

CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERES SILVICULTURAIS DURANTE O CRESCIMENTO DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden¹

CORRELATIONS BETWEEN FORESTRY CHARACTERS DURING *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden GROWTH¹

Léo ZIMBACK^{2,5}; Edson Seizo MORI³;
Thiago Fernandes BRIZOLLA³; Raul CHAVES⁴

RESUMO – A espécie *Eucalyptus grandis* é a mais comumente cultivada em estandes comerciais no Brasil e no mundo. A espécie é plantada como cultivar e também na forma de plantios clonais de seus híbridos interespecíficos. Este trabalho é um estudo da variabilidade genética em progênies de polinização livre de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden, oriundas de pomar de sementes por muda, cuja procedência é originária de Coff's Harbour – Austrália, de propriedade da empresa Duratex S.A., localizado na Fazenda Morro D'Ouro, no município de Botucatu. Teve como objetivo analisar as correlações entre diferentes caracteres nas diferentes idades, visando subsidiar a seleção precoce em programas de melhoramento para essa espécie. Os ensaios foram instalados em dois locais, Angatuba–SP e Lençóis Paulista–SP, em fevereiro de 1988. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com dez repetições, seis plantas por parcela, ao espaçamento de 3 x 2 m e totalizando 76 progênies. Os caracteres avaliados foram: (1) diâmetro à altura do peito – (DAP); altura total e volume de madeira. As avaliações foram feitas em quatro anos iniciando a partir do segundo ano em Lençóis Paulista (local 2) até o quinto ano, sendo que em Angatuba (local 1) foram realizadas avaliações anuais do segundo ao sexto ano. Os resultados mostraram que as correlações entre os caracteres de crescimento apresentaram valores elevados (0,69 a 0,99), tanto genéticos como fenotípicos, facilitando os procedimentos de seleção no avanço das gerações de melhoramento, podendo ser realizada desde o terceiro ano de idade com maior peso para DAP e volume em um índice de seleção.

Palavras chave: teste de progênies, matrizes selecionadas de pomar, progênie de polinização aberta, melhoramento florestal.

ABSTRACT – The species *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden is the most commercial tree cultivated in Brazil and throughout the world. It is planted as varieties and also as interspecific hybrid clonal plantings. This work is a study of genetic variation in open pollinated progenies, a seedling seed orchard of *E. grandis* from a Coff's Harbour provenance, located at Morro D'Ouro Duratex S.A., in the Experimental Station in Botucatu County, São Paulo, Brazil. The aim was to analyze correlations between different traits by different ages, aiming to support earlier selection in eucalypt breeding programs. The trials were set up in two locals, Angatuba–SP and Lençóis Paulista–SP, Brazil, in February 1988. Randomized blocks with ten replications, six plants per plot, in 3 x 2 m spacing, totalizing 76 progenies was the experimental design used. The evaluated traits were: (1) diameter at breast height – DBH, plant height and wood volume. The evaluations were done in four consecutive years in Lençóis Paulista (local 2), and in Angatuba (local 1) we proceeded annual evaluations from the second to sixth year. The results had showed that correlations between growth traits presented relatively high values (0.69 to 0.99), for genetics as phenotypics making easier the genetic selection procedures and in advanced generations of breeding, that can be done from the third years old considering higher weight to DBH and wood volume traits into the selection indexes.

Keywords: progeny trial, nursery selected trees, open pollination progeny, tree breeding.

¹Recebido para análise em 10.11.10. Aceito para publicação em 24.03.11. Publicado *online* em 16.06.11.

²Instituto Florestal, Rua do Horto, 931, 02377-000, São Paulo, SP, Brasil.

³FCA/UNESP, Departamento de Produção Vegetal, Caixa Postal 237, 18610-307 Botucatu, SP, Brasil.

⁴Duratex S/A, Estrada de Itatinga km 12, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil.

⁵Autor para correspondência: Léo Zimback – lzimback@terra.com.br

1 INTRODUÇÃO

A silvicultura brasileira pode ser considerada uma das mais ricas em todo o planeta, dado à biodiversidade encontrada no país, às variações dos fatores edafoclimáticos e a boa adaptação de materiais genéticos introduzidos. Segundo Tuoto e Hoeflich (2009), ao longo das últimas décadas o segmento do agronegócio que vem apresentando o melhor desempenho é a silvicultura de espécies de rápido crescimento.

A espécie *E. grandis* é a mais comumente cultivada em estandes comerciais no Brasil e no mundo. A espécie é plantada como cultivar e também na forma de plantios clonais de seus híbridos interespecíficos. Segundo Tomaselli (2000), a escolha pelo *E. grandis* é resultado de sua excelente resposta silvicultural, como boa forma e rápido crescimento, além das propriedades desejáveis para múltiplos usos da sua madeira. Ainda, conforme Tomaselli (2000), é a espécie mais plantada no Brasil, atingindo em torno de 50% da área total. Mora e Garcia (2000) relatam que supera qualquer outra espécie do gênero pelo incremento volumétrico, em condições ambientais adequadas, sendo a espécie do gênero mais plantada no Brasil, e também pela sua plasticidade genética, muito utilizada na obtenção de híbridos e na clonagem de árvores selecionadas. No Brasil, essa espécie vem sendo trabalhada intensivamente, gerando avanços nos programas de melhoramento genético (Freitas et al., 1983; Silva e Justo, 1983; Assis e Brune, 1983; Borges e Brune, 1983; Ikemori et al., 1983).

