

VARIAÇÃO GENÉTICA PARA CARACTERES SILVICULTURAIS EM PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE *Astronium graveolens* Jacq. (ANACARDIACEAE)

Daniela Araújo¹, Alexandre Magno Sebbenn², Antonio Carlos Scatena Zanatto², Marcelo Zanata², Euripedes Morais², Mário Luiz Teixeira de Moraes¹, Miguel Luiz Menezes Freitas^{2*}

*Autor para correspondência: miguelmfreitas@yahoo.com.br

RESUMO: O estudo avaliou a variação genética para os caracteres silviculturais em um teste de progênies de polinização aberta de *Astronium graveolens* Jacq., estabelecido na Estação Experimental de Luiz Antônio (SP). O teste foi instalado no delineamento experimental de blocos casualizados, com seis repetições, 23 progênies e cinco plantas por parcela. O ensaio foi mensurado para os caracteres diâmetro a altura do peito (DAP), altura total e forma do tronco aos 19 anos de idade. Pela análise de variância não foram detectadas diferenças significativas entre progênies para todos os caracteres, sugerindo que a população tem baixa variação genética e, portanto baixa possibilidade de melhoramento genético pela seleção entre progênies. Os coeficientes de variação genética foram relativamente moderados para os caracteres altura (8,2%) e forma do fuste (4,0%) e alto para DAP (21,2%). Contudo, o coeficiente de herdabilidade entre médias de progênie foi baixo para os caracteres (variando de 0,02 a 0,15), confirmando a baixa possibilidade de sucesso no melhoramento genético desta população pela seleção entre progênies.

Palavras-chave: Espécies arbóreas tropicais, genética quantitativa, variabilidade genética.

GENETIC VARIATION FOR SILVICULTURAL TRAITS IN OPEN-POLLINATED PROGENIES OF *Astronium graveolens* Jacq. (ANACARDIACEAE)

ABSTRACT: This study has investigated the genetic variation for silvicultural traits in an open-pollinated progeny test of *Astronium graveolens* Jacq., established at Luiz Antônio Experimental Station (State of São Paulo, Brazil). The trial was planted in a random block experimental design, containing 23 families, six replications and five plants per plot. The traits measured were diameter at breast height (DBH), total height and stem form. The assessments were taken at the age of 19 years. Significant differences were not detected by the analysis of variance, suggesting that the genetic variation was low, as well as the probability to raising genetic gains through selection among progenies. The coefficient of genetic variation was moderate for the traits height (8.2%) and DBH (21.2%) and low to stem form (4.0%). However, the average coefficient of heritability among progenies was low for all studied traits (ranging from 0.02 to 0.15), confirming the low probability of genetic improvement of this population by selection among progenies.

Key words: Genetic variability; quantitative genetics; tropical tree species.

1 INTRODUÇÃO

As Florestas Tropicais podem ser consideradas mosaicos dinâmicos de vegetação, influenciados por diferentes condições abióticas e bióticas que atuam na dinâmica de populações, impondo mudanças no número de plantas no tempo e no espaço (MARTINEZ-RAMOS et al. 1989). Tais florestas se caracterizam pela alta diversidade de espécies arbóreas, sendo que a grande maioria das espécies apresenta baixa densidade populacional (HUBBELL & FOSTER 1983). Contudo, devido ao avançado estado de fragmentação das florestas tropicais, em especial no Brasil, são necessários programas para conservar estas espécies ex situ, em bancos de germoplasmas estabelecidos em forma de testes de procedências e progênies. O estabelecimento

de bancos de conservação ex situ em forma de testes de procedências e progênies tem a vantagem de que quando as árvores conservadas entrarem em fase reprodutiva, é possível realizar um corte seletivo entre e dentro de procedências e progênies e produzir sementes com alta variabilidade genética (KAGEYAMA 1987).

