

IPEF, n.24, p.9-26, ago.1983

VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGENIES DE UMA POPULAÇÃO DE *Eucalyptus grandis* (HILL) MAIDEN

P. Y. KAGEYAMA

ESA LQ-USP, Depto de Silvicultura, 13.400 - Piracicaba - SP

R.VENCOVSKY

ESALQ-USP, Depto de Genética, 13.400- Piracicaba - SP

ABSTRACT - This paper is a study of genetic variation in open pollinated progenies of phenotypically selected trees of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden from a Coff's Harbour base population. The trials were established on five localities: Agudos, Anhembi, Brotas, Lençóis Paulista and Resende, in November and December of 1976. The experimental design utilized was the triple lattice with 64 (8x8) treatments, including the progenies from selected trees of the base population, progenies from other populations, commercial control, and a sample of the base population without selection. The data of height growth at the age of two years, with an average of 12,08 meters on five localities confirm the growth potential of the tested genetic material. The average estimates of the realized gains for the phenotypic selection, at the age of two years, was 6,22%, for height, which was similar to the gains obtained on the first year. These estimates were of 24,37%, 13,45%, 8,41% and 1,59% for survival, stem straightness, cylindrical volume and d.b.h., respectively, indicating the genetic advance obtained by the utilization of one cycle of phenotypic selection in the study population. At the age of two years, and at individual localities level, different genetic variations were detected among progenies for all studied characteristics, although significant genetic variations have been detected for most of the characteristics in the localities. The lattice efficiency values obtained justified the utilization of this experimental design. At joint localities level, on the second year, genetic variations were detected among progenies for all studied characteristics, but not for plant survival. The effect of locality was significant and very progenies x localities was also significant for all characteristics, which was reflected on the reduction of the heritabilities and, therefore, on the selection for the localities in conjunction. The genetic variance among progenies, estimated for height, d.b.h. and stem straightness, showed good precision, considering the low standard deviations. The narrow sense heritabilities at plant level were similar to those obtained within the progenies. These heritabilities were inferior to those obtained at mean progeny level for the study characteristics. The estimates of the different types of heritabilities were greater for stem straightness, followed by height and d.b.h., showing the perspectives of selection response regarding these characteristics. The genetic gains estimates for selection among and within progeny showed considerable genetic advances for the studied characteristics, revealing the possibility of successful selection within each trial. As a result of the advances achieved in the phenotypic selection for stem straightness, as well as the positive and high correlation among the growth characteristics (height, d.b.h. and cylindrical volume), and the absence of correlation between stem straightness and growth, the selection within each trial should be centred more on the growth characteristics than on stem straightness.

RESUMO - O presente trabalho é um estudo da variação genética em progênies de polinização livre de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden de árvores selecionadas fenotipicamente em população-base originária de Coff's Harbour -Austrália. Os ensaios foram instalados em cinco locais; Agudos, Anhembi, Brotas, Lençóis Paulista e Resende, em novembro e dezembro de 1976. O delineamento utilizado foi o látice triplo com 64 (8x8) tratamentos, envolvendo as progênies de árvores selecionadas da população-base, progênies de outras populações, testemunha comercial e amostra de população-base sem seleção. Os dados de crescimento em altura aos dois anos de idade, com média de 12,08 metros nos cinco locais, confirmam o potencial de crescimento do material genético testado. As estimativas de ganhos realizados na seleção fenotípica, aos dois anos de idade, foram similares às obtidas no primeiro ano para a altura de plantas e equivalentes a 6,22%. Essas estimativas foram de 24,3%, 13,43%, 8,41% e 1,59% para a sobrevivência, a forma do tronco, o volume cilíndrico e o DAP, respectivamente, indicando os avanços genéticos obtidos pela utilização de um ciclo de seleção fenotípica na população, em estudo. Ao nível de locais individuais, aos dois anos de idade, foram detectadas variações genéticas diferenciais entre progênies para todas as características estudadas, embora tenham sido constatadas variações significativas para a maioria das características nos diversos locais. Os valores de eficiências dos látices encontrados justificaram a instalação dos experimentos nesse tipo de delineamento. Ao nível de locais em conjunto, aos dois anos de idade, foram detectadas variações genéticas entre progênies para todas as características estudadas exceto para a sobrevivência das plantas. O efeito de locais mostrou-se significativo, e bastante expressivo para todas as características estudadas. O efeito da interação de progênies por locais mostrou-se também significativo para todas as características, refletindo-se na redução das herdabilidades e, portanto, na seleção para locais em conjunto. As variâncias genéticas entre progênies, estimadas para altura, DAP e forma do tronco, mostraram boas precisões, a julgar pelos baixos desvios padrões encontrados. As herdabilidades no sentido restrito estimadas ao nível de plantas foram similares às obtidas entre plantas dentro de progênies, e que, por sua vez, foram bem inferiores às obtidas ao nível de média de progênies para as características, estudadas. As estimativas dos diferentes tipos de herdabilidades foram de maiores magnitudes para a forma do tronco, vindo a seguir a altura e o DAP, mostrando as perspectivas de resposta à seleção dessas características. As estimativas de ganhos genéticos com a seleção entre e dentro de progênies nos locais individuais mostraram razoáveis avanços genéticos para as três características estudadas, revelando a possibilidade de sucesso da seleção dentro de cada ensaio. Em função dos avanços verificados na seleção fenotípica para a forma do tronco, da correlação positiva e alta entre as características de crescimento (altura, DAP e volume cilíndrico) e da ausência de correlação entre a forma do tronco e o crescimento, a seleção dentro dos ensaios deverá ser centrada nas características de crescimento mais do que na forma do tronco.

INTRODUÇÃO

O eucalipto, pela sua extensa área plantada no Brasil, e pelo seu potencial de utilização como matéria-prima para as indústrias madeireiras, representa, sem dúvida, o nosso mais importante gênero de espécie florestal exótica.

Dentre as espécies de eucaliptos mais usualmente utilizadas no Brasil destacam-se: *E. grandis* (Hill) Maiden, *E. saligna* Smith e *E. urophylla*, sendo que a madeira dessas espécies destina-se principalmente à indústria de celulose e papel, chapas duras e para a produção de carvão. Grande ênfase vem sendo dada atualmente para sua utilização em indústria de serraria.

O *E. grandis*, pelas suas características silviculturais e tecnológicas favoráveis, aliadas ao seu bom comportamento em amplas condições ecológicas, vem tomando cada vez mais importância tanto no Brasil como em outros países com clima tropical, merecendo cada vez mais importância em termos de melhoramento genético.

A grande facilidade de cruzamento entre espécies do gênero *Eucalyptus*, associada à falta de cuidados no isolamento dos talhões inicialmente implantados, provocou uma hibridação desregrada entre espécies e que revela, para a maioria das plantações existentes em nosso meio, uma mistura de híbridos em diversos graus e entre diversas espécies, dificultando sobremaneira a utilização dessas populações em programas de melhoramento genético, já que é recomendável uma certa uniformidade para a população e uma manutenção das características da espécie.

Em função dessa realidade existente, os programas de melhoramento com eucaliptos, que vêm sendo conduzidos no Brasil, vêm-se utilizando da reintrodução de novos materiais genéticos, provenientes de coleta de sementes nas regiões de origem, feitas principalmente por órgãos oficiais da Austrália.

Os esquemas adotados para o melhoramento genético e produção de sementes melhoradas de espécies exóticas, generalizadamente, podem ser resumidos nas seguintes etapas:

- a. introdução de espécies;
- b. ensaio de procedências dentro de espécies;
- c. seleção dentro de populações-base.

A seleção fenotípica individual dentro de populações-base adequadas e sua utilização para a produção de sementes melhoradas através dos "Pomares de Sementes", tanto por clones como por mudas, constitui-se num dos métodos mais correntes no melhoramento florestal.

Os testes de progênies, instalados tanto a partir de sementes de polinizações livres como de cruzamentos controlados, representam uma das mais úteis ferramentas para o melhorista florestal. A sua utilização tem sido importante para a determinação do valor reprodutivo dos indivíduos selecionados, na estimativa de parâmetros genéticos, para a seleção de novos indivíduos superiores e como fonte de produção de sementes através de sua transformação em pomar de sementes por mudas.

O presente trabalho tem por objetivo:

- a. Estudo do comportamento de progênies de árvores superiores de *E. grandis* selecionadas em populações de origem australiana.
- b. Obter informações sobre o potencial das progênies em diferentes localidades e as possíveis interações de progênies por locais.
- c. Estimar os parâmetros genéticos da população em estudo, para as principais características silviculturais.
- d. Prover uma fonte de material para a continuidade de programas de melhoramento genético com a espécie.

REVISÃO DE LITERATURA

O total desconhecimento sobre a resposta à seleção praticada para as diversas características, a grande responsabilidade da seleção em espécies florestais e a impossibilidade de se pensar, em curto prazo, em muitos ciclos recorrentes de seleção, fez com que um esforço bastante grande venha sendo despendido nos estudos de determinação de parâmetros genéticos para as espécies florestais mais importantes.

Os parâmetros genéticos que interessam ao melhorista e que são freqüentemente visados nos estudos envolvendo progênies se referem, segundo ROBINSON E COCKERHAM (1965), às variâncias genéticas em suas componentes aditivas e não aditivas, ao coeficiente de herdabilidade tanto no sentido amplo como restrito, às interações dos efeitos genéticos e ambientais e, finalmente, às correlações genéticas entre características.

Segundo VENCOVSKY (1969), as estimativas dos parâmetros genéticos se prestam para: a) obterem-se informações sobre o tipo de ação dos genes em caracteres quantitativos; b) orientação sobre o esquema mais adequado de seleção a ser adotado; e c) estimação do progresso esperado na seleção.

Após COMSTOCK E ROBINSON (1948) terem desenvolvido os conceitos inicialmente enunciados por Fisher em 1918 e Wright em 1935, em termos de obtenção dos componentes de variância genética a partir de famílias de irmãos germanos e de meio-irmãos, um grande avanço foi observado na estimativa dos parâmetros genéticos de populações.

Conforme coloca Falconer (1964), a variância genética aditiva, ou a variância dos valores reprodutivos, é o componente mais importante, já que é a principal causa da semelhança entre parentes e, portanto, o principal determinante das propriedades genéticas observadas da população e da resposta desta à seleção. A herdabilidade de um caráter quantitativo, que se define como o quociente da variância genética aditiva e a variância fenotípica, é uma de suas propriedades mais importantes, pelo seu papel preditivo, expressando a confiabilidade do valor fenotípico como indicação do seu valor reprodutivo.

Segundo SQUILLACE et al. (1967), as estimativas de herdabilidade são ajudas valiosas no planejamento de programas de melhoramento florestal que envolvem seleção, auxiliando no julgamento sobre a quantidade de esforço relativo que deve ser despendido em cada uma das características que se está melhorando. Isso tem particular interesse para a seleção em espécies florestais onde, em função do seu longo ciclo e de suas características específicas, o enfoque é mais para a sofisticação nos métodos de seleção do que nos métodos de melhoramento.

