

## VARIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE RESINA EM *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*\*

Lêda M. do A. GURGEL GARRIDO\*\*

Clóvis RIBAS\*\*\*

Marco A. de O. GARRIDO\*\*\*

### RESUMO

Foram estudados três testes de progênies de *Pinus elliottii* var. *elliottii* cujas matrizes foram selecionadas para produção de resina, com avaliações a diferentes idades, até os 9,5 anos, que evidenciaram a existência de variabilidade genética para a referida característica. Verificou-se clara tendência de diminuição dos coeficientes de herdabilidade e dos coeficientes de variação genética estimados, da primeira para a última avaliação. Com uma única exceção para estimativas dos ganhos genéticos, esses parâmetros e as eficiências das respostas correlacionadas por unidade de tempo apontam para a seleção precoce como melhor estratégia para obtenção de maiores ganhos em pomares de sementes clonais. Foram altas as correlações genéticas entre avaliações a diferentes idades. O ganho genético realizado com o desbaste (50%) sistemático/seletivo, à partir da mais produtiva, dentro das parcelas, com base na primeira avaliação (aos 3,5 anos de idades) foi de 3,45%, para o ensaio estabelecido em Assis - SP.

Palavras-chave: variabilidade; produção de resina; *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*; teste de progênies; parâmetros genéticos.

### 1 INTRODUÇÃO

Os estudos de variabilidade genética são de grande importância para conhecimento do processo de transferência de alelos desejáveis de uma geração para outra, propiciando a adoção de estratégias corretas nos programas de melhoramento.

Ao cabo de dez anos de estudos com

### ABSTRACT

Assessments at different ages of three progeny test selected for gum yield on *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*, till 9.5 years, showed genetic variability for the characteristic. A clear tendency of decrease on heritability and genetic variation coefficients with the age of the tests was observed. The genetic gains and correlated response efficiency by year estimates indicate the early selection as the best breeding strategy. The genetic correlation among ages assessments were very high. The actual obtained gain, for the tests, established at Assis by thinning 50% inside plot trees (alternated from the best one) based on the first assessment was 3.45%.

Key words: variability; gum yield; *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*; progeny test; genetic parameters.

testes de progênies de meios-irmãos de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, oriundos de diferentes seleções e implantados em dois locais, pretende-se acrescentar informações úteis quanto à variabilidade desta espécie para a característica produção de resina.

São apresentados, resultados de três

(\*) Aceito para publicação em dezembro de 1994.

(\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal, 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil (Bolsista do CNPq).

(\*\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal, 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil

testes de progênies instalados em Assis-SP e Manduri-SP. As progênies são provenientes de material selecionado para produção de resina nas Estações Experimentais de Assis e Manduri (Instituto Florestal - SP) e na DURAFLORA de Agudos - SP. Com estes resultados, acrescidos de observações anteriores e comparações com informações de literatura, pretende-se realizar um trabalho que possa auxiliar outros programas de melhoramento genético, principalmente os que visem o aspecto quantitativo da produção de resina.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A estimativa da variabilidade, através de parâmetros genéticos, dentro de um programa de melhoramento, depende da instalação e avaliação de testes de progênies que permitam estimar os parâmetros genéticos, (FALCONER (1972), WRIGHT (1976), KAGEYAMA & VENCOVSKY (1979), ZOBEL & TALBERT (1984), GURGEL GARRIDO et al. (1986/88), ROMANELLI (1988) e GURGEL GARRIDO & KAGEYAMA (1993 a).

A importância do coeficiente de variação genética, como indicador da grandeza de variação genética entre progênies é salientado por diversos melhoristas. Aliado ao valor da herdabilidade, este parâmetro fornece boa indicação do potencial de progresso genético no decorrer do programa de melhoramento.

A grande variabilidade da característica produção de resina e sua potencialidade para o melhoramento, por ser altamente herdável, foi comprovada por diversos pesquisadores que trabalharam com *Pinus elliottii*, entre os quais: SQUILLACE & BENGTSON (1961), SQUILLACE & GANSEL (1974), GURGEL GARRIDO et al. (1986/88) e ROMANELLI (1988).

