiar@embrapa.br;

³ Graduanda em Engenharia Florestal; estagiária Embrapa Florestas; marinagilaverte@gmail.com;

^{4,5} Pesquisadora da Embrapa Floresta – Estrada Ribeira, Km 111, CEP 83411-000, Colombo/PR, Brasil. e-mail: valderes.sousa@embrapa.br;

⁶ Professor Doutor da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira/SP, Brasil e-mail: teixeira@agr.feis.unesp.br;

⁷ Doutora pela Universidade Federal de Goiás; naramf2001@yahoo.com.br;

⁸ Doutoranda da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira/SP, Brasil. e-mail: julianapmbio@yahoo.com.br; ⁹ Professora Doutora-Cordenadora do curso Biotecnologia e Agronomia das Faculdades Integradas Stella Maris de Andradina/SP-. e-mail: milbaleroni@ig.com.br

madeira juvenil com a seleção de matrizes, já que variações genéticas significativas têm sido relatadas entre progênies para os caracteres de crescimento e também para produção de resina (Shimizu 2008, Sebbenn et al. 1994, Zheng et al. 1994, Gurgel Garrido et al. 1996). O objetivo deste estudo é estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento em um teste de progênies de *Pinus elliottii* na região de Itapeva, SP.

Material e Métodos

As sementes utilizadas para a implantação do teste de progênies são procedentes de um pomar clonal implantando em Colombo, PR (latitude 25° 17' 30" S; longitude 49° 13' 27" W), à altitude de 1.027 m. Este pomar é composto por matrizes selecionadas de quatro povoamentos florestais, três no estado de São Paulo (Itapetininga, Buri e Capão Bonito), e um no estado do Paraná no município de Teixeira Soares.

Sementes de 74 progênies foram coletadas no pomar (28 da procedência de Capão Bonito, 33 de Itapetininga, sete de Buri e seis de Teixeira Soares). Estas foram armazenadas em câmara fria a -5 °C, até o momento de semeadura em viveiro. O teste de progênies foi então implantando em abril de 2009 em Ribeirão Branco, SP, à latitude 24° 13' 15" S e longitude 48° 45' 56" W e altitude de 875 m. A região apresenta clima subtropical, com relevo acidentado e montanhoso. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos completos ao acaso compostos por 75 tratamentos (74 progênies de polinização aberta e uma testemunha comercial) em 40 blocos com uma planta por parcela (*single tree plot*), no espaçamento de 3 m x 3 m.

Em abril de 2013, os caracteres de crescimento, circunferência à altura do peito (CAP (cm)) e a altura total (h (m)), foram mensurados. A partir desses dados calculou-se o diâmetro a altura do peito (DAP (cm)) e o volume cilíndrico (m³/arv).

As variáveis quantitativas foram analisadas com base nos procedimentos genéticos estatísticos do software Selegen - REML/BLUP (Resende, 2007). Este modelo é empregado para avaliação de progênies de meios irmãos (ou polinização aberta em espécies alógamas) com uma observação por parcela, em um local e em uma colheita dispostos em blocos completos. Esse modelo é representado pela equação $y = Xr + Za + e$, em que 'y' é o vetor de dados, 'r' é o vetor dos efeitos de repetição somados à média geral, 'a' é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais e 'e' é o vetor de erros ou resíduos. As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Resultados e Discussão

A análise de deviance revelou diferenças altamente significativas entre as progênies para os caracteres de crescimento em nível de 1 % de probabilidade. Tais resultados indicam a possibilidade de progênies e/ou indivíduos apresentar desempenho em crescimento superiores às demais. Variação genética significativa entre progênies de *P. elliottii* para caracteres de crescimento e produção de resina tem sido observadas em diversos trabalhos (Barret, 1963; Barret e Bengtson, 1964; Squillace, 1965; Squillace and Gansel 1968; Romanelli, 1988; Gurgel Garrido and Kageyama, 1993).

O coeficiente de variação genética entre progênies (CV_{gp}) foi médio para os caracteres DAP (3,57 %) e para altura de plantas (3,67 %), e relativamente alto para volume (9,53 %). A variação genética encontrada para os caracteres indica alto potencial para obtenção de progênies mais produtivas em madeira. Os altos valores para acurácia da seleção de progênie ($R^2_{g|a}$) confirmam a precisão na predição dos valores genéticos para os caracteres de crescimento.

Os valores de herdabilidade em nível de plantas individuais variaram de 0,35 a 0,46 para DAP e altura, respectivamente. Hodge e White (1992) estimaram o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito para DAP e volume para *Pinus elliottii* aos cinco, 10 e 15 anos de idade, e encontraram baixos valores, principalmente, nos primeiros anos 0,08 a 0,16, respectivamente. Pswarayi et al. (1996) estimaram a herdabilidade para DAP e volume em *P. elliotti* aos 5, 8 e 15 anos de idade (0,35 DAP, 0,35 volume), com 5 anos (0,42 DAP, 0,42 volume) e aos 15 anos (0,31 DAP, 0,31 volume, 0,36 para densidade básica de madeira). Zobel (1961), estudando *P. elliottii* aos 5 e 14 anos estimou valores entre 0,46 a 0,73.

A herdabilidade da média de progênie gerou valores consideravelmente altos para todos os caracteres avaliados indicando que ganhos genéticos poderão ser obtidos com aplicação de diferentes métodos de seleção, principalmente, em nível individual e de progênies. Existe, portanto, variações genéticas significativas entre

progênies de *P. elliottii* para os caracteres de crescimento.