É importante dar-se conta de que a herdabilidade não é uma propriedade de um caráter unicamente, mas sim também da população e das circunstâncias ambientais a que estão sujeitos os indivíduos que compõem a mesma (FALCONER, 1964). ZOBEL (1961) mostra a importância desse fato em espécies florestais, sugerindo que as herdabilidades sejam obtidas para árvores em idade de corte, servindo as estimativas obtidas em idades anteriores somente como indicativas.

Quando se trata de obter informações experimentais com relação às variâncias genéticas, tanto os genótipos como os ambientes se convertem em amostras de ambas as categorias de população. Segundo VENCOVSKY (1969), tendo sido definida a população base de genótipos, a amostragem consiste em dela se obterem indivíduos com um certo grau de parentesco e das covariâncias entre esses indivíduos aparentados são estimadas as

variâncias genéticas da população base. Dessa forma, conforme FALCONER (1964), qualquer componente de variância entre grupos de indivíduos aparentados é igual à covariância dos membros desse grupo. A variância entre médias de famílias de meios-irmãos estima, portanto, a covariância genotípica de meios-irmãos, a qual equivale aproximadamente a um quarto da variância aditiva.

As estimativas de variância genética aditiva obtidas dessa forma não são livres das variâncias epistáticas. Segundo VENCOVSKY (1969), as variâncias epistáticas têm provavelmente valores muito menores do que a variância aditiva em populações panmíticas, costumando-se desprezá-las em experimentos nos quais elas não podem ser estimadas. Assim, segundo FALCONER (1964), qualquer estimativa da variância aditiva obtida dessa forma conterà também 1/16 da variância epistática aditiva por aditiva mais 1/64 da variância aditiva por aditiva, e assim por diante.

É de grande importância o conhecimento dos requisitos feitos para as interpretações genéticas dos componentes da variância. COMSTOCK & ROBINSON (1948) têm relacionado os seguintes requisitos básicos para essa interpretação:

- a. pareamento de indivíduos tomados ao acaso na produção de progênies experimentais.
- b. distribuição ao acaso dos genótipos nos distintos ambientes.
- c. ausência de efeitos maternos.
- d. herança regular diplóide.
- e. equilíbrio de ligação nas progênies amostradas.
- f. ausência de epistasia.

Para uma estimação ampla e sem restrições dos componentes da variância genética, conforme coloca VENCOVSKY (1969), uma condição é essencial: tanto os indivíduos aparentados que constituem o material experimental, como os da população-base, devem ser não endocruzados. Nesse sentido, NAMKOONG (1966), discorrendo sobre os problemas de ocorrência de endogamia e sua influência nos testes de progênies, levanta restrições sobre a estimativa de variâncias genéticas aditivas da população através da utilização de sementes de polinização livre. Se a endogamia prevalece, o teste de progênie de polinização aberta inflaria as estimativas da variância genética. Segundo ELDRIDGE (1978), existem evidências de que tanto autofecundações como cruzamentos ocorrem nos eucaliptos, porém, com predominância da alogamia.

É bem conhecido que o fenótipo reflete influências ambientais e genéticas e, além disso, que os genótipos respondem distintamente às variações ambientais. Essa resposta diferencial dos efeitos genotípicos e ambientais no desenvolvimento dos organismos dá origem ao importante grupo de parâmetros conhecido com o nome de interação de genótipo e ambiente. ROBINSON & COCKERHAM (1965) colocam que os parâmetros genéticos estimados devem ser independentes dos efeitos ambientais, condições que se satisfaz somente quando não existem interações com ambientes. Para contornar essa dificuldade é necessário testar os genótipos em uma série de ambientes, de maneira que se possam separar as variâncias genéticas da variância devida às interações de genótipos e ambientes. Desde que a maioria das estimativas de variâncias genéticas em espécies florestais é baseada em experimentos em um só ambiente, essas estimativas, segundo RINK & THOR (1976), podem estar infladas pela presença de uma interação de genótipos por ambientes.

Na estimação da variância devida à interação de genótipos e ambientes, VENCOVSKY (1978) levanta que esse componente é composto de duas partes, a saber: a)

uma devida à diferença na variabilidade genética do material dentro dos ambientes e b) uma segunda advinda da falta de correlação entre o material de um ambiente para o outro.

Segundo NAMKOOG et alii (1966), os efeitos de interação de genótipos e ambientes não têm sido considerados na maioria dos trabalhos, sendo normalmente incluídos no componente genético. O componente devido a interações de genótipos e ambientes tem, particularmente, alta importância em espécies florestais, principalmente porque o zoneamento ecológico para as espécies/procedências envolve regiões muito extensas, englobando ambientes bastante diversos, já que as plantações têm caminhado a cada ano para novas áreas.

Desde que a maioria dos caracteres de importância econômica, tal como a produção, é complexa quanto à sua herança e podem envolver diversos caracteres relacionados, o grau de correlação genotípica dos caracteres é um parâmetro também bastante importante (ROBINSON et alii, 1951).

Os caracteres correlacionados, conforme FALCONER (1964), são de interesse por duas razões principais: a) em conexão com as causas genéticas de correlação através da ação pleiotrópica dos genes e b) em conexão com as mudanças produzidas pela seleção, ou como o melhoramento de um caráter pode causar mudanças simultâneas em outros caracteres.

Nos estudos genéticos, é necessário distinguir duas causas de correlação entre os caracteres: a causa genética e a causa ambiental. Segundo VENCOVSKY (1978), a correlação devida a causas genéticas, e que mede a associação genética entre as duas características, interfere ou participa na seleção, sendo causada por efeitos pleiotrópicos dos genes ou então por falta de equilíbrio de ligação. O ambiente é uma causa de correlação nos casos em que dois caracteres estejam sendo influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais.

A estimação de correlações genéticas se baseia, conforme FALCONER (1964), na semelhança entre indivíduos aparentados, de forma análoga à obtenção das variâncias genéticas. Dessa forma, na análise de famílias de meios-irmãos, o componente de covariância entre progênies estima um quarto de covariância aditiva, ou seja, um quarto da covariância dos valores reprodutivos dos dois caracteres. A correlação genética entre caracteres assume grande importância quando se pratica a seleção num dado caráter e se quer prever a resposta em outro caráter correlacionado ao primeiro.

Afora os métodos descritos para obtenção de parâmetros genéticos da população, o método proposto por SAKAI & HATAKEYAMA (1963), sem a utilização de progênies, tem sido utilizado para espécies florestais por inúmeros autores. Segundo esse método, a partir da estimativa de variâncias entre parcelas de um talhão e a medida de mudanças na variância média da parcela quando o tamanho da parcela é variado, calcula-se a variância genética e ambiental da população em questão. O efeito de variabilidade ambiental é esperado que reflita na taxa em que as variâncias de parcelas variam com as mudanças no tamanho da parcela no talhão.

Segundo NAMKOONG & SQUILLACE (1970), esse método tem-se revelado satisfatório para inúmeras espécies, mostrando que as características analisadas por esse método tem que ter variâncias de parcelas que variam de acordo com uma função logarítmica de mudanças no tamanho da parcela. SAKAI & MUKAIDE (1967), acrescentam na fórmula de SAKAI & HATAKEYAMA (1963) o componente de variância competitiva além da genética e ambiental.

O método de SAKAI & HATAKEYAMA (1963) permite também a obtenção de estimativas de correlações genéticas entre características, muito embora tenha sido pouco comum na literatura. O coeficiente de correlação nesse caso não se refere à parte aditiva, mas sim no sentido amplo. SAKAI & MUKAIDE (1967) empregam o método, acrescido da componente competitiva, para a correlação entre altura e diâmetro em *Cryptomeria japonica*.

A estimativa do erro associada aos componentes de variância, bastante importante para a visualização do grau de confiança de estimativa do parâmetro, não tem sido calculada para a maioria dos casos em espécies florestais. Nos casos onde a mesma foi obtida, a estimativa foi feita através das informações obtidas da análise de variância dos testes de progênies, conforme as expressões apresentadas por VELO & VENCOVSKY (1974). As estimativas do erro associado a variâncias genéticas foram obtidas em espécies florestais por SMITH (1967), BRINGHAM et alii (1969), SHELBORNE, ZOBEL & STONE-CYPHER (1969), ELDRIDGE (1972), MATZIRIS & ZOBEL (1973), RINK & THOR (1976), dentre outros.

Segundo colocam VELO & VENCOVSKY (1974), o erro associado à variância genética obtido da análise de variância é inversamente proporcional aos graus de liberdade para progênies e resíduo, e ao número de repetições e de plantas por parcela. O número aproximado de observações requerido, segundo BOGYO (1964), para uma herdabilidade em torno de 0,20 e um erro padrão de 20%, seria de 4000 indivíduos, o que mostra o grau de confiabilidade dessas estimativas.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da população que deu origem às progênies

As progênies de polinização livre, para instalação dos ensaios, foram obtidas de árvores selecionadas fenotipicamente em uma população (população-base) de *E. grandis*, estabelecida com sementes provenientes de Coff's Harbour - N.S.W. Austrália (população original). Essa população base foi implantada em dois locais do Estado de São Paulo (Mogi Guaçu - SP e Salto - SP) em 1969, tendo sido efetuada, em 1975, a seleção das árvores e coleta das sementes para o estabelecimento dos ensaios.

A seleção fenotípica das árvores foi efetuada segundo o método de estratificação da população, com uma intensidade geral em torno de 1:5000, utilizando-se nesse critério principalmente as características de crescimento em altura e diâmetro e de forma do tronco das árvores. Foram coletadas, na população-base, sementes de polinização livre de 55 árvores, e que foram utilizadas para instalação dos testes de progênies.

Foram incluídas nos ensaios, além dessas progênies, uma testemunha referente à população base sem seleção, uma testemunha comercial (África do Sul) e pequenas amostras de progênies da Austrália e de Rio Claro -SP .

Especificação dos materiais nos locais de experimentação

Em cada um dos cinco locais de experimentação foi instalado um ensaio envolvendo progênies das árvores selecionadas, demais testemunhas e outras progênies, totalizando 64 tratamentos. A maior parte do número de progênies (49) e das testemunhas, referentes à população-base e ao material comercial, foram comuns a todos os locais e

experimentação. As amostras de progênies de outras populações, embora não sendo as mesmas, foram também colocadas nos cinco locais.

A caracterização dos locais de origem das sementes (população original), dos locais de estabelecimento da população-base que deu origem às progênies e dos locais de experimentação é especificada na Tabela 1.