Em experimento no qual foram considerados indivíduos de 245 progênies de polinização aberta de *E. grandis* de 13 procedências do Norte da Austrália, Rocha et al. (2006) constataram a existência de variabilidade genética e possibilidade de ganhos por seleção nos caracteres diâmetro à altura de peito (DAP), altura total (ALT) volume individual (VOL). Os coeficientes de variação genética aditiva apresentaram valores maiores no caráter volume (VOL), seguido do diâmetro à altura do peito (DAP), sendo similares nos dois procedimentos utilizados na avaliação (REML e ANOVA). Foram obtidas estimativas de herdabilidade individuais no sentido restrito na ordem de 0,2247 para diâmetro à altura do peito (DAP), 0,2778 altura total (ALT) e de 0,2111 para volume individual (VOL), respectivamente.

Segundo Kageyama e Vencovsky (1983), as estimativas obtidas de correlações genéticas aditivas ao nível de plantas individuais, apesar de se mostrarem variáveis de local para local, apresentam nítida tendência para maior correlação entre determinados caracteres e para a falta de correlação entre outros. Assim, os caracteres, associadas ao crescimento das árvores mostram correlações genéticas aditivas entre elas, em geral, de alta magnitude, indicando reflexo de um caractere sobre o outro quando se pratica a seleção para um deles.

O presente trabalho é um estudo de progênies de polinização livre de *E. grandis* de árvores selecionadas fenotipicamente em pomar de sementes por muda, cuja procedência é originária de Coff's Harbour – Austrália, plantadas em dois locais e avaliadas para DAP, altura e volume, tendo como objetivo analisar as correlações entre os diferentes caracteres nas diferentes idades de crescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram estabelecidos em duas fazendas de propriedade da Duratex S. A. localizadas nos municípios de Angatuba e Lençóis Paulista, Estado de São Paulo. O clima é subtropical úmido com uma estação seca nos meses de maio a julho, sendo janeiro/fevereiro, os de maior precipitação. Quanto à vegetação, os experimentos estão inseridos em uma zona de transição ecológica da mata mesófila e várias fisionomias de cerrado. Em Angatuba, está localizada a Fazenda Santo Antônio, onde o ensaio foi instalado na quadra 5-A, na latitude 23°29' sul, longitude 48°25' oeste e altitude 650 m, numa área de 4,7 ha. A precipitação média anual na área é de 1.262 mm, e o clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa – clima temperado úmido com verão quente, com temperaturas médias mínimas de 14 °C e máximas de 21 °C, sem estação seca bem definida e com regime de chuva de 1.250 mm ano (Duratex, 1988). Em Lençóis Paulista, localiza-se a segunda área experimental na Fazenda Rio Claro, onde o ensaio está situado na quadra 98, latitude 22°36' norte, 48°48' oeste, altitude 550 m, ocupando uma área de 4,7 ha.

O clima característico da região, conforme a classificação de Köppen, é o Cwa – clima quente e úmido, de inverno seco, precipitação média anual de aproximadamente 1.328 mm, temperatura média anual em torno de 21 °C e a umidade relativa média do ar de 60% (Duratex, 1988).

O material genético utilizado neste estudo é proveniente de um pomar de sementes clonal, situado na Fazenda Morro D'Ouro em Botucatu, SP, cuja procedência é de Coff's Harbour – Austrália.

Os ensaios foram instalados em fevereiro de 1988 nos dois locais. O delineamento experimental

utilizado foi o de blocos casualizados, com dez repetições e seis plantas por parcela, ao espaçamento de 3 x 2 m, totalizando 76 progênies de *E. grandis* divididas em dois experimentos de 25 progênies e um de 26 progênies para diminuir o erro experimental.

Os parâmetros selecionados para serem estudados no presente trabalho foram crescimento em diâmetro ou Diâmetro à Altura do Peito (DAP); crescimento em altura (ALT); volume de madeira (VOL), calculado segundo a Equação (1) (Duratex, 1988):

$$\text{VOL (m}^3\text{)} = \frac{[0,027196645 * (\text{DAP}^{1,752458725}) * (\text{ALT}^{1,264704686})]}{1000} \quad \text{Equação (1)}$$

A análise de variância individual para os dados de cada local foi realizada pelo software Selegen (Resende, 2002), segundo o delineamento em blocos casualizados. As análises em blocos casualizados

ao nível de médias de parcelas, por planta, ou de totais de parcelas, as estruturas das análises de variâncias individuais estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Esquema de análise de variância individual para cada local.