Astronium graveolens Jacq. (Anacardiaceae), conhecida como Guarita, é uma árvore tropical de dossel de 15 a 25 m de altura, com diâmetro máximo de 40 a 60 cm (LORENZI 1998). É uma espécie decídua, heliófila, ocorre em floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa, do sul da Bahia ao Rio Grande do Sul (Lorenzi, 1998). Segundo Dias et al. (2002), *Astronium graveolens* está entre as dez espécies mais bem posicionadas em índice de valor de importância no Baixo Tibagi, Paraná, sendo

¹ Universidade Estadual Paulista - Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

² Instituto Florestal de São Paulo - São Paulo, São Paulo, Brasil

assim, uma das espécies mais importantes na caracterização das florestas ciliares da bacia desse Rio (LORENZI 1998). Segundo Lorenzi (1998), a importância econômica dessa espécie é especialmente representada pelo uso da madeira nobre, que possui densidade alta (0,97 g/cm³), apresenta elevada dureza ao corte e com grande resistência a esforços de flexão e choques, tendo o seu uso apropriado na construção civil, obtenção de lenha e carvão, medicinal e paisagismo. Embora a espécie apresente grande utilidade para a produção de madeira nobre, praticamente nada se conhece sobre os níveis de diversidade e variação genética entre e dentro de populações e nenhum programa de melhoramento genético vem sendo desenvolvido com a espécie. Contudo, um programa para conservar algumas poucas populações da espécie está sendo desenvolvido no Instituto Florestal de São Paulo (SEBBENN et al. 2001). Este programa visa a conservação de populações em forma de testes de procedências e de progênies, de maneira que a ancestralidade do material é preservada e os testes podem ser utilizados para monitorar a variação genética no tempo e o controle genético de caracteres de interesse econômico, a partir da estimativa de parâmetros genéticos de caracteres quantitativos.

Dentre os métodos usados para estimar parâmetros genéticos, existe o dos mínimos quadrados e máxima verossimilhança. Contudo, em espécies florestais, nas quais muitas vezes se trabalha com ensaios desbalanceados, devido, por exemplo, à mortalidade nos experimentos, a estimativa de parâmetros genéticos pela metodologia REML/BLUP tem sido destacada pela precisão que confere às estimativas obtidas (RESENDE & FERNANDES 1999; RESENDE & DIAS 2000; RESENDE 2002b; COSTA et al. 2002; COSTA et al. 2005; MISSIO et al. 2005). Tal metodologia tem sido aplicada com sucesso no melhoramento de frutíferas no Brasil, especialmente em espécies como *Bactris gasipaes* (FARIAS NETO & RESENDE 2001), *Malpighia glabra* (PAIVA et al. 2002), *Theobroma cacao* (RESENDE & DIAS 2000), *Hevea brasiliensis* (COSTA et al. 2000) e *Ilex paraguariensis* (RESENDE et al. 1996).

Os objetivos do presente trabalho foram estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento e forma do fuste em progênies de polinização aberta de uma população de *Astronium graveolens* Jacq.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostragem e Delineamento Experimental

Para a instalação do teste de progênies, em 1989 foram coletadas sementes de polinização aberta de 23 árvores matrizes de uma população natural de *Astronium graveolens* Jacq., em Bauru, Estado de São Paulo. O experimento foi instalado no ano de 1990, na Estação Experimental de Luiz Antônio-SP, do Instituto Florestal de São Paulo, localizada nas coordenadas 21°40' S, 47°49' W e altitude de 550 m acima do nível do mar. Clima da estação experimental é tropical (Cwa), com temperatura média anual do mês mais quente de 22,7° C, e do mês mais frio de 17,2° C, inverno seco e precipitação média anual de 1.280 mm. O relevo do local é plano com inclinação em torno de 5% e solo do tipo Latossolo Roxo. O teste foi instalado no delineamento experimental de blocos casualizados, com seis repetições, 23 progênies e cinco plantas por parcela. O espaçamento utilizado foi o de 3 x 3 m. Também foi adotada uma bordadura externa de duas linhas da mesma espécie. Para este estudo, o ensaio foi mensurado aos 19 anos de idade para os caracteres diâmetro a altura do peito (DAP), altura total e forma do tronco, conforme Figura 1.

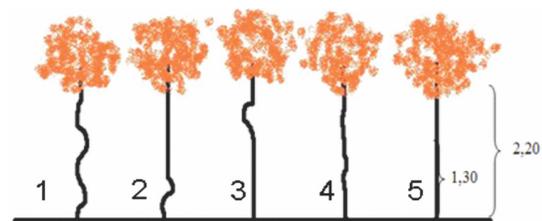


Figura 1 - Escala de notas para Retidão (forma do fuste), considerando um fuste de 2,20 m: 1: Tortuosidade acentuada em toda extensão; 2: Tortuosidade acentuada abaixo de 1,30 m; 3: Tortuosidade acentuada acima de 1,30 m; 4: Leve tortuosidade em toda extensão; 5: Sem tortuosidade.