TABELA 1. Características do local da população original, dos locais de instalação da população-base e dos locais de experimentação

Localidade	Latitude	Longitude	Altitude (m)
a. População original Coffs Harbour - NSW - Austrália	30° 00'S	152° 55'E	90
b. População base Mogi Guaçu - SP	22° 11'S	47° 07'W	600
Salto - SP	23° 09'S	47° 03'W	700
c. Experimentação Agudos - SP	22° 19'S	49° 04'W	550
Anhembi - SP	22° 40'S	48° 10'W	500
Brotas - SP	22° 20'S	48° 10'W	800
Lençóis Paulista - SP	22° 40'S	48° 25'W	600
Resende - RJ	22° 30'S	44° 30'W	500

Instalação dos ensaios

Os ensaios foram instalados nos cinco locais em novembro e dezembro de 1976, com mudas formadas em um só local (Brotas-SP). Na fase de formação de mudas praticou-se um raleamento, na fase de repicagem, eliminando-se as que não tivessem alcançado o porte para tal operação.

O delineamento utilizado para os cinco locais foi o látice 8 x 8 triplo, cujos 64 tratamentos incluíam progênies da população-base, testemunhas e progênies de outras populações.

As parcelas dos experimentos foram lineares e constituídas de 10 plantas, ao espaçamento de 3 x 2 metros, nos locais, Agudos e Resende, e retangulares com 25 plantas (5 x 5), ao mesmo espaçamento, com 9 plantas mensuráveis (3 x 3), nos locais Anhembi, Brotas e Lençóis.

Coleta de dados nos ensaios

Os ensaios foram avaliados no campo aos 24 meses de idade, coletando-se dados de crescimento em altura, sobrevivência de plantas, DAP (diâmetro à altura do peito) e de forma do tronco. O volume cilíndrico por parcela, uma característica obtida através dos dados combinados de altura, DAP e sobrevivência, foi incluído como parâmetro medidor de produção de madeira.

Para forma do tronco utilizou-se um critério subjetivo, a partir de notas visuais de 1 a 5, sendo a nota 1 para um tronco muito tortuoso e 5 para um tronco tendendo a retidão ou reto. Esse esquema de avaliação subjetiva, apesar de discutível, é uma das possibilidades

viáveis de realização de coleta de dados para características tais como forma do tronco. Inúmeros autores têm-se utilizado desse sistema podendo-se citar os trabalhos de SHELBOURNE (1970), ELDRIDGE (1972) e NIKLES (1973), dentre outros.

Análise estatística

A análise de variância individual para os dados de cada local foi a usual, segundo o esquema em látice proposto por COCHRAN & COX (1957).

O ajuste de totais de tratamentos e o quadrado médio do erro efetivo foram utilizados nos casos em que a eficiência do látice foi superior a 110%, segundo recomendam SNYDER (1966) e MIRANDA FILHO (1978). Nos casos de eficiência do látice inferiores a 110% foram utilizados para análise os totais de tratamentos não ajustados, juntamente com o erro da análise de variância segundo o esquema de blocos ao acaso.

A análise de variância conjunta para locais foi efetuada a partir de médias de tratamentos ajustados ou não ajustados, conforme o critério já estabelecido referente aos valores obtidos de eficiência dos látices. O erro utilizado nessa análise foi o erro médio entre os erros efetivos e os erros de blocos ao acaso, correspondentes aos tratamentos ajustados ou não ajustados, respectivamente.

As análises de covariâncias individuais, envolvendo pares das características avaliadas, foram realizadas segundo o método de Kempthorne (1966), citado por OERALDI (1977), com as progênes comuns aos cinco locais de experimentação.

Os quadrados médios para as características individuais (QM_x e QM_y) utilizados para o cálculo dos produtos médios foram os correspondentes das análises de variâncias individuais já discutidas.

As análises de covariâncias conjuntas entre características para locais foram realizadas a partir dos totais das análises em blocos ao acaso, juntamente com o erro médio das cinco análises de covariâncias individuais, considerando os respectivos graus de liberdade.

As estimativas de variâncias genéticas e não genéticas e de parâmetros afins para as características altura, DAP e forma do tronco foram extraídas das esperanças dos quadrados médios das análises de variâncias, em látice ou em blocos ao acaso que, segundo VENCOSKY (1978), se assemelham no que concerne à estimação dos componentes de variação.

Para a estimação de variâncias genéticas, no caso de utilização do látice, o quadrado médio de progênes foi obtido através de totais de tratamentos ajustados, incluindo somente as 49 progênes comuns aos cinco locais. O quadrado médio do erro utilizado foi o de erro efetivo, a partir da análise original do látice com 64 tratamentos, supondo a homogeneidade do erro experimental.

Dessa forma, para a estimativa da variância do erro, a partir de 64 tratamentos, foi necessário se dispor também da estimativa da variância dentro de parcelas para os 64 tratamentos. Assim, a estrutura da análise e suas respectivas esperanças dos quadrados médios, com base em médias de parcelas por planta, fica:

F.V.	G.L.	QM		E(QM)
Progênes ajustadas	p - 1	Q ₁	(1/ñ)	$\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_p^{2'}$
Erro efetivo	(k-1) (r-k-1)	Q ₂	(1/ñ)	$\sigma_d^2 + \sigma_e^2$
Dentro	ΣN_{1_1}	Q ₃		σ_d^2
Dentro'	ΣN_{1_2}	Q' ₃		$\sigma_d^{2'}$

$\sigma_p^{2'}$ = variância entre progênes; σ_e^2 = variância entre parcelas; σ_d^2 e $\sigma_d^{2'}$ = variância dentro de parcelas com 49 e 64 tratamentos, respectivamente; ΣN_{1_1} e ΣN_{1_2} = somatórias dos números de graus de liberdade dentro de parcelas para as 49 progênes comuns e para os 64 tratamentos, respectivamente; n = número de plantas por parcela (média harmônica).

O coeficiente de herdabilidade ao nível de plantas individuais, referente à seleção entre plantas em cada ensaio, fica então:

$$h_1^2 = \frac{4 \sigma_p^{2'}}{\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + \sigma_p^{2'}}$$

Essa estimativa de $\sigma_p^{2'}$ contém, na verdade, conforme colocam ROBINSON & COCKERHAM (1965), um componente adicional devido à interação (σ_{p1}^2), não sendo adequada para a estimativa do coeficiente de herdabilidade envolvendo todos os locais.

O coeficiente de herdabilidade para a seleção massa! dentro de famílias de meios-irmãos, para cada local de ensaio, foi obtido por:

$$h_d^2 = \frac{3 \sigma_p^{2'}}{\sigma_d^2}$$

considerando-se que dentro das progênes de meios-irmãos existem só 3/4 de variância genética aditiva.

O coeficiente de herdabilidade para seleção entre médias de famílias de meios-irmãos, dentro de cada ensaio, foi obtido a partir da seguinte expressão:

$$h_{m1}^2 = \frac{\sigma_p^{2'}}{\frac{\sigma_d^2}{r\tilde{n}} + \frac{\sigma_e^2}{r} + \sigma_p^{2'}}$$

As estimativas de variâncias a partir da análise conjunta nos cinco locais, visando principalmente a extrair da variância entre progênes o componente da interação progênes por locais, foram obtidos através da esperança dos quadrados médios da análise de variância conjunta, com a seguinte estrutura:

Da mesma forma que foi descrita para a análise individual, o quadrado médio para tratamentos na análise conjunta para locais foi obtido através de tratamentos ajustados (em látice) e de não ajustados (em blocos ao acaso), a partir das 49 progênes comuns aos cinco locais. O quadrado médio da interação de progênes por locais foi igualmente obtido de totais de tratamentos ajustados com 49 progênes em cinco locais. Para o erro médio, o cálculo do quadrado médio teve como base os erros efetivos da análise em látice e os erros da análise em blocos ao acaso, considerando-se nos dois casos os 64 tratamentos.

As estimativas de coeficientes de herdabilidade a diferentes níveis de unidade de seleção foram obtidas através das expressões de VENCOVSKY (1978).

O coeficiente de herdabilidade, ao nível de plantas individuais, para seleção entre plantas nos locais em conjunto, foi obtido por:

$$h_2^2 = \frac{4\sigma_p^2}{\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + \sigma_{p1}^2 + \sigma_p^2}$$

O coeficiente de herdabilidade para seleção entre médias de famílias de meios-irmãos para locais em conjunto fica:

$$h_{m2}^2 = \frac{\sigma_p^2}{\frac{\sigma_d^2}{1r\tilde{n}} + \frac{\sigma_e^2}{1r} + \frac{\sigma_{p1}^2}{1} + \sigma_p^2}$$

F.V.	G.L.	QM		E(QM)
Progênes	p - 1	Q ₁	(1/ \tilde{n})	$\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_{p1}^2 + sr\sigma^2$
Prog. x Local	(p - 1)(s - 1)	Q ₂	(1/ \tilde{n})	$\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_{p1}^2$
Erro médio	ΣN_{11}	Q ₃	(1/ \tilde{n})	$\sigma_d^{2'} + \sigma_e^2$
Dentro	ΣN_{12}	Q ₄		σ_d^2
Dentro'	ΣN_{13}	Q ₅		$\sigma_d^{2'}$

$\sigma_p^{2'}$ = variância entre progênes ao nível de plantas; σ_{p1}^2 = variância da interação de progênes por locais; σ_e^2 = variância entre parcelas ao nível de plantas; σ_e^2 = variância dentro de parcelas com 49 progênes; $\sigma_d^{2'}$ = variância dentro de parcelas com 64 tratamentos; ΣN_{11} = somatória do número de graus de liberdade para os erros das análises

individuais; ΣN_2 e ΣN_{13} = somatórias dos números de graus de liberdade dentro de parcelas para a 49 e 64 tratamentos, respectivamente.

O coeficiente de variação genética (CVg), tanto ao nível de ensaio individual como ao nível de locais em conjunto, foi obtido, ainda segundo VENCOVSKY (1978), por:

$$h_1^2 = \frac{4 \sigma_p^{2'}}{\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + \sigma_p^{2'}}$$

A estimativa de covariância entre progênes Cov_p para duas características. em cada local, foi obtida através da análise de covariância através das esperanças dos produtos médios, relativas à progênes e ao erro, pode ser calculada a covariância entre progênes, que juntamente com as variâncias entre progênes para as duas características individuais ($\sigma_p^{2'}(X)$ e $\sigma_p^{2'}(Y)$) permite estimar o coeficiente de correlação genética aditiva entre essas duas características, para um local, segundo FALCONER (1964), através de:

$$r'_{A(x,y)} = \frac{Cov'_p}{\sqrt{\sigma_{p(x)}^{2'} \times \sigma_{p(y)}^{2'}}$$

sendo $r'_{A(x,y)}$ coeficiente de correlação genética aditiva para as características x e y e considerando que a Cov'_p contém 1/4 da covariância aditiva; igualmente como na variância entre progênes, a covariância entre progênes determinada para um local contém também a covariância da interação de progênes por locais.

A correlação fenotípica ao nível de médias de progênes, entre pares de características, 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 progênes, da interação de progênes por locais e do erro entre parcelas, foram obtidas através da esperança dos produtos médios da análise de covariância conjunta, para o par das características em estudo, nos vários locais.