Table 1. Individual variance analysis design for each local.

| F.V. | G.L. | Q.M. | E(QM) |
|--------------|---------------|----------------|--|
| Progênies | p - 1 | Q ₁ | $(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_p^2$ |
| Erro efetivo | (k-1) (r-k-1) | Q ₂ | $(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$ |
| Dentro | $\sum N1_1$ | Q ₃ | σ_d^2 |

σ_p^2 = variância entre progênies; σ_e^2 = variância entre parcelas; σ_d^2 = variância dentro de parcelas; $\sum N1_1$ = somatória dos números dos graus de liberdade dentro de parcelas; n = números de plantas por parcela (média harmônica).

O coeficiente de herdabilidade para seleção entre médias de progênies de polinização aberta, dentro de cada ensaio, foi obtido a partir da seguinte expressão (Falconer, 1981):

$$h_{mp}^2 = \frac{\sigma_p^2}{\frac{\sigma_d^2}{r\bar{n}} + \frac{\sigma_e^2}{r} + \sigma_p^2}$$

A estimativa de covariância entre progênies Cov_p para os caracteres aos pares em cada local, foi obtida através da análise de covariância através das esperanças dos produtos médios, relativas às progênies e ao erro, que juntamente com as variâncias entre progênies para os caracteres individuais $\sigma_p^2(x)$ e $\sigma_p^2(y)$ permite estimar o coeficiente de correlação genética aditiva entre caracteres, para um local, segundo Falconer (1981), através de:

$$r_{A(x,y)} = \frac{Cov_p}{\sqrt{\sigma_{p(x)}^2 \cdot \sigma_{p(y)}^2}},$$

sendo que $r_{A(x,y)}$ é o coeficiente de correlação genética aditiva para os caracteres x e y e considerando que a Cov_p contém 1/4 da covariância aditiva; igualmente como na variância entre progênies, a covariância entre progênies determinada para um local contém também a covariância da interação de progênies por locais.

A correlação fenotípica ao nível de médias de progênies, entre pares de caracteres, foi obtida segundo Queiroz (1969), por:

$$r_{F(x,y)} = \frac{Cov_{F(x,y)}}{\sqrt{\sigma_{F(x)}^2 \cdot \sigma_{F(y)}^2}}$$

As estimativas de covariâncias entre progênies, da interação de progênies por locais e do erro entre parcelas foram obtidas através da esperança dos produtos médios da análise de covariância conjunta para o par de caracteres nos dois locais. A covariância entre progênies obtidas dessa forma, e que se apresenta livre da covariância da interação de progênies por locais, juntamente com as variâncias entre progênies para as duas características individuais, e obtidas das respectivas análises de variâncias conjuntas para locais, permite obter a estimativa de correlação genética entre caracteres, para os diversos locais, através de:

$$r_{A(x,y)} = \frac{Cov_p}{\sqrt{\sigma_{p(x)}^2 \cdot \sigma_{p(y)}^2}} \quad (\text{Falconer, 1981}).$$

As análises de covariâncias individuais, envolvendo pares de caracteres avaliados, foram realizadas segundo o método de Kempthorne (1966), com as progênies comuns aos dois locais de experimentação.

As estimativas de variâncias genéticas e não genéticas e de parâmetros afins para as características altura, DAP e volume de madeira foram extraídas das esperanças dos quadrados médios das análises de variâncias, em blocos casualizados expressos na Tabela 1 (Falconer, 1981).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, em que estão apresentadas as herdabilidades ao nível de média de progênies obtidas ano a ano, Angatuba foi o local que apresentou os maiores valores para DAP (0,55 a 0,62) e volume (0,48 a 0,57) em relação à Lençóis Paulista (DAP: 0,25 a 0,27 e volume: 0,36 a 0,39), enquanto para altura variou de 0,31 aos dois anos e 0,51 aos seis anos em Angatuba, sendo os valores de Lençóis Paulista intermediários aos de Angatuba. Os resultados mostram que em Lençóis Paulista a heterogeneidade ambiental dentro dos experimentos, principalmente dentro dos blocos foi maior, afetando as estimativas do efeito de progênies, sendo o local menos indicado para a seleção. Não houve um padrão de acréscimo ou decréscimo de herdabilidade ao passar dos anos em nenhum local, oscilando de um ano para outro para DAP e volume, enquanto pequenos acréscimos foram observados para altura nos dois locais que não influenciaram a tendência de herdabilidade do volume.

Em 1976, Kageyama e Vencovsky (1983) avaliaram essa mesma população em quatro locais em fase anterior de seleção, e obtiveram herdabilidades variando de 0,29 a 0,55 para altura e 0,21 a 0,47 para DAP, muito próximas às obtidas atualmente, indicando que ela manteve a variabilidade nesta geração. Estudando progênies de *E. urophylla*, Mori et al. (1988) obtiveram herdabilidades variando de 0,22 a 0,73 para DAP, 0,34 a 0,70 para altura e 0,21 a 0,66 para volume em quatro locais, mostrando também grande variação entre locais como observado em *E. grandis* nesta população com valores aproximados.