Figure 1 - Scale for stem form, assuming a stem of 2.20 m: 1: Tortuosity sharp throughout length; 2: Tortuosity sharply below 1.30 m; 3: Tortuosity sharply above 1.30 m; 4: Slight tortuosity to the fullest extend; 5: No tortuosity.

2.2 Análise estatística

A análise de variância para detectar diferenças entre as progênies pelo teste F foi realizada empregando-se o programa computacional genético-estatístico SELEGEN-REML/BLUP (RESENDE, 2002b), utilizando o método de REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor

predição linear não viciada). A utilização do método REML para estimar os componentes da variância, deve-se ao desbalanceamento experimental em termos do número desigual de árvores sobreviventes por parcelas. Os valores perdidos foram estimados, e os componentes da variância foram ajustados para estes. Das análises de variância, foram estimados os componentes σ_p^2 : variância genética entre progênies, σ_e^2 : variância devido à interação entre progênies e repetições (ambiental), σ_d^2 : variância fenotípica dentro de progênies e σ_F^2 : variância fenotípica total ($\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2$).

As definições e cálculos dos coeficientes de herdabilidade e coeficiente de variação genética seguiram Resende (2002b). Os parâmetros genéticos estimados foram a herdabilidade entre médias de progênies (h_m^2):

$$h_m^2 = \frac{\left(\frac{1}{4}\right) \cdot \hat{\sigma}_a^2}{\left(\frac{1}{4}\right) \cdot \hat{\sigma}_a^2 + \frac{\hat{\sigma}_c^2}{r} + \frac{(0,75 \cdot \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2)}{n \cdot r}}$$

e o coeficiente de variação genética (CV_g):

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\hat{m}} \cdot 100$$

sendo \hat{m} a estimativa da média do caráter.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias para os caracteres de crescimento (DAP = 6,03 cm e altura = 9,34 m; Tabela 1) são relativamente baixas em relação à maioria de outros trabalhos encontrados na literatura, reportando tais estimativas em testes de progênies de espécies arbóreas no estado de São Paulo (*Gallesia integrifolia* com DAP = 21,9 cm e altura = 13,6 m, aos 20 anos de idade, FREITAS et al. 2008; *Balfourodendron riedelianum* com DAP = 20,9 cm e altura = 15,2 m, aos 21 anos de idade, SEBBENN et al. 2007; *Myracrodruon urundeuva* com DAP = 13,1 cm e altura = 11,5 m, aos 17 anos de idade, FREITAS et al. 2007). A baixa taxa de crescimento em comparação a estes estudos é aparentemente uma característica intrínseca da espécie. Espécies que apresentam madeira de alta densidade básica tendem a crescer mais lentamente do que espécies com madeira de baixa densidade básica. Por exemplo, *Myracrodruon urundeuva* apresenta também madeira com alta densidade básica (0,75 g.cm-3) e sua taxa de crescimento é igualmente baixa (TUNG et al. 2011). A baixa taxa de crescimento pode ser também consequência

da falta de adaptação da população às condições ambientais do local de ensaio, visto que a procedência não é local, mas sim de outra região do estado, Bauru.

Tabela 1 - Estimativas da média (\hat{m}), coeficiente de variação experimental (CV_e); teste-F (F) e da correlação devida ao ambiente comum da parcela (\hat{C}^2) para os caracteres silviculturais: altura total (m), diâmetro à altura do peito (DAP) (cm) e forma do fuste de teste de progênies de *Astronium graveolens*, aos 19 anos de idade, em Luiz Antônio, SP.

Table 1 - Estimates of average (\hat{m}), experimental variation coefficient (CV_e); test F (F) and correlation due the common environmental of the plot (\hat{C}^2) for silvicultural traits: total height (m), diameter at breast height (DBH) (cm) and stem form in a progeny-test of *Astronium graveolens*, at 19 years of age, in Luiz Antônio, SP.