A covariância entre progênes obtidas dessa forma, e que se apresenta livre da covariância da interação de progênes por locais, juntamente com as variâncias entre progênes para as duas características individuais, e obtidas das respectivas análises de variâncias conjuntas para locais, permite obter a estimativa de correlação genética entre essas duas características, para os diversos locais, através de:

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

Da mesma forma, a correlação fenotípica entre médias de progênies, considerando os diversos locais, foi obtida por:

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

As estimativas de progressos genéticos para seleção nos ensaios foram obtidas através das expressões apresentadas por VENCOVSKY (1978).

Para cada característica e local, o progresso esperado na seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos, com seleção em ambos os sexos, através da transformação dos testes de progênies em "Pomar de Sementes por Mudas", foi obtido por:

$$G_s = \frac{k_1 (1/4) \sigma_A^2}{\sqrt{\frac{\sigma_d^2}{nr} + \frac{\sigma_e^2}{r} + \sigma_p^2}} + \frac{K_2 (2/3) \sigma_a^2}{\sqrt{\sigma_d^2}}$$

Sendo G_s = progresso esperado na seleção; k_1 e k_2 = intensidade de seleção entre e dentro de progênies, respectivamente; σ_A^2 = variância genética aditiva; σ_p^2 = variância entre progênies; σ_e^2 = variância entre parcelas; σ_d^2 = variância dentro de parcelas; r = número de repetições; n = número médio de plantas por parcela.

A seleção nos dois sexos, tanto entre como dentro de progênies, é possível nas plantas perenes, tais como as espécies florestais, devido à possibilidade de seleção num ano e recombinação em anos subsequentes, conforme relatado por NAMKOOG (1966). Essa é uma vantagem apresentada pelas plantas perenes em relação às plantas anuais, principalmente na seleção dentro de progênies, onde a mesma pode ser mais evidenciada.

O efeito da interação de genótipos por locais na seleção foi avaliado através da comparação entre a seleção de famílias para locais individuais e para locais em conjunto (seleção marginal). A perda devida à seleção marginal, relativamente à seleção maximizada, foi avaliada através da relação y_b/y_a , sendo: y_a a média dos diversos locais para as melhores famílias em cada local e y_b a média das melhores famílias para todos os locais em conjunto.

A estimativa de ganhos realizados para as diversas características, na seleção fenotípica das árvores que originaram as progênies, foi obtida pela diferença entre a média das progênies de árvore selecionadas e a média da população-base sem seleção utilizada como testemunha. Essas estimativas dão indicações das magnitudes de intensidades de

seleção utilizadas para cada característica na seleção fenotípica, além de ser um aferidor das estimativas de herdabilidades encontradas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados da avaliação de altura, DAP, volume cilíndrico, sobrevivência e forma do tronco das árvores, aos dois anos de idade.

Os resultados de médias de altura, DAP, sobrevivência, volume cilíndrico e forma do tronco dos ensaios nos cinco locais, para os diferentes tipos de progênes e testemunhas, são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Médias dos diversos tipos de progênes e testemunhas para as cinco características. nos cinco locais de ensaio. aos dois anos de idade

Características e tratamento	Locais					5 Locais	
	Agudos	Anhembi	Brotas	Lençóis	Resende	Média	(%)*
<i>Altura (m)</i>							
Média Geral	10,38	13,55	11,59	10,55	14,32	12,08	(102,98)
Prog. Selec.	10,55	13,60	11,70	10,76	15,67	12,46	(106,22)
Prog. Austr.	9,60	13,02	10,75	9,31	12,71	11,08	(94,46)
Test. Af. Sul	9,42	13,56	10,79	9,25	13,77	11,36	(96,85)
Test. Pop. Base	9,86	13,43	11,44	9,84	14,10	11,73	(100,00)
<i>Diâmetro (cm)</i>							
Média Geral	8,13	9,36	8,35	7,75	10,75	8,87	(100,45)
Prog. Selec.	8,29	9,38	8,40	7,85	10,91	8,97	(101,59)
Prog. Austr.	7,23	8,93	7,93	6,93	9,41	8,09	(91,62)
Test. Af. Sul	7,26	9,35	7,75	6,87	10,41	8,27	(93,66)
Test. Pop. Base	7,88	9,54	8,30	7,77	10,68	8,83	(100,00)
<i>Vol. Cil. (m³/ha)</i>							
Média Geral	86,04	150,13	103,69	109,61	223,66	134,63	(105,10)
Prog. Selec.	90,32	151,61	105,33	113,33	233,77	138,87	(108,41)
Prog. Austr.	60,60	134,14	89,19	79,41	136,07	99,88	(77,97)
Test. Af. Sul	63,14	142,86	83,87	80,62	191,53	112,40	(87,74)
Test. Pop. Base	78,69	149,81	103,61	96,47	211,93	128,10	(100,00)
<i>Falhas (%)</i>							
Media Geral	11,21	6,52	5,69	7,78	2,03	6,65	(79,45)
Prog. Selec.	11,35	6,05	5,56	7,19	1,48	6,33	(75,63)
Prog. Austr.	14,84	6,56	6,15	11,49	14,10	10,63	(127,00)
Test. Af. Sul	10,08	10,37	13,82	7,25	1,27	8,54	(102,27)
Test. Pop. Base	7,61	9,81	5,18	15,49	3,78	8,37	(100,00)
<i>Forma do tronco (notas)</i>							
Média Geral	3,10	2,88	2,86	3,00	3,10	2,99	(111,57)
Prog. Selec.	3,17	2,89	2,89	3,03	3,20	3,04	(113,43)
Prog. Austr.	2,92	2,86	2,79	2,72	2,59	2,78	(103,73)
Test. Af. Sul	2,89	2,82	2,89	2,66	2,69	2,79	(104,10)
Test. Pop. Base	2,82	2,76	2,34	2,79	2,69	2,68	(100,00)

Prog, Selec.: Progenies de árvores selecionadas; Prog. Austr.: Progenies da Austrália e Rio Claro; Test. Af. Sul: Testemunha comercial da África do Sul; Test. Pop. Base: população-base sem seleção que originou as progenies de árvores selecionadas,

* porcentagem em relação à população-base sem seleção tomada como 100%,

Os dados de médias de crescimento em altura de plantas aos dois anos confirmam o comportamento observado no primeiro ano de crescimento, mostrando o valor do material para as condições ensaiadas. O incremento em altura no segundo ano de crescimento foi diferencial nos vários locais, mostrando que o ritmo de crescimento em função de estágio de desenvolvimento pode variar em função das condições locais. Esse fato indica a necessidade de que haja precauções nas extrapolações de crescimentos de idades juvenis para idades mais avançadas, o que é bem enfatizado por VAN WYK (1976), KAGEYAMA (1977), dentre outros.

Os resultados obtidos, de médias de sobrevivência nas parcelas aos dois anos de idade, não revelam diferenças flagrantes comparativamente ao primeiro ano, mostrando que as falhas existentes foram devidas a fatores existentes, predominantemente na instalação do ensaio e no primeiro ano de crescimento. Os dados médios de DAP de plantas e volume cilíndrico de parcelas seguem as mesmas tendências que as observadas para altura de plantas; a forma do tronco, que será discutida mais detalhadamente, apresenta um comportamento geral diferente do obtido para as características de crescimento.

TABELA 3. Resultados das análises da variância individuais para as cinco características nos cinco locais de ensaio, envolvendo os 64 tratamentos e as 49 progênes comuns aos locais, aos dois anos de idade

Locais	Características	Média do ensaio	F tratamentos		Ef. Látice (%)	C.V. exp. (%)
			64 tratamentos	49 progênes		
Agudos	Altura (m)	10,38	1,65*	1,45*	176,71	9,3
	DAP (cm)	8,13	1,84**	1,90**	135,11	12,9
	Forma (nota)	3,10	2,96**	2,74**	102,30	5,0
	Vol. Cil. (m ³ /ha)	86,04	2,33**	1,95**	128,74	26,7
	Falha %	11,21	1,81**	2,22**	113,42	56,7
Anhembi	Altura (m)	13,55	1,84**	2,09**	188,13	5,9
	DAP (cm)	9,36	1,53*	1,33	106,12	8,0
	Forma (nota)	2,88	2,87**	3,11**	103,80	5,1
	Vol. Cil. (m ³ /ha)	150,13	1,70**	1,63*	105,04	19,5
	Falha %	6,52	1,34	1,25*	125,82	64,3
Brotas	Altura (m)	11,60	1,68**	1,32	103,67	8,7
	DAP (cm)	8,35	1,48*	1,31	109,24	11,5
	Forma (nota)	2,86	2,53**	2,33**	124,05	6,4
	Vol. Cil. (m ³ /ha)	103,69	1,07	1,01	112,59	27,3
	Falha %	5,69	1,12	1,01	100,84	82,3
Lençóis	Altura (m)	10,55	2,19**	2,11**	109,07	9,9
	DAP (cm)	7,75	1,33	1,32	100,51	12,8
	Forma (nota)	3,00	2,42**	2,30**	113,37	4,9
	Vol. Cil. (m ³ /ha)	109,08	2,45**	2,14**	103,01	29,2
	Falha %	7,78	3,64**	3,06**	109,63	61,9
Resende	Altura (m)	14,32	2,20**	1,86**	119,82	7,3
	DAP (cm)	10,75	2,19**	1,83**	101,36	8,8
	Forma (nota)	3,10	3,33**	2,30**	127,66	5,9
	Vol. Cil. (m ³ /ha)	223,66	2,78**	1,95**	107,11	19,7
	Falha %	2,03	3,17**	1,69**	103,36	73,7

F tratamento: teste F para tratamento da Anava para 64 tratamentos e as 49 progênes comuns aos 5 locais; Ef. Látice: eficiência do látice; C.V.exp.: coeficiente de variação experimental; Vol. Cil. : volume cilíndrico.

* significância ao nível de 5%

** significância ao nível de 1%

A superioridade das progênes das árvores selecionadas, relativamente à população-base sem seleção, foi variável para as diferentes características estudadas. A superioridade média para os cinco locais foi maior para a sobrevivência (24,37%), vindo a seguir a forma do tronco (13,43%), o volume cilíndrico (8,41 %), a altura (6,22%) e, por último, o DAP (1,59%). Esses valores encontrados, e que refletem a resposta à seleção fenotípica efetuada, são devidos às diferentes pressões impostas na seleção para as características e/ou às herdabilidades diferenciais para as mesmas.