Os altos valores para os coeficientes de herdabilidades confirmam a probabilidade de ganhos genéticos com a seleção.

Tabela 1: Estimativa de parâmetros genéticos para os caracteres DAP, altura e volume em progênies de *Pinus elliottii*, aos 4 anos de idade em Ribeirão Branco, SP.

Parâmetros	Altura (m)	DAP (cm)	Volume (m ³ /arv)
\hat{h}_a^2	0,46 +- 0,071	0,35 +- 0,06	0,41+- 0,07
\hat{h}_{mp}^2	0,84	0,90	0,82
$r_{\hat{a}}^2$	0,92	0,89	0,91
\hat{h}_{ad}^2	0,39	0,29	0,34
CV _{gi} %	7,34	7,14	19,06
CV _{gp} %	3,67	3,57	9,53
CV _e %	10,22	11,46	28,29
CV _r	0,36	0,31	0,34
Média geral	5,69	10,77	0,02
LRT	215,33**	150,10**	184,44**

Qui-quadrado tabelado: 3,84 e 6,63 para os níveis de significância de 5 % e 1 %, respectivamente. \hat{h}_a^2 : herdabilidade individual no sentido restrito, \hat{h}_{mp}^2 : herdabilidade da média de progênie, \hat{h}_{ad}^2 : herdabilidade aditiva dentro de progênie, $r_{\hat{a}}^2$: acurácia da seleção de progênie, CV_{gi} % : coeficiente de variação genética aditiva individual, CV_{gp} % coeficiente de variação genética entre progênies, CV_e % : coeficiente de variação residual, CV_r : coeficiente de variação relativa, LRT: Teste da razão verossimilhança.

Agradecimentos

Aos técnicos e assistentes da Embrapa Florestas pelo apoio na avaliação do experimento, e à Empresa Pinara pelo apoio na implantação, manutenção e avaliação do teste de progênies e pela contribuição financeira em outras atividades de pesquisa.

Referências

- Aguiar AV et al. (2011) Variação genética em progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* em Barra Velha, SC. **Anais...Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas** em, 6. Búzios, Rio de Janeiro.
- Balloni CJV (2009) **Caracterização Física e Química da Madeira de *Pinus elliottii***. Disponível em: <http://www.ifufrj.br/biolig/art_citados/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20f%C3%ADsica%20e%20qu%C3%ADmica%20da%20madeira%20de%20Pinus%20elliottii.pdf> Acesso em: 04 maio 2013.
- Barret JP (1963). Slash pine gum flow unaffected by seed origin. *Forest & People*, Tjele, v. 13, p. 18-19.
- Barret JP and Bengtson GW (1964). Oleoresin yields for slash pines from seven seed sources. **Forest Science**, Bethesda, v. 10, p. 159-163.
- Einspahr W, et al. (1964) Slash pine, wood and fiber property heritability study. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.13, n.4, 103-109.
- Gurgel Garrido LMA et al. (1996) Variabilidade genética de produção de resina, DAP e altura em *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis*. **Barr. et Golf. Rev. Inst. Flor.**, v. 8, p. 89-98.
- Gurgel Garrido LMA and Kageyama PY (1993). Evolução, com a idade, de parâmetros genéticos de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm., selecionado para a produção de resina. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 5, p 21-37.
- Hodge GR and White TL (1992) Genetic parameter estimates for growth traits at different ages in slash pine and some implications for breeding. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.41, n.4-5, p. 252-262.
- Missio RF, et al. (2004) Seleção simultânea de caracteres em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66,p. 161-166.

- Pswarayi IZ et al. (1996) Genetic parameter estimates for production and quality traits of *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliotti* in Zimbabwe. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.45, n.4, p.216- 222.
- Resende M DV (2002). Software SELEGEM-REML/BLUP. Colombo: EmbrapaFlorestas. 67 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 77).
- Rodrigues KCS (2008) Resina de Pinus no Sul do Brasil: Caracterização e Perspectivas. **Revista Madeira**, n. 116. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1317&subject=Resina> Acesso em: 04 maio 2013.
- Romanelli RC (1988). Variabilidade genética para produção de resina associada às características de crescimento em uma população de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. na região de Itapetininga-SP. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Sebbenn AM et al. (1994) Variação genética em progênies de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor.var. *bahamensis* Bar. et. Gol. na Região de Bebedouro, SP. **Rev. Inst. Flor.**, v. 6, p. 63-73.
- Shimizu JY (2008) Introdução. In: Shimizu JY (Ed.). **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas. p. 15-16.
- Squillace A E (1965). Combining superior grown and timber quality with gum yield in slash pine. In: SOUTHERN CONFERENCE ON FOREST TREE IMPROVEMENT, 8. Savannah, Proceedings... Savannah: Georgia Forest Resources Council, 1965. p. 73-76.
- Squillace A E and Gansel C R (1968). Assessing the potential oleoresin yields in slash pine progenies at juvenile ages. Asheville: United States Department of Agriculture, **Forest Service**, Southeastern Forest Experiment Station, 4 p. (Research Paper SE, 95)
- Zheng Y, et al. (1994) Provenance variation and genetic parameters in a trial of *Pinus caribaea* var. *bahamensis* Barr. and Golf. **Forest Genetics**, v. 1, n. 3, p. 167-174.
- Zobel BJ (1961) Inheritance of wood properties in conifers. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.10, n.3, p.67-70.