Os melhoristas que trabalham com espécies florestais preocupam-se em conseguir estimativas precoces dos parâmetros genéticos que lhes permitam obter, mais cedo, uma nova geração melhorada, a intervalos mais curtos de tempo. Dessa forma, diversos trabalhos envolvendo a

micro-resinagem em indivíduos jovens foram efetuados pelos citados pesquisadores que estudaram produção de resina.

KRAUS (1965) estudando a técnica de micro-resinagem como avaliação do potencial resinífero em *Pinus elliottii* var. *elliottii*, observou correlação significativa entre as produções obtidas por esta técnica e a resinagem convencional, não aconselhando, contudo, a utilização dessa técnica para seleção individual. Já SQUILLACE & GANSEL (1968a, b) utilizaram essa técnica em testes de progênies da mesma espécie, até os três anos de idade e preconizaram a sua utilização para seleção. Os autores comprovaram a validade das avaliações por micro-resinagem em árvores jovens (10 anos), comparando com a produção aos 18 anos.

GURGEL GARRIDO et al. (1986/88) e ROMANELLI (1988) em avaliações precoces da produção de resina, em *Pinus elliottii* var. *elliottii*, estimaram diversos parâmetros genéticos, encontrando altos valores para os coeficientes de herdabilidade (de 0,38 a 0,52) e para os coeficientes de variação genética (entre 15% e 22%).

ALVAREZ et al. (1987) estudaram o controle genético da produção de resina (micro-resinagem) em 39 famílias de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, em dois locais de clima tropical, com diferentes altitudes, obtendo estimativas para coeficientes de herdabilidade no sentido amplo da ordem de 0,56, em média, aos 7 anos. Os autores estimaram um ganho genético de 26,2% para pomares de sementes clonais de 1,5ª geração.

Pesquisadores vêm trabalhando com diversas características e espécies tentando estabelecer a evolução dos parâmetros genéticos e as correlações entre diferentes idades, como são citados a seguir.

KAGEYAMA (1983) estudou altura, dap e volume de *Eucalyptus grandis* em três idades: 1, 2 e 5 anos, obtendo determinações de herdabilidade e de coeficiente de variação genética decrescentes com a idade, para as três características.

FOSTER (1986) trabalhando com altura, dap, volume, sobrevivência e altura da copa

em *Pinus taeda* verificou aumento constante nas estimativas das variâncias genotípicas, até os 15 anos de idade (com queda aos 7 anos) para altura e volume individual, que foram baixas no início. Para dap e sobrevivência os valores permaneceram baixos. Os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito, para altura, aumentaram com a idade enquanto para dap e volume individual os valores decresceram.

MORAES *et al.* (1990) estudando a estimativa dos parâmetros genéticos para altura de *Pinus kesiya* até 6 anos de idade, verificaram que a herdabilidade e o coeficiente de variação genética decresceram, de 1 a 5 anos de idade, voltando a crescer em seguida. As correlações genéticas entre as diversas idades foram bastantes altas (com valores até maiores que um) sem no entanto apresentar tendência constante.

Com exceção dos resultados de FOSTER (1986) os demais trabalhos apontam para valores decrescentes com a idade, para coeficientes de herdabilidade e de variação genética.

O trabalho de GURGEL GARRIDO & KAGEYAMA (1993a) relatou decréscimo dos coeficientes de herdabilidade e de variação genética para produção de resina e dap em *Pinus elliottii* var. *elliottii*. GURGEL GARRIDO & KAGEYAMA (1993b) salientaram a significativa alteração nos parâmetros genéticos com desbastes seletivos, não os recomendando, portanto, quando o objetivo é o estudo de tais parâmetros.

Com relação à influência de falhas, número de repetições e de progênies nos experimentos para estimativa de parâmetros genéticos, são citados a seguir alguns trabalhos elucidativos.

OLIVEIRA *et al.* (1990) pesquisando o efeito do número de falhas no diâmetro das árvores adjacentes, bem como nos parâmetros genéticos concluíram, para o *Pinus oocarpa*, que até 20% de falhas não traz alterações significativas.