A partir dessas estimativas de ganhos realizados, com a utilização de progênies de polinização livre, podem-se prever ganhos significativos quando se extrapolam esses valores para a seleção em ambos os sexos. Essa situação, que seria obtida através da instalação dos "Pomares de Sementes Clonais", permitiria a predição de um ganho genético em tomo de 26,86% para a forma do tronco, 16,82% para o volume de madeira, 12,44% para a altura das plantas e 3,18% para o DAP de plantas, o que representaria um avanço significativo para essas características, considerando que somente um ciclo de seleção foi envolvido. Essas predições de ganhos genéticos estão de acordo com estimativas efetuadas por SHELBOURNE (1970a) e ELDRIDGE (1978).

Resultados das análises da variância individuais e conjuntas para as cinco características, aos dois anos de idade.

Os resultados obtidos das análises da variância individuais para as características altura, DAP, forma do tronco, volume cilíndrico e sobrevivência das plantas, nos cinco locais de ensaios, são apresentados na Tabela 3.

As variações genéticas entre tratamentos foram detectadas para todas as características em todos os locais, muito embora os valores tenham variado tanto entre locais como entre características. Considerando-se as características estudadas, a forma do tronco e a altura de plantas foram as que mostraram variações genéticas em todos os cinco locais, vindo a seguir o volume cilíndrico de parcelas e o DAP de plantas, em que as variações genéticas foram detectadas em quatro locais, e por último a sobrevivência nas parcelas em três locais somente.

Os diferentes comportamentos dos tratamentos nos diversos locais podem ser interpretados como uma expressão diferencial dos materiais genéticos de local para local, e que refletiria na interação de tratamentos por locais (VENCOVSKY, 1978), ou mesmo em função da variação do erro experimental entre locais. De fato, os coeficientes de variação experimentais foram mais baixos e pouco variáveis para a forma do tronco e a altura de plantas, intermediários e mais variáveis para o volume cilíndrico e o DAP de plantas, e extremamente altos e também variáveis para a sobrevivência de plantas. Surpreendentemente, a forma do tronco, avaliada subjetivamente, foi a característica que revelou os valores mais baixos para os coeficientes de variação das análises de variância, mostrando portanto maior precisão experimental. Isso indica que a forma do tronco, do modo como foi avaliada, apresentou uma boa eficiência experimental dentro de cada local de ensaio.

Os valores de F da análise de variância para as 49 progênies comuns aos cinco locais foram, no geral, mais baixos que os observados para os 64 tratamentos, e que incluem as testemunhas. Isso se deve ao fato de que a inclusão das testemunhas no ensaio, que foram variavelmente inferiores às progênies de árvores selecionadas, aumentou a variabilidade entre tratamentos. Deve-se considerar que, mesmo com a variação diminuída entre progênies, o resultado geral pouco se alterou em termos de detecção de variabilidade genética, para as cinco características e os cinco locais.

Os valores encontrados para as eficiências dos látices, considerando-se um limite de 110% (SNYDER, 1966 e MIRANDA FILHO, 1978), mostraram-se variáveis tanto entre locais como entre características dentro de locais. Das 25 eficiências encontradas, 11 se mostraram acima de 110% e 14 abaixo desse limite, confirmando a justificativa da instalação dos experimentos em látice.

A avaliação do efeito de progênies, de locais e da interação entre estes dois fatores pode ser melhor compreendida através dos resultados da análise conjunta para locais, envolvendo as cinco características, e que são expressas na Tabela 4.

TABELA 4. Resultados das análises da variância conjuntas para as cinco características envolvendo as 49 progênies comuns aos cinco locais, aos dois anos de idade

Características	Médias gerais	F progênies	F locais	F prog. X locais	C.V. exp. (%)
Altura (m)	12,23	2,03**	316,98**	1,46**	8,1
DAP/(cm)	8,97	1,65**	173,72**	1,37**	10,6
Forma (notas)	3,04	3,84**	20,53**	1,60**	5,5
Vol. Cil. (m ³ /ha)	139,26	2,07**	280,13**	1,47**	24,8
Falhas (%)	6,65	1,33	18,05**	1,77**	71,9

C.V. exp. (%): coeficiente de variação experimental em porcentagem; Vol. Cil. (m³/ha): volume cilíndrico em metros cúbicos por hectare; ** significância ao nível de 1%.

Das cinco características analisadas, a altura, o DAP de plantas, a forma do tronco e o volume cilíndrico das árvores apresentaram variações genéticas significativas entre progênies, detectadas pelos respectivos valores de F das análises de variância conjuntas. Somente para a sobrevivência de plantas nas parcelas não foram detectadas tais variações ao nível de progênies.

Os efeitos de locais, a julgar pelos valores respectivos dos F das análises de variância, foram os que se mostraram mais altos para todas as características estudadas. A variação devida a locais foi mais expressiva para as características de crescimento de plantas (altura, DAP e volume cilíndrico) do que para a forma do tronco e a sobrevivência de plantas, mostrando que estas últimas foram menos afetadas por variações de sítios, nas condições estudadas. A variação relativamente pequena para forma do tronco deveu-se, provavelmente, ao caráter subjetivo da avaliação dessa característica, podendo ter havido pequenas variações no critério de atribuição de notas entre locais, muito embora se tenha tido uma boa precisão experimental dentro de cada local. A forma do tronco das árvores tem sido citada como de alta herdabilidade e, portanto, pouco influenciável pelo ambiente, conforme enfatiza SHELBOURNE (1970b), sendo possivelmente também uma das causas de menor efeito de locais para essa característica.

O efeito da interação de progênies por locais mostrou-se significativo para todas as características estudadas, muito embora essa variação tenha sido, no geral, de menor magnitude do que para locais e para progênies. Essa interação de progênies por locais, segundo VENCOVSKY (1978), inclui os dois componentes da interação, ou seja, o devido à diferença na variabilidade entre progênies e o devido à falta de correlação entre os materiais de um local para outro. Para propósitos de seleção de progênies dentro dos ensaios o segundo componente da interação é que seria mais importante, enquanto para a estimação de variâncias genéticas os dois componentes dessa interação deveriam ser extraídos para a obtenção das estimativas.

Estimação de variâncias genéticas e de coeficientes de herdabilidade para a altura, o DAP e a forma do tronco das árvores nos cinco locais de ensaios, aos dois anos de idade.

As estimativas de herdabilidade ao nível de plantas individuais, ao nível de médias de famílias e ao nível de plantas dentro de famílias, obtidas a partir das estimativas de variâncias genéticas e não genéticas, são apresentadas na Tabela 5.

TABELA 5. Estimativas de coeficientes de herdabilidade (%) ao nível de plantas individuais (h_1^2 e h_2^2), ao nível de médias de famílias (h^2m_1 e h^2m_2) e ao nível de plantas dentro de famílias (σ_{d1}^2 e σ_{d2}^2) para altura, DAP e forma do tronco, nos cinco locais

Características		Locais					h^2	Análise conjunta
		Agudos	Anhembi	Brotas	Lençóis	Resende		
Altura (m)	h_1^2	10,6	33,5	24,6	38,6	24,3	h_1^2	10,0
	h^2m_1	28,7	55,1	32,5	47,5	47,1	h^2m_2	50,7
	h^2d_1	8,9	31,0	29,1	43,0	22,3	h^2d_2	9,6
DAP (cm)	h_1^2	20,2	14,3	12,6	8,4	18,2	h_2^2	4,9
	h^2m_1	47,1	26,9	27,2	21,7	47,4	h^2m_2	39,4
	h^2d_1	17,0	15,6	11,7	7,3	15,3	h^2d_2	4,3
Formas do tronco (notas)	h_1^2	32,9	36,3	30,5	28,1	28,8	h_2^2	18,3
	h^2m_1	64,9	68,7	59,3	58,9	58,5	h^2m_2	73,7
	h^2d_1	27,5	30,4	26,3	23,3	25,0	h^2d_2	15,5

h_1^2 e h_2^2 : herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas nos diferentes locais e em conjunto, respectivamente.

h^2m_1 e h^2m_2 : herdabilidade ao nível de famílias para locais individuais e para locais em conjunto, respectivamente.

h^2d_1 e h^2d_2 : herdabilidade ao nível de plantas dentro de famílias para locais individuais e para locais em conjunto, respectivamente.

Os valores encontrados para as estimativas de herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas variaram tanto entre locais como entre características dentro de locais. As herdabilidades médias obtidas para os cinco locais foram de 25,2% para a altura de plantas, 15,5% para o DAP de plantas e de 31,4% para a forma do tronco. Esses valores estimados, que mostram uma tendência para maior herdabilidade, na ordem, para a forma do tronco, vindo a seguir a altura de plantas e por fim o DAP de plantas, são coerentes com os observados na literatura para outras espécies florestais (SHELBOURNE, ZOBEL & STONECYPHER, 1969; MATZIRIS & ZOBEL, 1973; ELDRIDGE, 1972, VAN WYK, 1976 e outros).

As estimativas dessas herdabilidades individuais para cada local foram obtidas não se separando a variância da interação de progênies por locais da variância devida a progênies, sendo, portanto, válidas somente para os locais de ensaios onde as mesmas foram determinadas, conforme colocam ROBINSON & COCKERHAM (1965). A herdabilidade ao nível de plantas, obtida a partir da análise conjunta, envolvendo os cinco locais, seria a mais adequada para a seleção individual envolvendo toda a região abrangida

pelos ensaios. As herdabilidades obtidas a partir das análises conjuntas para locais, com valores de 18,3% para a forma do tronco, 10,0% para a altura de plantas e 4,9% para o DAP de plantas, foram bem inferiores às médias obtidas dos locais individuais, mostrando que o componente da interação de progênes por locais foi preponderante na redução dos valores das herdabilidades ao nível de locais em conjunto. Essa redução citada foi maior para o DAP de plantas do que para a altura de plantas e que, por sua vez, foi maior do que para a forma do tronco, refletindo a magnitude da interação de progênes por locais para as características. Os dois componentes dessa interação, analisados por VENCOVSKY (1978), não foram separados, porém, devem ser lembrados quando se discute o seu papel na herdabilidade e na seleção. De fato, se o componente devido à não-correlação entre os materiais é mais importante na interação, ter-se-á, maior restrição na seleção; se o componente devido à diferença na variabilidade genética do material dentro dos ambientes é mais importante, o maior reflexo será, na diminuição da herdabilidade para locais em conjunto. Certamente, os dois componentes devem co-existir na maioria dos casos.

As herdabilidades ao nível de médias de famílias, para locais individuais, foram bem superiores às obtidas ao nível de plantas, variando de 28,7% (Agudos) a 55,1% (Anhembi) para a altura de plantas, de 21,7% (Lençóis) a 47,4% (Resende) para o DAP de plantas e de 58,5% (Resende) a 68,7% (Anhembi) para a forma do tronco. Por outro lado, essas herdabilidades obtidas ao nível de locais em conjunto tiveram valores também bastante altos e semelhantes às médias das herdabilidades individuais nos diversos locais.