Tabela 2. Estimativas de herdabilidade ao nível de média de progênies (h^2_{mp}) para os caracteres diâmetro a altura do peito (DAP), altura e volume, em três experimentos, nos locais Angatuba e Lençóis Paulista.Table 2. Heritability estimate to progeny mean level (h^2_{mp}) for diameter of breast height (DBH), plant height, and wood volume, with three trials in Angatuba and Lençóis Paulista.

| Experimentos | Ano | | | | | | | | |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 |
| | Angatuba | Lençóis | Angatuba | Lençóis | Angatuba | Lençóis | Angatuba | Lençóis | Angatuba |
| E 1 | | | | | | | | | |
| DAP | 0,5964 | 0,1529 | 0,6075 | 0,0921 | 0,6409 | 0,2066 | 0,7011 | 0,1731 | 0,5837 |
| Altura | 0,1529 | 0,3003 | 0,3897 | 0,3897 | 0,4401 | 0,3358 | 0,5995 | 0,3180 | 0,5386 |
| Volume | 0,6186 | 0,3446 | 0,4727 | 0,2709 | 0,5147 | 0,3800 | 0,4440 | 0,3792 | 0,5548 |
| E 2 | | | | | | | | | |
| DAP | 0,6431 | 0,4195 | 0,6737 | 0,3539 | 0,7375 | 0,3775 | 0,7011 | 0,3620 | 0,7137 |
| Altura | 0,2669 | 0,4740 | 0,3783 | 0,4560 | 0,5314 | 0,4747 | 0,5995 | 0,4167 | 0,6825 |
| Volume | 0,6590 | 0,5342 | 0,6814 | 0,4960 | 0,7143 | 0,5320 | 0,6959 | 0,4716 | 0,7261 |
| E 3 | | | | | | | | | |
| DAP | 0,4399 | 0,2622 | 0,3668 | 0,2902 | 0,3704 | 0,2377 | 0,4447 | 0,2622 | 0,4524 |
| Altura | 0,5197 | 0,3196 | 0,3698 | 0,3676 | 0,2241 | 0,3606 | 0,1241 | 0,2760 | 0,3200 |
| Volume | 0,2496 | 0,2707 | 0,2742 | 0,3246 | 0,3272 | 0,2622 | 0,3290 | 0,3319 | 0,4271 |
| Médias | | | | | | | | | |
| DAP | 0,5598 | 0,2782 | 0,5493 | 0,2454 | 0,5829 | 0,2739 | 0,6157 | 0,2657 | 0,5833 |
| Altura | 0,3132 | 0,3646 | 0,3792 | 0,4044 | 0,3985 | 0,3904 | 0,4410 | 0,3369 | 0,5137 |
| Volume | 0,5090 | 0,3830 | 0,4760 | 0,3640 | 0,5190 | 0,3910 | 0,4900 | 0,3940 | 0,5690 |

Em geral, as correlações entre os caracteres de crescimento apresentaram valores elevados (Tabela 3). Pode-se observar que as menores correlações foram entre DAP e altura, mesmo assim acima de 0,78 para correlação fenotípica no segundo ano e acima de 0,81 para a correlação genética aditiva no terceiro ano, mostrando que a seleção para qualquer um dos caracteres pode resultar em resposta correlacionada no outro caráter mesmo na seleção precoce. Na Figura 1 podem-se visualizar as correlações de DAP

e altura em Angatuba que chegou ao sexto ano de avaliação, mostrando uma leve tendência de valores menores nos dois primeiros anos, mas, mesmo assim, garantindo a resposta correlacionada. Correlações altas e positivas obtidas entre DAP x ALT, DAP x VOL e ALT x VOL confirmam os resultados obtidos pela maioria dos autores para espécies florestais, dos quais podemos relacionar os trabalhos de Kageyama e Vencovsky (1983), Mori et al. (1988), Ferreira et al. (1992) e Sampaio et al. (2002).

Tabela 3. Correlações fenotípicas (r_F) e genéticas aditivas (r_A) entre os caracteres diâmetro a altura do peito (DAP), altura de plantas (ALT) e volume de madeira (VOL) para os 03 experimentos implantados (E1, E2 e E3) nas duas localidades estudadas (Lençóis Paulista e Angatuba) em várias idades (2, 3, 4, 5 e 6 anos).

Table 3. Phenotypic (r_F) and additive genetic (r_A) correlations between characters diameter of breast height (DBH), plant height (PH), and wood volume (WV), for the three trials (E1, E2 e E3) in two locations (Lençóis Paulista and Angatuba) for several ages (2, 3, 4, 5, and 6 years).