Caracteres	\hat{m}	CV_e (%)	F	\hat{C}^2
Altura (m)	9,34	38,6	1,27 ns	0,21
DAP (cm)	6,03	29,5	1,78 ns	0,13
Forma	3,19	14,9	1,11 ns	0,06

ns: não significativo

Para uma escala de notas que varia de 1 a 5, o resultado para a forma do fuste ficou acima da média (3,19), indicando que grande número de árvores apresenta tronco com bifurcação e tortuosidade superior a 1,30 m. Isso sugere a possibilidade de aproveitamento do material para a indústria madeireira. Adicionalmente, esta média pode ser alterada para cima, pela seleção dos melhores indivíduos para este caráter em programas de melhoramento genético. Outra opção seria a seleção de populações naturais com média acima de 4 (fuste tendendo a retidão podem ser obtidas), como a encontrada por Sebbenn et al. (2009) para *Gallesia integrifolia* (4,23).

O coeficiente de variação experimental (Tabela 1) foi relativamente alto para todos os caracteres em questão (variando 14,9 de 38,6%). O CV_e é um parâmetro muitas vezes associado ao tipo de variável medida. No presente caso, os altos valores sugerem uma grande variação fenotípica dentro das parcelas, de forma que elas tornam-se semelhantes (todas com alta variação) e, no presente caso, tão semelhantes em termos de variação, que resultou em grande semelhança dentro das progênies (ou baixa variação entre progênies), o que explica a falta de diferenças genéticas entre progênies. Em trabalho realizados com *Pterogyne nitens*, na idade de 15 anos, foram observados valores de CV_e da ordem de 21,8% para a variável altura e 27,4% para o DAP (SEBBENN et al. 1998). Valores de CV_e na ordem de 10 a 20% podem ser considerados de baixo

a moderados para experimentos onde ocorre competição e maiores do que 20% como relativamente altos (PIMENTEL-GOMES & GARCIA, 2002). Assim, os resultados obtidos indicam baixa precisão nas estimativas dos parâmetros genéticos, para altura e DAP e moderada precisão para a forma do fuste, que apresentou o menor valor. Entretanto, como já comentado, este parâmetro é também afetado pelo tipo de caracteres mensurados. Por exemplo, volume real ou cilíndrico de árvores em geral apresentam valores acima de 40% (SEBBENN et al. 2004; BERTI et al. 2011). Por isso, não é um parâmetro muito confiável para medir a precisão experimental. Por isso, utiliza-se outros parâmetros também para inferir sobre esta precisão, como a correlação devida ao ambiente comum das parcelas, (RESENDE 2002b). Valores desta correlação $>0,1$ significam alta variabilidade ambiental entre parcelas, logo baixo controle ambiental e, o inverso, baixa variabilidade ambiental entre parcela e alto controle ambiental (RESENDE 2002b). Os valores obtidos mostram um resultado semelhante ao obtido pelo coeficiente de variação experimental, com alto controle para o carácter forma do fuste (0,06) e baixo controle ambiental para altura e DAP (Tabela 1). Entretanto o resultado observado aqui para altura foi similar ao obtido para o mesmo carácter na espécie arbórea *Myracrodruon urundeuva* (0,21), aos 20 anos de idade (TUNG et al. 2010).

A acurácia seletiva, que representa a relação entre o valor genético verdadeiro e o estimado, foi alta para o DAP (66%) e mediana para altura e forma do fuste, com valores variando de 46% a 31% respectivamente (Tabela 2). Para Resende (2002a), valores entre 0 a 25% são considerados baixos, 25 a 75%, bons, e acima de 75% ótimos. Em contraste ao observado pelo CVe e h_m^2 , este resultado designa boa precisão no acesso à variação genética verdadeira a partir da variação fenotípica observada nos caracteres avaliados (mínimo 31%).

Não foram detectadas diferenças significativas entre progênies pelo teste *F* da análise de variância para nenhum dos caracteres avaliados. Isso explica Entretanto, embora a análise de variância não tenha detectado diferenças entre média de progênies, o coeficiente de variação genética (Tabela 2) foi alto para o carácter DAP (21,2%) e baixo para altura (8,2%) e forma do fuste (4,0%). Isso indica que o carácter DAP expressou maior variação genética entre progênies, ou seja, maior potencial para seleção. Em estudo realizado com *Pinus patula ssp. tecumanii* aos 14 anos de idade (SEBBENN et al. 2005)

foi detectado um coeficiente de variação genético inferior para o DAP (1,9%), assim como no estudo realizado com *Myracrodruon urundeuva* aos quatro anos de idade (FREITAS et al. 2006), onde os autores obtiveram baixa variação para altura (6,6%). Obviamente, em comparação a estes dois estudos, indica que a população estudada de *A. graveolens* apresentou alta variação genética.