As herdabilidades ao nível de plantas dentro de famílias, para locais individuais, mostraram magnitudes semelhantes às herdabilidades ao nível de plantas individuais, variando de 8,9% (Agudos) 42,9% (Lençóis) para a altura de plantas, de 7,31% (Lençóis) a 17,0% (Agudos) para DAP de plantas e de 23,3% (Lençóis) a 30,4% (Anhembi) para a forma do tronco. Essas herdabilidades tiveram também seus valores reduzidos quando estimadas ao nível de locais em conjunto, da mesma forma que as herdabilidades ao nível de plantas individuais, tendo reflexos na seleção ao nível de plantas dentro de famílias para os locais conjuntamente.

Para os três tipos de herdabilidades apresentados, vale ressaltar, a obtida para a forma do tronco, sempre se revelou de maior magnitude que para a altura de plantas e esta, por sua vez, de maior magnitude que para o DAP de plantas. Esse fato vai ao encontro dos resultados obtidos na literatura pela maioria dos autores que trabalharam com outras essências florestais, mostrando que o controle genético para essas características tem um comportamento mais ou menos similar para as diferentes espécies. Como na definição da estratégia de melhoramento com as espécies a herdabilidade das características tem um papel fundamental, é bastante válido o que coloca TODA (1972), no que se refere ao método de melhoramento que se deve aplicar a cada característica e em cada ciclo de seleção. As características com herdabilidades notadamente altas podem ser efetivamente melhoradas através de seleção massal, enquanto que, para as que apresentam baixas herdabilidades, a seleção por família seria muito mais eficiente. Naturalmente, na definição dessa estratégia, ou seja, de como trabalhar com as diferentes características, tem bastante importância o valor econômico das mesmas, o que depende do produto final a que se destina a madeira.

Para a obtenção das estimativas dos diversos tipos de herdabilidade apresentados, considerou-se a relação de meios-irmãos para as progênes envolvidas, assim como considerou-se negligível a ocorrência de endogamia na população-base em estudo, condições indispensáveis preconizadas por VENCOVSKY (1969). Segundo coloca

NAMKOONG (1966) com a presença de endogamia - ou por ocorrência de autofecundação, ou por restrição no tamanho efetivo da população - o teste de progênie de polinização aberta inflaria as estimativas da variância genética. Não existem ainda indicações seguras sobre o papel da autofecundação no sistema reprodutivo do *Eucalyptus grandis*. Segundo PRYOR (1961) e ELDRIDGE (1978), existem evidências de que haja predominância de alogamia nas populações de espécies de eucaliptos, muito embora VAN WYK (1978) relate que uma taxa significativa de autofecundação possa ocorrer nessas espécies.

Dessa forma, as estimativas obtidas dos parâmetros genéticos da população de *Eucalyptus grandis* estudada poderão estar superestimadas, se houver ocorrência de endogamia nessa população. No entanto, a relação entre as herdabilidades para as características estudadas não é alterada por esse fenômeno, não invalidando, portanto, essa conclusão.

A estimativas de variâncias genéticas aditivas, de coeficientes de variação genética e de relações coeficientes de variação genética e coeficientes de variação experimental, para a altura, o DAP e a forma do tronco das árvores, nos cinco locais de ensaios, são expressos na Tabela 6.

O coeficiente de variação genética, que expressa, em porcentagem da média geral, a quantidade de variação genética existente entre as progênies, foi estimado para as características nos locais individuais, revelando valores similares para as três características. Nas análises individuais os coeficientes de variação genética variaram de 3,4% (Agudos) e 5,6% (Lençóis) para a altura de plantas, de 2,8% (Anhembí) a 6,9% (Agudos) para o DAP de plantas e de 3,3% (Lençóis) a 4,4% (Anhembí) para a forma do tronco. Os coeficientes de variação genética médios para os cinco locais foram de 4,1 %, 4,6% e 4,0% para a altura, o DAP e a forma do tronco das árvores, respectivamente. Esses valores, quando comparados com os dados de populações panmíticas em geral, mostram razoável variação genética e que pode ser explorada através de seleção. Deve-se ressaltar que não houve tendência de correlações entre esses valores encontrados e as estimativas de herdabilidades correspondentes.

TABELA 6. Estimativas de variância genéticas aditivas (σ^2_A), coeficientes de variação genética (CVg) e relações coeficientes de variação genética/coeficientes de variação experimental (CVg/Cve) para a altura, o DAP e a forma do tronco de árvores, nos cinco locais de ensaios

Parâmetros	Características	Locais					Conjunta
		Agudos	Anhembí	Brotas	Lençóis	Resende	
σ^2_A	Altura (m)	0,5072	0,9900	0,6528	1,4884	1,2892	0,3900
	DAP (cm)	1,3200	0,2840	0,4508	0,3612	1,0676	0,2172
	Forma (notas)	0,0192	0,0228	0,0216	0,0132	0,0192	0,0112
CVg (%)	Altura (m)	3,4	3,7	3,5	5,6	3,9	2,6
	DAP (cm)	6,9	2,8	4,0	3,8	4,5	2,6
	Forma (notas)	3,9	4,4	4,3	3,3	3,9	3,0
CVg/Cve	Altura (m)	0,36	0,62	0,38	0,58	0,53	0,31
	DAP (cm)	0,54	0,35	0,35	0,30	0,54	0,25
	Forma (notas)	0,77	0,84	0,67	0,67	0,65	0,55

A relação entre coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental foi estimada para as três características nos cinco locais, mostrando valores mais elevados para a forma do tronco, com média aritmética de 0,72, vindo a seguir a altura de plantas com 0,49 e por último O DAP de plantas com 0,42. Segundo VENCOVSKY (1978), quando essa relação é igualou maior que 1,0, em ensaios de progênies de milho, a condição é altamente favorável para a seleção. A julgar pelos valores encontrados, pode-se desprender que a condição mais favorável para a seleção dentro do ensaio seria para a forma do tronco. De fato, o menor erro experimental e a maior herdabilidade associados a essa característica confirmam essa afirmativa.

Estimação de ganhos genéticos com a seleção entre e dentro de progênies para a altura, o DAP e a forma do tronco das árvores, nos cinco locais de ensaio, aos dois anos de idade.

A seleção entre e dentro de progênies, com posterior desbaste dos indivíduos inferiores, caracteriza um método de melhoramento denominado "Pomar de Sementes por Mudas" utilizando-se o próprio material de ensaio para a produção de sementes melhoradas. Esse método, discutido detalhadamente por NAMKOONK (1966) é de alta importância para as espécies de ciclo reprodutivo mais curto e que apresentam dificuldades na propagação vegetativa, tais como os eucaliptos, conforme enfatiza SHELBOURNE (1970).

Nesse caso, a seleção teria validade somente quando realizada ao nível de locais, já que ao nível de locais em conjunto a seleção só poderia ser aproveitada através da propagação vegetativa, o que descaracterizaria o método citado. Além do mais, no caso da seleção por local individual aproveitar-se-ia também a variância devida à interação de progênies por locais, que tem se mostrado significativa, conforme já discutido anteriormente.

Em função do esquema inicial de instalação dos ensaios, com espaçamentos iniciais de 3 x 2 metros, e considerando que a densidade mínima recomendada para produção de sementes florestais está em torno de 50 a 80 árvores por hectare, existe um limite de seleção dentro dos ensaios de progênies, que estaria entre 3 e 5% da população original. Para um limite de 3% de seleção total, podem-se ter diversas combinações de porcentagem para a seleção entre e dentro de progênies. Visando a fornecer subsídios para melhor discernimento sobre a estratégia a ser adotada, em termos de prioridade a ser dada para cada característica em estudo, adotou-se uma seleção de 30% entre famílias e de 10% dentro de famílias, que é coerente com o que se vem fazendo na prática para instalação dos "Pomares de Sementes por Mudas". As predições de ganhos genéticos comparados com a seleção entre e dentro de progênies, para as características independentes, são apresentadas na Tabela 7.

Os ganhos médios genéticos estimados, a partir das porcentagens de seleção pré-determinadas, mostram valores médios bastante similares para as três características estudadas. A seleção entre progênies dentro dos ensaios revela estimativas de ganhos em média de 3,09% para a altura de plantas, 3,28% para o DAP de plantas e de 3,66% para a forma do tronco. A seleção dentro de progênies, por sua vez, prediz ganhos médios de 5,32% para altura de plantas, de 4,59% para DAP de plantas e de 5,50% para forma do tronco. Os ganhos totais médios previstos para a seleção combinada, entre e dentro de progênies seriam, portanto, de 8,41%, 7,87% e 9,16% para a altura, o DAP e a forma do tronco, respectivamente. Deve-se ressaltar que as variações de herdabilidades,

principalmente aquelas ao nível de progênies e ao nível de plantas dentro de progênies, diretamente envolvidas nessas predições, não foram determinantes na variação dos ganhos estimados.

TABELA 7. Estimativas de ganhos genéticos (%) com a seleção entre e dentro de famílias, envolvendo as características altura, DAP e forma do tronco das árvores, nos cinco locais de ensaios

Características	Nível de seleção	Locais					Média
		Agudos	Anhemi	Brotas	Lençóis	Resende	
Altura (m)	Entre progênies	2,08	3,16	2,28	4,53	2,88	3,09
	Dentro progênies	2,65	5,43	4,97	9,91	4,56	5,32
	Total	4,73	8,59	7,25	14,44	7,44	8,41
DAP (cm)	Entre progênies	5,52	1,71	2,42	2,07	3,78	3,28
	Dentro progênies	7,62	2,99	3,64	2,75	4,94	4,59
	Total	13,14	4,70	6,06	4,82	8,72	7,87
Forma (notas)	Entre progênies	3,64	4,27	3,86	2,94	3,43	3,66
	Dentro progênies	5,45	6,53	5,91	4,25	5,16	5,50
	Total	9,09	10,80	9,77	7,19	8,59	9,16

Entre progênies: seleção de 30% das progênies ($i = 1,16$) em porcentagem da média das progênies.

Dentro progênies: seleção de 10% das árvores dentro das progênies ($i = 1,54$) em porcentagem da média das progênies.

Os ganhos genéticos esperados com a seleção dentro de progênies foram sempre superiores aos ganhos estimados para a seleção entre progênies, para as três características estudadas, numa proporção em média de 60% para 40%. Esta também é a relação entre as intensidades de seleção utilizadas para a seleção dentro e entre progênies. Esse fato faz com que, para o presente caso, o maior de terminante para os ganhos previstos na seleção dentro dos ensaios seja a intensidade de seleção utilizada.

Da forma como foram estimados os ganhos genéticos para as três características, percebe-se que esses ganhos previstos não podem ser obtidos simultaneamente para a altura, o DAP e a forma do tronco, já que os mesmos foram determinados independentemente. Essas informações, como já enfatizado, servem para a orientação de como proceder na continuidade de melhoramento do material genético em questão. As considerações sobre os valores econômicos das características, aliadas aos resultados obtidos acerca das estimativas de ganhos para cada uma delas, é que irão permitir a definição de qual ou quais características deverá (ão) ser incluída (s) nessa fase de seleção.