| Locais | | Angatuba | | | | | | Lençóis Paulista | | | | | |
|--------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ano | Exper. | DAP x ALT | | DAP x VOL | | ALT x VOL | | DAP x ALT | | DAP x VOL | | ALT x VOL | |
| | | r_F | r_A | r_F | r_A | r_F | r_A | r_F | r_A | r_F | r_A | r_F | r_A |
| 2 | E1 | 0,78 | 0,91 | 0,93 | 0,95 | 0,81 | 0,92 | 0,90 | 0,88 | 0,96 | 0,94 | 0,86 | 0,88 |
| | E2 | 0,79 | 0,87 | 0,95 | 0,98 | 0,83 | 0,90 | 0,91 | 0,91 | 0,96 | 0,97 | 0,88 | 0,91 |
| | E3 | 0,76 | 0,69 | 0,94 | 0,92 | 0,82 | 0,80 | 0,91 | 0,91 | 0,96 | 0,95 | 0,86 | 0,87 |
| | média | 0,78 | 0,82 | 0,94 | 0,95 | 0,82 | 0,87 | 0,91 | 0,90 | 0,96 | 0,95 | 0,87 | 0,89 |
| 3 | E1 | 0,81 | 0,87 | 0,95 | 0,96 | 0,82 | 0,86 | 0,90 | 0,88 | 0,96 | 0,95 | 0,85 | 0,81 |
| | E2 | 0,82 | 0,87 | 0,96 | 0,99 | 0,83 | 0,88 | 0,92 | 0,92 | 0,97 | 0,97 | 0,87 | 0,90 |
| | E3 | 0,81 | 0,69 | 0,96 | 0,93 | 0,83 | 0,69 | 0,92 | 0,89 | 0,97 | 0,97 | 0,86 | 0,80 |
| | média | 0,81 | 0,81 | 0,96 | 0,96 | 0,83 | 0,81 | 0,91 | 0,90 | 0,97 | 0,96 | 0,86 | 0,84 |
| 4 | E1 | 0,84 | 0,89 | 0,95 | 0,96 | 0,86 | 0,90 | 0,92 | 0,90 | 0,96 | 0,97 | 0,86 | 0,81 |
| | E2 | 0,85 | 0,92 | 0,96 | 0,98 | 0,86 | 0,94 | 0,92 | 0,94 | 0,97 | 0,98 | 0,86 | 0,88 |
| | E3 | 0,87 | 0,81 | 0,96 | 0,93 | 0,87 | 0,78 | 0,92 | 0,84 | 0,97 | 0,96 | 0,85 | 0,72 |
| | média | 0,85 | 0,87 | 0,96 | 0,96 | 0,86 | 0,87 | 0,92 | 0,89 | 0,97 | 0,97 | 0,86 | 0,80 |
| 5 | E1 | 0,80 | 0,87 | 0,95 | 0,96 | 0,84 | 0,90 | 0,93 | 0,90 | 0,97 | 0,97 | 0,87 | 0,82 |
| | E2 | 0,85 | 0,93 | 0,96 | 0,99 | 0,85 | 0,94 | 0,94 | 0,91 | 0,97 | 0,98 | 0,88 | 0,86 |
| | E3 | 0,87 | 0,77 | 0,96 | 0,92 | 0,87 | 0,79 | 0,94 | 0,89 | 0,97 | 0,96 | 0,87 | 0,76 |
| | média | 0,84 | 0,86 | 0,96 | 0,96 | 0,85 | 0,88 | 0,94 | 0,90 | 0,97 | 0,97 | 0,87 | 0,81 |
| 6 | E1 | 0,86 | 0,86 | 0,97 | 0,97 | 0,86 | 0,87 | - | - | - | - | - | - |
| | E2 | 0,84 | 0,93 | 0,96 | 0,99 | 0,84 | 0,94 | - | - | - | - | - | - |
| | E3 | 0,89 | 0,80 | 0,97 | 0,96 | 0,87 | 0,79 | - | - | - | - | - | - |
| | média | 0,86 | 0,86 | 0,97 | 0,97 | 0,86 | 0,87 | - | - | - | - | - | - |