Tabela 2 - Estimativas do coeficiente de variação genético (CVg), herdabilidade média entre progênies (h_m^2) e a acurácia (Ac) para os caracteres silviculturais: DAP (cm), altura (m) e forma do fuste (Forma) para progênies de *Astronium graveolens*, aos 19 anos de idade, em Luiz Antônio-SP.

Table 2 - Estimates of genetic variation coefficient (CVg), average heritability coefficient among progenies (h_m^2) and accuracy (Ac) for silvicultural traits: DBH (cm), height (m) and stem form (Form) for progenies of *Astronium graveolens*, at 19 years of age, in Luiz Antônio-SP.

Caráter	CVg (%)	h_m^2	Ac (%)
Altura	8,2	0,08	0,46
DAP	21,2	0,15	0,66
Forma	4,0	0,02	0,31

O coeficiente de herdabilidade em nível de médias de progênies foi baixo para todos os caracteres (Tabela 2). O maior valor foi observado para o DAP (15%). Para o mesmo carácter em estudo realizado por Sato et al. (2007) com *Eucalyptus resinifera* foi encontrado uma variação ainda menor (0,02 a 0,09). Sebbenn e Ettori (2001), trabalhando com *Myracrodruon urundeuva*, obtiveram h_m^2 igual a 0,15 para a variável altura, valor este relativamente superior ao encontrado neste trabalho para altura (0,08). Essas observações são meramente comparativas, pois cada espécie possui um mecanismo diferente de adaptação para os locais onde está sendo testado ou cultivado e este parâmetro é também influenciado pela idade de avaliação. A obtenção de valores baixos para herdabilidade significa que há fraco controle genético do carácter em estudo, logo baixa probabilidade de obter-se ganhos genéticos com a seleção entre progênies para a população estudada de *A. graveolens*. Interpretando a herdabilidade em nível de média de progênies, em termos de conservação genética *ex situ*, o baixo valor estimado na população em estudo indica baixo potencial para responder à seleção natural, visto existir poucas possibilidades de se alterar a média da população pela seleção natural das progênies, principalmente para os caracteres altura e forma do fuste.

4. CONCLUSÕES

Não existe variação significativa entre média de progênies para os caracteres DAP, altura e forma do fuste;

O controle genético dos caracteres, medido pelo coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies, foi baixo para altura e forma do fuste e moderado para o DAP.

O DAP é o caráter mais indicado para a seleção dos melhores indivíduos em programas de melhoramento, por apresentar maior variação genética e controle genético.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Jair Rodrigues, Paulo Teodoro Ferreira e Dionísio Barbosa, pelo apoio à mensuração do experimento. Os autores D.A., A.M.S, M.L.T.M, M.L.M.F, agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de Auxílio à Pesquisa (Processo 402026/2008-0) e das bolsas de Iniciação Científica e da bolsa de Produtividade em Pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

- BERTII, C. L. F.; FREITAS, M. L. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 23, p. 13-26, 2011.
- COSTA, N. H. A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Nova proposta de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 243-249. 2002.
- COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; ARAUJO, A. J.; GONÇALVES, P. S.; BORTOLETTO, E. N. Seleção combinada univariada e multivariada aplicada ao melhoramento genético de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 381-388, 2000.
- COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; CONTINI, A. Z.; ROA, R. A. R.; MARTINS, W. J. Avaliação genética de progênies de *Leucaena leucocephala* [(Lam.) De Wit] em áreas da reserva indígena, em Caarapó, MS. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 15-21, 2005.
- DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; PAIVA, M. R. C. Florística e fitossociologia das espécies arbóreas das florestas da bacia do rio Tibagi. In: **A Bacia do Rio Tibagi**, (M.E. Medri, E. Edmilson, O.A. Shibatta & J.A. Pimenta, eds.). Edição dos autores, Londrina, p. 109-124. 2002.
- FARIAS NETO, J. T; RESENDE, M. D. V. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos em pupunheira (*Bactris gasipaes* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 320-324, 2001.
- FREITAS, M. L. M.; AUKAR, A. P. A.; SEBBENN, A. M.; MORAES, M. L. T.; LEMOS, E. G. M. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão em três sistemas de cultivo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 319-329, 2006.
- FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E. Pomar de sementes por mudas a partir da seleção dentro em teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista do Instituto Florestal**, v.19, p. 65-72, 2007.
- FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, M. L. T. Variação genética para caracteres quantitativos em população de *Gallesia integrifolia*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 20, p. 165-173, 2008.
- HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Diversity of canopy trees in a Neotropical forest and implications for conservation. In: SUTTEN, S. L.; WITMORE, T. C.; CHADWICK, A. C. (Eds.). **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1983.
- KAGEYAMA, P. Y. Conservação In Situ de Recursos Genéticos de Plantas. **IPEF**, Piracicaba, v. 35, p. 7-37, 1987.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.

ed. São Paulo: Editora Plantarum, v. 1, 1998. p. 388.