Diante do exposto, pode-se considerar que, em função dos grandes avanços genéticos verificados para a forma do tronco, constatados tanto pelas estimativas de ganhos realizados, como pelas observações visuais da forma do tronco das árvores das progênies, a seleção dentro dos ensaios deveria ser mais centrada nas características de crescimento (Altura e DAP de plantas) do que na forma do tronco

Uma outra opção seria a de realizar a seleção entre progênies para forma do tronco e a seleção dentro de progênies para as características de crescimento. No entanto, o mais

razoável na prática seria conduzir-se a seleção simultânea para as características, dando-se os pesos devidos às mesmas, através de um índice de seleção empírico conforme relatado por KAGEYAMA (1977). O maior aprofundamento da discussão sobre o assunto deve envolver o aspecto de correlação entre as características estudadas, que será discutido na seção seguinte deste trabalho.

Uma outra opção em termos de estratégia de melhoramento seria a seleção das melhores progênies do ensaio, e a volta às árvores originais da população-base que geraram essas progênies. Isso poderia ser efetuado através da coleta de sementes dessas árvores selecionadas, ou então da propagação dessas árvores em áreas propícias para produção de sementes, e que caracterizaria o "Pomar de Sementes Clonal Testado". Nesse caso, a seleção poderia ser efetuada ao nível de médias de progênies para locais individuais ou então através de seleção marginal, ou envolvendo os locais em conjunto.

Os resultados da seleção das 15 melhores progênies, por locais individuais e por locais em conjunto, para altura, DAP e forma do tronco das árvores, são apresentados na Tabela 8.

A perda percentual em eficiência pela utilização da seleção marginal, ou a seleção pela média dos locais, em relação à seleção por locais individuais, foi, em média bastante similar para as três características, variando substancialmente entre os locais. Os valores encontrados para a relação entre os ganhos estimados para a seleção marginal e a seleção por locais variou de 41,3% a 61,4%, com média de 56,6%, para altura de plantas; de 27,1 a 80,8%, com média de 55,7%, para DAP de plantas e de 26,7% a 71,4%, com média de 63,9%, para forma do tronco.

TABELA 8. Médias das 15 progênies de melhor comportamento através da seleção marginal (y_b) e da seleção por locais (y_a) e a relação porcentual entre os ganhos estimados nos dois tipos de seleção para as três características nos cinco locais de ensaios, aos dois anos de idade

Características e Tipos de seleção	Locais					Média
	Agudos	Anhembi	Brotas	Lençóis	Resende	
<i>Altura (m)</i>						
Médias das progênies (y)	10,54	13,61	11,67	10,81	14,51	12,23
Seleção por locais (y_a)	11,29	14,25	12,38	11,69	15,34	12,99
Seleção marginal (y_b)	10,85	13,89	12,21	11,35	14,98	12,66
$(y_b - y) / (y_a - y)$ (%)	41,3	43,8	43,2	61,4	56,6	56,6
<i>DAP (cm)</i>						
Médias das progênies (y)	8,31	9,38	8,37	7,88	10,92	8,97
Seleção por locais (y_a)	9,25	9,90	9,03	8,58	11,60	9,67
Seleção marginal (y_b)	9,07	9,60	8,67	8,07	11,40	9,36
$(y_b - y) / (y_a - y)$ (%)	80,8	42,3	45,5	27,1	70,3	55,7
<i>Forma (notas)</i>						
Médias da progênies (y)	3,17	2,89	2,89	3,03	3,24	3,03
Seleção por locais (y_a)	3,49	3,24	3,30	3,33	3,62	3,39
Seleção marginal (y_b)	3,39	3,14	3,15	3,11	3,51	3,26
$(y_b - y) / (y_a - y)$ (%)	68,7	71,4	63,4	26,7	71,1	63,9

Esses resultados sugerem que a seleção por locais seria muito mais eficiente que a seleção marginal, confirmando a existência de uma expressiva interação de progênies por locais. Uma outra opção viável seria a de se agruparem determinados locais com menor expressão dessa interação, e nesses locais se promover a seleção por médias de locais.

A partir dos dados da Tabela 8 pode-se ainda depreender que a seleção das 15 melhores progênies para cada local permite uma estimativa de ganho médio de 6,12% para a altura de plantas, ou 7,80% para o DAP de plantas, ou ainda de 11,88% para a forma do tronco, em relação à média das progênies. Esse ganho, como já colocado, refere-se ao avanço genético que se espera pela utilização de sementes das árvores que geraram as progênies selecionadas nos ensaios. Por outro lado, ao se agruparem essas árvores através de propagação vegetativa, os ganhos estimados para a seleção ao nível de médias de progênies devem ser acrescidos dos ganhos relativos à seleção fenotípica, já relatados anteriormente, e que então revelam estimativas de ganhos bem mais expressivas. Nesse caso, os ganhos esperados seriam, em média, da ordem de 21,48% para altura de plantas, de 19,03% para DAP de plantas e de 52,9%; para forma do tronco das árvores. Naturalmente, como esses valores de ganhos foram gerados pela somatória de estimativas obtidas por formas diferentes, os erros devem-se acumular, o que sugere cautela na sua utilização, muito embora esses dados já sejam muito importantes para que se possa discutir as possibilidades e perspectivas no melhoramento da população de *E. grandis* em questão.

Como esses ganhos estimados, principalmente os relativos aos obtidos na seleção dentro de progênies, foram considerados independentemente já que a intensidade de seleção para uma característica restringe a seleção para as outras, é de capital importância que se enfoquem as correlações genéticas como intrínsecas ao processo de seleção.

Coefficientes de correlações genéticas e fenotípicas entre as características de altura, DAP, volume cilíndrico e forma do tronco das árvores, nos cinco locais de ensaio, aos dois anos de idade.

As correlações genéticas aditivas ao nível de plantas e as correlações fenotípicas ao nível de famílias entre as características altura, DAP, volume cilíndrico e forma do tronco das árvores, estima das para os cinco locais de ensaios, são apresentada na Tabela 9.

As estimativas obtidas de correlações genéticas aditivas ao nível de plantas individuais, apesar de se mostrarem variáveis de local para local, apresentam uma nítida tendência para maior correlação entre determinadas características e para a falta de correlação entre outras. Assim, as características, associadas ao crescimento das árvores mostram entre elas correlações genéticas aditivas, em geral, de alta magnitude, indicando reflexo de uma característica sobre a outra quando se pratica a seleção para uma delas. Essas correlações altas e positivas estão de conformidade com os resultados obtidos pela maioria dos autores, em diferentes espécies florestais, podendo-se destacar os trabalhos relatados por SEHLBORNE, ZOBEL & STONECYPHER (1969). MATZIRIZ & ZOBEL (1973), VAN WYK (1976), SAKAI & MUKAIDE (1967), dentre outros.

As características associadas ao crescimento das árvores, por sua vez, não se mostraram correlacionadas com a forma do tronco das árvores, a julgar pelos baixos valores encontrados para as correlações genéticas aditivas ao nível de plantas entre altura, DAP e volume cilíndrico, das árvores com a forma do tronco. Esse fato é de suma importância, já que em principio pode-se propor a condução da seleção para as características de crescimento ou de forma do tronco, independentemente, sem a preocupação de interferência de uma sobre a outra, o que dá maior liberdade ou opção para a definição da estratégia a ser seguida na seleção.

TABELA 9. Estimativas de correlações genéticas aditivas (r_A) nível de plantas e de correlações fenotípicas (r_F) nível de médias de progênies entre altura, DAP, volume cilíndrico e forma do tronco das árvores, nos cinco locais de ensaios

Características e correlações	Locais					5 locais conjunta
	Agudos	Anhembi	Brotas	Lençóis	Resende	
Alt. x DAP						
r_A	0,64	0,54	0,91	0,93	0,94	0,76
r_F	0,53	0,50	0,89	0,85	0,77	0,74
Alt. x Vol.						
r_A	0,58	0,75	0,79	0,94	0,97	0,96
r_F	0,50	0,72	0,86	0,89	0,86	0,85
DAP x Vol.						
r_A	0,74	0,95	0,77	0,67	0,99	0,99
r_F	0,77	0,79	0,91	0,75	0,95	0,88
Alt. x For.						
r_A	-0,17	0,01	0,07	-0,07	0,20	0,29
r_F	-0,19	0,05	0,11	-0,06	0,09	0,15
DAP x For.						
r_A	-0,36	-0,07	0,25	0,08	0,28	0,13
r_F	-0,31	-0,16	0,03	0,04	0,16	0,03
Vol. x For.						
r_A	-0,18	-0,39	-0,01	-0,03	0,36	0,24
r_F	-0,23	-0,12	-0,02	-0,04	0,19	0,12

As estimativas de correlações fenotípicas ao nível de médias de famílias mostram as mesmas tendências que as correlações genéticas aditivas ao nível de plantas, e com magnitudes semelhantes para os valores encontrados, mostrando, para o caso específico, pouca interferência ambiental na mudança dos dois tipos de correlação estudados. Deve-se considerar, no entanto, que as correlações obtidas foram em níveis diferentes, uma ao nível de plantas e outra ao nível de médias de progênies, não possibilitando, portanto, comparações diretas.

As correlações genéticas aditivas ao nível de plantas, obtidas para locais e em conjunto, mostraram as mesmas tendências verificadas para essas correlações ao nível de locais, com valores de 0,76 para altura e DAP, 0,96 para altura e volume e 0,99 para DAP e volume cilíndrico. A partir desses valores encontrados pode-se visualizar melhor a magnitude das correlações existentes entre as três características de crescimento.

O volume cilíndrico, que é uma característica composta de altura, DAP, e sobrevivência de plantas, mostrou-se altamente correlacionado com as duas primeiras. As características de altura e DAP, de maior importância para a definição da estratégia de seleção, em função da maior facilidade e precisão na sua mensuração, mostraram menor correlação entre si, muito embora seu valor seja relativamente alto e positivo, auxiliando sobremaneira a seleção visando os dois caracteres no processo de seleção.

As características de altura, DAP e volume cilíndrico, ao nível de locais em conjunto, não se mostraram correlacionados com a forma do tronco, confirmando os resultados obtidos nas análises individuais, mostrando uma independência entre as

características de crescimento e forma do tronco. Esse fato reveste-se de alta importância, já que a seleção para uma delas não trará reflexos negativos à outra, conforme enfatiza FALCONER (1964).

As correlações fenotípicas ao nível de médias de famílias, para locais em conjunto, mostraram-se invariavelmente inferiores às obtidas ao nível genético aditivo, confirmando as tendências observadas para locais individuais e novamente concordantes com os resultados relatados na literatura, conforme se constata nos trabalhos de SHERBOURNE, ZOBEL & STONECYPHER (1969), MATZIRIS & ZOBEL (1973), VAN WYK (1976) entre outros.