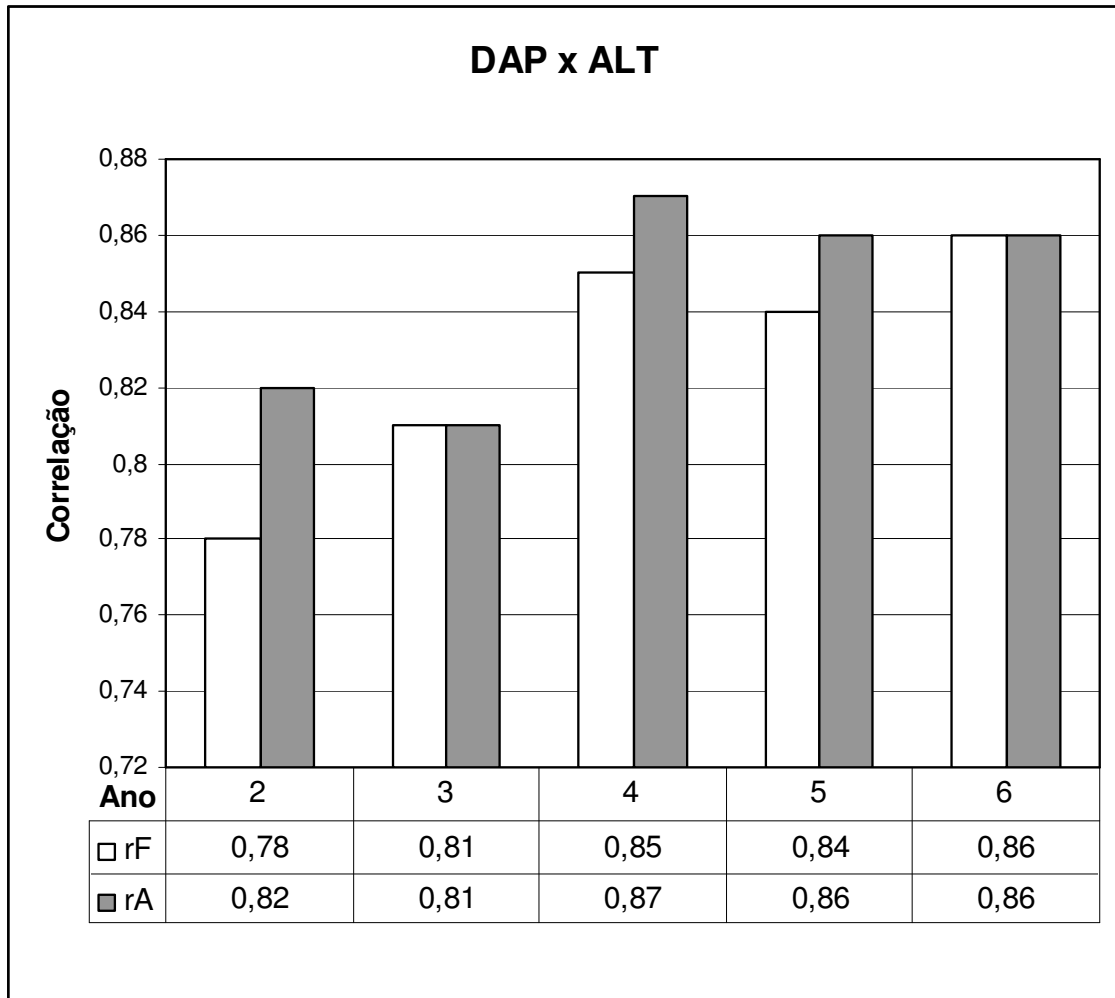


Figura 1. Histograma das correlações fenotípicas (r_F) e genéticas aditivas (r_A) entre os caracteres DAP x altura de plantas para as idades de 2, 3, 4, 5 e 6 anos em Angatuba – SP.

Figure 1. Histogram of the phenotypic (r_F) and additive genetic (r_A) correlations among characters DBH x height of plants for the ages of 2, 3, 4, 5 and 6 years in Angatuba – SP.

As correlações fenotípicas e genéticas aditivas entre DAP e volume de madeira foram as mais altas sem oscilação entre os primeiros e os últimos anos (Figura 2), mostrando que DAP é o caráter mais correlacionado ao volume nessa população. Tanto que os valores de correlação entre altura e volume (Figura 3) foram semelhantes ao DAP x altura também com valores

um pouco menores nos anos dois e três. Em Lençóis Paulista as correlações fenotípicas e aditivas de DAP x altura mostraram valores melhores que em Angatuba e intermediárias entre DAP x volume e volume x altura sem diferenças entre idades, mas não o suficiente para inferir que haja algum efeito ambiental na resposta correlacionada.