MARTINEZ-RAMOS, M.; ALVAREZ-BUYLA, E.; SARUKHAN, J. Tree demography and gap dynamics in a tropical rain Forest. **Ecology**, Dodrech, v. 70, p. 555–558, 1989.

MISSIO, R. F.; SILVA, A. M.; DIAS, L. A. S.; MORAES, M. L. T.; RESENDE, M. D. V. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos aditivos em progênes de *Pinus kesya* Royle ex Gordon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 5, n. 4, p. 394-401, 2005.

PAIVA, J.R.; RESENDE, M.D.V.; CORDEIRO, E. R. Índice multiefeitos e estimativas de parâmetros genéticos em aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 799-807, 2002.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002a. 975p.

RESENDE, M. D. V. **Software Selegen–REML/BLUP**. Curitiba, EMBRAPA. (Documentos 77). 67, p. 2002b.

RESENDE, M. D. V.; FERNANDES, J. S. C. Procedimento BLUP individual para delineamentos experimentais aplicados ao melhoramento florestal. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 17, p. 89-107, 1999.

RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 44-52, 2000.

RESENDE, M. D. V.; STURION, J. A.; PRATES, D. F.; MENDES, S. Tamanho de parcela, estimativa de parâmetros e de ganhos genéticos em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) sem a utilização de testes de progênes e clonais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 32/33, p. 53-66, 1996.

Cerne, Lavras, v. 20, n. 1, p. 61-68, jan./mar. 2014

SATO, A. S.; SEBBENN, A. M.; MORAES, E.; ZANATTO, A. C. S.; FREITAS, M. L. M. Seleção dentro de progênes de *Eucalyptus resinifera* aos 21 anos de idade em Luiz Antônio – SP. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 93-100, 2007.

SEBBENN, A. M.; ETTORI, L. C. Conservação genética ex situ de *Esenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênes misto. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2001.

SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; ETTORI, L. C.; DIO JUNIOR, O. J. Ex situ genetic conservation of tree species at the São Paulo Forest Institute, Brazil. **Forest Genetic Resources**, Roma, v. 28, p. 27-33, 2001.

SEBBENN, A. M.; PONTINHA, A. A. S.; FREITAS, S. A.; FREITAS, J. A. Variação genética em cinco procedências de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no Sul do estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 91-99, 2004.

SEBBENN, A. M.; SIQUEIRA, A.C.F.; KAGEYAMA, P. Y.; MACHADO, J.A. Parâmetros genéticos na conservação da cabreúva – *Myroxylon peruiferum* L.F. Allemão. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 53, p. 31-38, 1998.

SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, E.; ZANATTO, A. C. S. Variação genética em procedências e progênes de *Pinus patula ssp. tecunumanii* no noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-15, jun. 2005.

SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; MORAES, M. A. Conservação ex situ e pomar de sementes em banco de germoplasma de *Balfourodendron riedelianum*. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 101-112, 2007.

SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; MORAES, M. A. Comportamento da variação genética entre e dentro de procedências e progênes de *Gallesia integrifolia* Vell. Moq. Para caracteres quantitativos. **Revista Instituto**

Florestal, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 151-163, 2009.

TUNG, E. S. C.; FREITAS, M. L. M.; FLORSHEIM, S. M. B.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; SANTOS, F. W.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética para caracteres silviculturais e anatômicos da madeira em progênies de *Myracrodruon urundeuva* (Engler) Fr. Allem. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 499-508, set. 2010.

TUNG, E. S. C.; FREITAS, M. L. M.; FLORSHEIM, S. M. B.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação, divergência e correlações genéticas entre caracteres silviculturais e densidade básica da madeira em progênies de *Myracrodruon urundeuva* (Engler) Fr. Allem. **Revista Instituto Floresta**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 1-12, 2011.

Recebido: 8 de agosto de 2011; aceito: 30 de julho de 2013