Retomando a questão da seleção entre e dentro de progênies, pode-se agora abordar com maior propriedade as vantagens ou não de se atribuir maior peso à seleção para as características de crescimento, em detrimento da seleção para forma do tronco. Em função dos argumentos apresentados, aliados à comprovação da alta correlação entre as características de crescimento, a seleção atribuindo-se maior peso para, por exemplo, altura de plantas, deverá refletir-se num avanço bastante significativo também para o DAP e o volume cilíndrico.

Tal decisão é fundamental, pois representa uma economia de esforços na seleção, conduzindo a ganhos bastante elevados. Assim, a seleção para apenas uma das características componentes do crescimento, embora não atinja os máximos ganhos genéticos possíveis, pode representar uma alternativa de melhoramento de fundamental importância, especialmente quando se comparam os esforços adicionais necessários para a seleção das três características em conjunto com os ganhos adicionais daí advindos.

Em função da inclusão de outras características, que deverão ser convenientemente estudadas, novas opções podem surgir, impondo novos rumos à estratégia do melhoramento do *Eucalyptus grandis* na região.

CONCLUSÕES

O presente estudo sobre variação genética em progênie & de polinização livre de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden, em cinco locais, permite as seguintes conclusões:

a. Os dados médios de altura de plantas, DAP, volume cilíndrico e sobrevivência no segundo ano, nos cinco locais de ensaios, revelam um potencial expressivo do material genético em teste nas condições ecológicas estudadas.

b. As estimativas de ganhos realizados, na seleção fenotípica das árvores que geraram as progênies utilizadas nos ensaios, mostraram um avanço genético considerável para todas as características, aos dois anos de idade, sendo que os ganhos foram mais expressivos, na ordem, para a sobrevivência de plantas, a forma do tronco, o volume cilíndrico, a altura e o DAP de plantas, indicando a resposta a um ciclo de seleção fenotípica efetuada.

c. A população-base estudada apresentou variações genéticas significativas entre progênies para a altura de plantas, o DAP, o volume cilíndrico e a forma do tronco das árvores no segundo ano, em todos os locais estudados, mostrando um potencial da população que pode ser explorado em termos de seleção e continuidade do melhoramento com a espécie.

d. Ao nível de locais em conjunto, aos dois anos de idade, foram detectadas variações genéticas entre progênies para todas as características estudadas, exceto para a sobrevivência das plantas. O efeito de locais foi o de maior expressão na variação total,

mostrando a resposta diferencial das progênies, principalmente em relação às condições edáficas.

e. A interação de progênies por locais foi significativa para todas as características estudadas, refletindo-se na redução das herdabilidades ao nível de locais em conjunto e na perda da eficiência pela utilização da seleção marginal relativamente à seleção por locais.

f. As herdabilidades estimadas no sentido restrito ao nível de plantas, ao nível de médias de famílias e ao nível entre plantas dentro de famílias, para locais individuais e em conjunto, mostraram valores de maior magnitude para a forma do tronco, vindo a seguir a altura de plantas e por fim o DAP de plantas, revelando as perspectivas de respostas à seleção dessas características.

g. As estimativas de ganhos genéticos com a seleção entre e dentro de progênies, nos locais individuais, mostraram razoáveis ganhos genéticos para as três características estudadas, revelando a possibilidade de seleção dentro de cada ensaio e sua posterior transformação em "Pomares de Sementes por Mudas". Em função dos grandes avanços genéticos verificados para a forma do tronco na seleção fenotípica, a seleção dentro dos ensaios deverá ser centrada nas características de crescimento mais do que na forma do tronco.

h. Os valores das correlações genéticas aditivas ao nível de plantas e fenotípicas ao nível de médias de progênies seguiram uma mesma tendência, apresentando correlações positivas e altas entre as características de crescimento (altura, DAP e volume cilíndrico). Por outro lado, entre as características de crescimento e de forma do tronco as correlações foram inexpressivas. Isto reforça a proposição de que na seleção dentro dos ensaios devam-se dar maiores pesos às características de crescimento.

AGRADECIMENTOS

Ao IPEF e às companhias Champion Papel e Celulose S.A., Duratex S.A., Florin - Florestamento Integrado S.A. e Companhia Agro-Florestal Monte Alegre, pela colaboração na instalação dos ensaios e na coleta dos dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BINOHAN, R.T. et alii. Breeding blister rust resistant western white pine. *Silvae genetica* Frankfurt, 18(1/2):28-38, jan/mar. 1969.

BOGYO, T.P. Coefficients of variation of heritability estimates obtained from variance analyses. *Biometrics*, Raleigh, 20; 123-9, 1964.

COCHRAN, W.O. & COX, O.M. *Experimental designs* 2. ed. New York, John Wiley, 1957, 611p.

COMSTOCK, R.E. & ROBINSON, H.F. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics*, Raleigh, 4: 254-6, 1948.

- ELDRIDGE, K.G., Genetic improvement of *Eucalyptus*. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, 21-26 march 1977. *Documents*. Canberra, CSIRO, 1978. v.2, p. 545-59.
- ELDRIDGE, K.G. Genetic variation in the growth of *Eucalyptus regnans* from altitudinal transect of Mount Erica, Victoria. *Bulletin Forestry and Timber Bureau*, Dept. of Primary Industry (46): 1-71, 1972.
- FALCONER, D.S. *Introduction to quantitative genetics*. New York, Ronald Press, 1964. 365 p.
- GERALDI, I.O. *Estimação de parâmetros genéticos para caracteres do pendão de milho (Zea mays L.) e perspectivas de melhoramentos*. Piracicaba, 1977. 103 p. (Tese - Mestrado -ESALQ).
- KAGEYAMA, P.Y. *Varição genética entre procedências de Pinus oocarpa Schied na região de Agudos, SP*. Piracicaba, 1977.83 p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- MATZIRIS, D.I. & ZOBEL, B.J. Inheritance and correlations of juvenile characteristics in loblolly pine. *Silvae genetica*, Frankfurt, 22(1/2):38-45, jan./abr. 1973.
- MIRANDA FILHO, J.B. Princípios de experimentação e análise estatística. In: PATERNIANI, E. *Melhoramento e produção de milho no Brasil*. Piracicaba, Fundação Cargill, 1978. p. 620-50.
- NAMKOONG, G. Inbreeding effects on estimation of genetic additive variance. *Forest science*, Madison, 12:8-13, 1966.
- NAMKOONG, G. & SQUILLACE, A.E. Problems in estimating genetic variance by skrinkhande's method. *Silvae genetica*, Frankfurt, 19(2/3):74-7, mar./jun. 1970.
- NAMKOONO, G. et alii. Heritability and gain concepts for evaluating breeding systems such as seedling orchards. *Silvae genetica*, Frankfurt,15:76-84, 1966.
- NIKLES, D.G. Biology and genetic improvement of *Araucaria cunninghamii* Ast. in Queensland, Australia. In: BURLEY, J: & NIKLES, D.G., ed. *Selection and breeding to improve some tropical conifers*. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1973. p. 304-34.
- PRYOR, L.D. Inheritance, selection and breeding in *Eucalyptus*. In: CONFERÊNCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO, 2,São Paulo,13-28 agosto 1961. *Documentos*. São Paulo, 1961. v.1, p. 297-304.
- QUEIROZ, M.A. *Correlações genéticas e fenotípicas em progênies de meio-irmãos de milho (Zea mays L.) e suas implicações no melhoramento*. Piracicaba, 1969. 71 p. (Tese-Mestrado-ESALQ).

- RINK, G. & THOR, E. Variance components and gains in volume growth of virginiana pine. *Silvae genetica*, Frankfurt, 25(1):17-22, jan./ fev. 1976.
- ROBINSON, H.F. & COCKERHAM, C.C.. Estimación y significado de los parámetros genéticos. *Fitotecnia latinoamericana*, Caracas, 2:23-28,1965.
- ROBINSON, H.F. et alii. Genotypic and phenotypic correlation in com and their implications in selection. *Agronomy journal*, Madison, 43:282-7, 1951.
- SAKAI, K. & HATAKEYAMA, S. Estimation of genetic parameter in forest tree without raising progeny. *Silvae genetica*, Frankfurt, 12:152-7, 1963.
- SAKAI, E. & MUKAIDE, H. Estimation of genetic environmental and competition variances in standing forests. *Silvae genetica*, Frankfurt, 16: 149-52,1967.
- SHELBOURNE, C.J .A.- Breeding for stem Straightness in conifers, In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 2, Washington, 7-16 August 1969. *Documents*: Rome, FAO, 1970, v.1, p.293-302. (b)
- SHELBOURNE C. J. A., Predicted genetic improvement from different breeding methods. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 2, Washington, 7-16 August, 1969. *Documents*: Rome, FAO, 1970, v.2, p.1023-9 (a)
- SHELBOURNE, ZOBEL, B.J. & STONECYPHER, R.W.- The inheritance of compression wood and its genetic phenotypic correlation with six other traits in five-year-old loblolly pine. *Silvae genetica*, Frankfurt, 18 (1/2): 43-7, jan/mar. 1969
- SMITH,W.J. - The heritability of fibre characteristics and its applications to wood quality improvement in forest trees. *Silvae genetica*, Frankfurt, 16(2): 41-50, mar./abr. 1967.
- SNYDER, E.B., Lattice and compact family block designs in forest genetics. Genetics workshop of the Society of American Foresters, St.Paul, 21-23. October, 1965. *USDA. Forest Service NC research paper*, Saint Paul, (6) 12-7, 1966.
- SQUILLACE, A.E. et alii. Heritability of juvenile growth rate and expected gain from selection in western pine. *Silvae genetica*, Frankfurt, 16(1), 1-6, jan./fer. 1967.
- TODA, R.- Heritability problems in forest genetics. In. WFRO GENETICS SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokyo, October, 5-20, 1972, p.A-3 (1) 1/9.
- VAN WYK, G. Early growth results in a diallel progeny test of *Eucalyptus grandis*. *Silvae genetica*, Frankfurt, 25(3/4): 126-32, mai./ago. 1976.
- VAN WYK, G. Progress with the *Eucalyptus grandis* breeding programme in the Republic of South Africa. In: WORLD CONSULTATION OF FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, 21-26 march 1977. *Documents*. Canberra, CSIRO, 1978. v. 2, p. 639-43.

- VELO, N. & VENCOVSKY, R.. Variâncias associadas às estimativas de variâncias genéticas e coeficientes de herdabilidade. In: DEPARTAMENTO DE GENÉTICA, *Relatório científico*. Piracicaba, ESALQ/DG, 1974. p. 238-48.
- VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.E. *Melhoramento e genética*. São Paulo, Melhoramentos, 1969, p. 17-37.
- VENCOVSKY, R.. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. *Melhoramento de milho no Brasil*. Piracicaba, Fundação Cargill, 1978. p. 122-99.
- ZOBEL, B.J. Inheritance of wood properties in conifers. *Silvae genetica*, Frankfurt, 1CX3): 65-70, mai./jun. 1961.