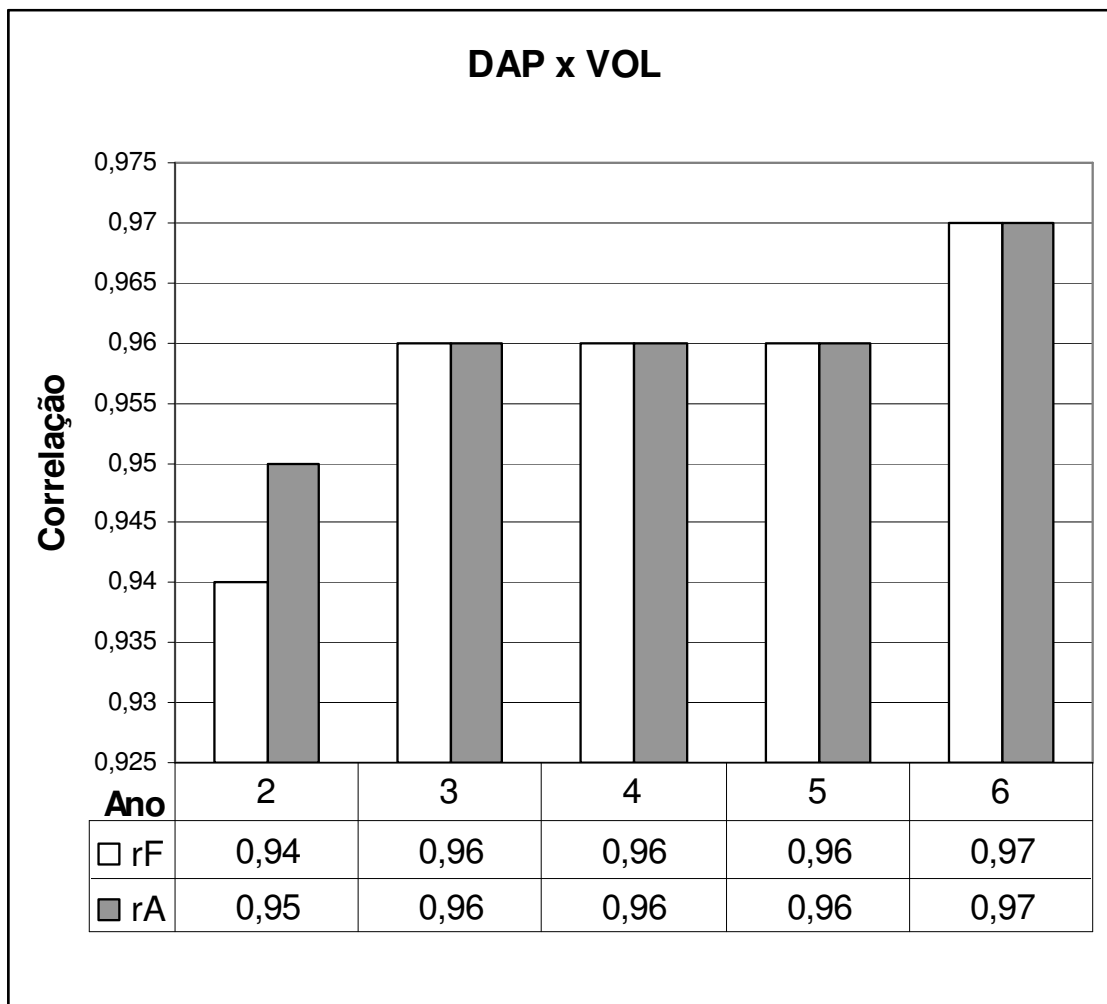


Figura 2. Histograma das correlações fenotípicas (r_F) e genéticas aditivas (r_A) entre os caracteres DAP x volume de madeira para as idades de 2, 3, 4, 5 e 6 anos em Angatuba – SP.

Figure 2. Histogram of the phenotypic (r_F) and additive genetic (r_A) correlations among characters DBH x Wood volume for the ages of 2, 3, 4, 5 and 6 years in Angatuba – SP.

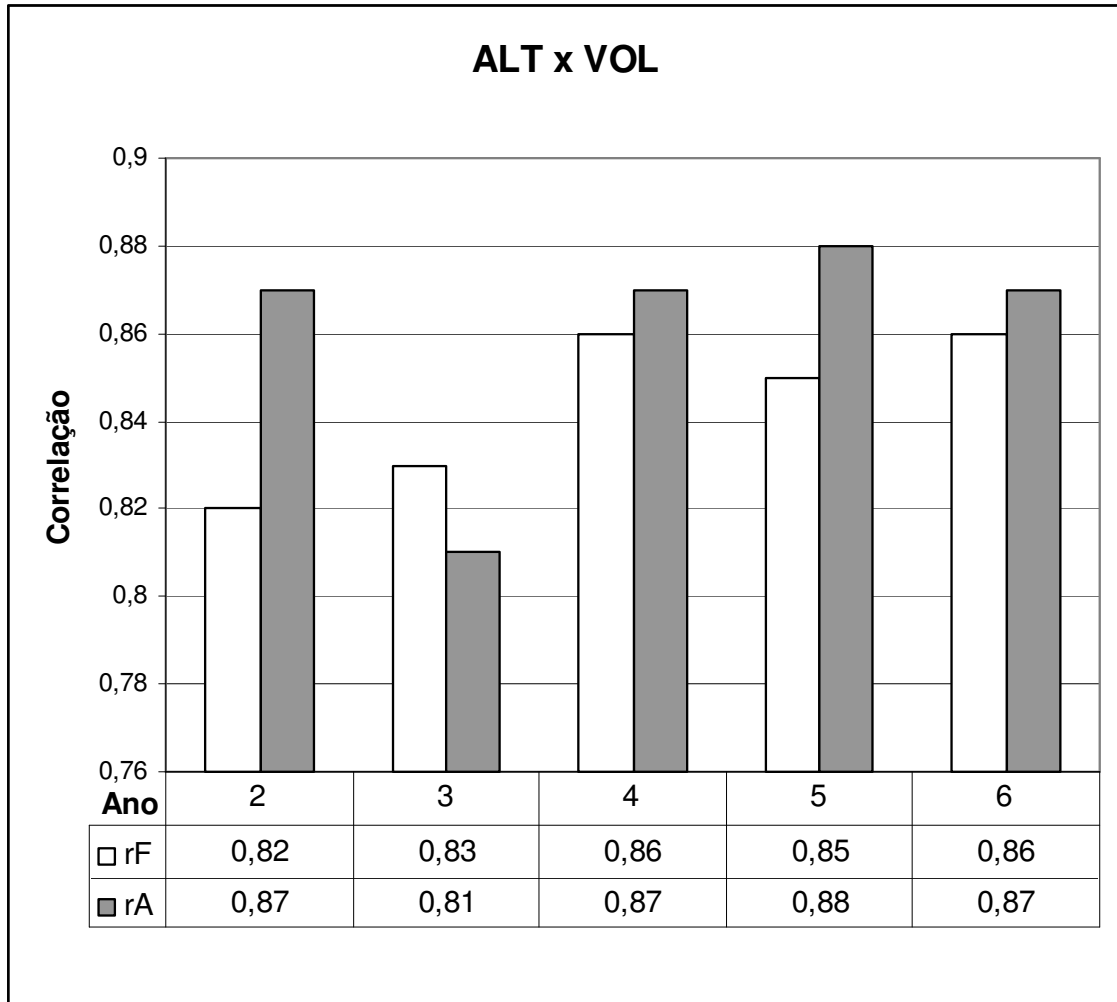


Figura 3. Histograma das correlações fenotípicas (r_F) e genéticas aditivas (r_A) entre os caracteres Altura x Volume para as idades de 2, 3, 4, 5 e 6 anos em Angatuba – SP.

Figure 3. Histogram of the phenotypic (r_F) and additive genetic (r_A) correlations among characters Plant height x Wood volume for the ages of 2, 3, 4, 5 and 6 years in Angatuba – SP.

Entretanto, se utilizarmos um índice de seleção com os três caracteres, o DAP e o volume devem ter um peso maior na classificação das progênies e plantas nesta população de *E. grandis*, porque vai ocorrer maior resposta nos ganhos genéticos. Como o caráter altura apresenta herdabilidades médias na maioria das situações, os ganhos neste caráter seriam garantidos por resposta correlacionada com o uso de melhores índices em DAP e volume. A seleção poderia ser realizada desde o segundo ano, mas as correlações são mais efetivas a partir do terceiro ano, principalmente para altura com os outros caracteres.

4 CONCLUSÕES

- a) Correlações entre DAP x altura, DAP x volume e altura x volume foram altas em todos os anos e nos dois locais.
- b) Coeficientes de herdabilidade ao nível de média de progênies para DAP e volume foram médios em Lençóis Paulista e altos em Angatuba, enquanto para altura os valores foram médios nos dois locais.
- c) É recomendada a seleção para volume e DAP a partir do terceiro ano nessa população.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Duratex S/A pela cessão dos dados experimentais e para a CAPES pela bolsa de estudos da pós-graduação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, T.F. de; BRUNE, A. Heritabilities and correlations between characters in progenies of *Eucalyptus grandis* from Australia, South Africa and Brazil. **Silvicultura**, v. 8, n. 31, p. 524-525, 1983.

BORGES, R. de C.G.; BRUNE, A. Heritability estimates and correlations between characters in *Eucalyptus grandis*. **Silvicultura**, v. 8, n. 31, p. 525-527, 1983.

FREITAS, M. et al. Programa com *Eucalyptus grandis* na Champion Papel e Celulose S.A. **Silvicultura**, São Paulo, v. 8, n. 31, p. 537-539, 1983.

DURATEX S/A. **Teste de progênies**. 01.02. Agudos, 1988. (Documento Interno).

FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. New York: Longman, 1981. 340 p.

FERREIRA, M. et al. Teste de populações de *Eucalyptus phaeotricha* Blackely Lakely McKie em Anhembi, SP. **IPEF**, v.45, p.1-13, 1992.

IKEMORI, Y.K. et al. Teste de progênies de *Eucalyptus grandis* procedentes de Atherton Tableland, Queensland (Austrália), na região de Aracruz (E.S.) – resultados preliminares aos 3 anos de Idade. **Silvicultura**, v. 8, n. 28, p. 309-312, 1983.

KAGEYAMA, P.Y.; VENCOVSKY, R. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **IPEF**, v. 24, p. 9-26, 1983.

KEMPTHORNE, O. **An introduction to quantitative genetics**. New York: Wiley Pub., 1966. 545 p.

MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 112 p.

MORI, E.S. et al. Variação genética e interação progênies x locais em *Eucalyptus urophylla*. **IPEF**, v. 39, p. 53-63, 1988.

QUEIROZ, M.A. **Correlações genéticas e fenotípicas em progênies de meios irmãos de milho (*Zea mays* L.) e suas implicações no melhoramento**. 1969. 71 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RESENDE, M.D.V. **Software Selegen – REM-BLUP**. Colombo: EMBRAPA – CNPF, 2002. 67 p. (Série Documentos, 77).

ZIMBACK, L. et al. Correlações entre caracteres silviculturais durante o crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.

ROCHA, M.G.B. et al. Avaliação genética de progênies de meio-irmãos de *Eucalyptus grandis* por meio dos procedimentos REML/BLUP e da ANOVA. **Scientia Forestalis**, v. 71, p. 99-107, 2006.

SAMPAIO, P.T.B.; RESENDE, M.D.V.; ARAÚJO, A.J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus oocarpa* Schiede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 625-636, 2002.

SILVA, J.O.; JUSTO, F.C. Programa de melhoramento de *Eucalyptus grandis*, com procedência de Coff's Harbour, para produtividade e resistência ao cancro causado por *Diaporthe cubensis*. **Silvicultura**, v. 8, n. 31, p. 561-565, 1983.

TOMASELLI, I. Processing young Eucalyptus. In: **The future of Eucalypts for wood products**, 2000, Launceston, Tasmania. **Proceedings...** Launceston: IUFRO, 2000. p. 167-174.

TUOTO, M.; HOEFLICH, V.A. Floresta plantada poupa mata. **Celulose Online**. Disponível em: <<http://www.celuloseonline.com.br>>. Acesso em: 10 jan. 2009.