VELLO & VENCOVSKY (1974) afirmaram que o erro associado às estimativas de variância genética (obtida da análise de variância) e coeficiente de herdabilidade apresentam clara tendência de diminuir à medida que aumenta o número de progênies e repetições, nos ensaios. A

repetição dos ensaios em diversos locais e anos também pode levar a melhores estimativas daqueles parâmetros, segundo os autores.

Conforme estudos teóricos de COTTE-RILL (1990) quando o coeficiente de herdabilidade é da ordem de 0,1 devem ser usadas mais de 200 indivíduos por procedência (cerca de 10 famílias). No entanto, de 100 a 200 indivíduos de 5 a 10 famílias, são suficientes (10 a 20 plantas por família) para a estimativa de parâmetros genéticos. Quando o objetivo do trabalho também incluir a seleção, esse número deve ser aumentado. ARRIEL *et al.* (1990) testando a eficiência da seleção (em termos de resposta correlacionada) em *Eucalyptus camaldulensis* em função do número de repetições, preconizaram a utilização de 100 progênies, no mínimo, para evitar a redução do tamanho efetivo da população, com a seleção. Os pesquisadores, porém, não aconselharam mais de 3 repetições por experimento e 6 ou mais plantas por parcela.

T. P. BOGYO (1964) apud KAGEYAMA (1980) preconizou cerca de 4000 indivíduos para coeficiente de herdabilidade em torno de 0,20 e erro padrão de 20%. KAGEYAMA comentou, nesse trabalho, o risco das avaliações em idade juvenil, recomendando acompanhar a evolução dos parâmetros, para maior segurança.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios objetos deste estudo foram implantados na Estação Experimental de Assis (E.E. Assis) e Estação Experimental de Manduri (E.E. Manduri). A primeira se situa a 22°40' de latitude Sul e 50°25' de longitude Oeste, altitude média de 562 m e a segunda a 23°00' de latitude Sul e 49°19' de longitude oeste e altitude média de 589 m. O clima das duas localidades é do tipo Cwa conforme a classificação de Koeppen. A temperatura média anual em Assis é 20,6°C, com apenas 4 meses com temperaturas médias abaixo de 20°C, enquanto a de Manduri é 19,4°C com 7 meses apresentando temperaturas médias abaixo dos 20° C. As precipitações médias anuais

são, respectivamente: 1217 mm e 1428 mm e os déficits hídricos médios: 4,0 mm e 0,9 mm.

Os ensaios constituíram-se de testes de progênies de meios-irmãos de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, sob delineamento de látice quadrado, com parcelas de 10 plantas em linha, espaçamento de 3 m x 3m e 3 repetições, descritos a seguir:

**3.1 TPA** - teste de progênies instalado em Assis em março de 1983 com 49 progênies de matrizes selecionadas para produção de resina, sendo 40 delas selecionadas em Assis e 9 em Manduri. Devido à alta mortalidade, as mudas de Manduri foram replantadas quase um ano depois, ficando com seu desenvolvimento bastante defasado em relação às demais. Desta forma, o ensaio tem sido analisado sob o delineamento de blocos casualizados, com as 40 progênies de Assis.

**3.2 TPC** - teste de progênies também implantado em Assis em janeiro de 1984, contou com 49 progênies sendo 42 provenientes de seleção para produção de resina efetuada na antiga Companhia Agro-florestal Monte Alegre (CAFMA), hoje DURAFLORA, 4 progênies selecionadas em Assis, 1 progênie formada por mistura de sementes das matrizes da CAFMA e 2 testemunhas procedentes da empresa KLABIN.

**3.3 TPM** - teste de progênies instalado em Manduri em 1983, com 100 progênies, das quais 95 foram selecionadas em Manduri, 4 são matrizes da CAFMA e 1 testemunha da empresa CARBOMAFRA.

Nos ensaios TPA e TPM foram

plantadas parcelas com mistura de sementes de árvores não selecionadas, uma em cada bloco do delineamento em látice, totalizando 21 parcelas no TPA e 30 no TPM, que atuam como testemunhas. Em todos os experimentos foram usadas três linhas de bordadura externa.

Neste trabalho foram consideradas apenas as observações relativas à produção de resina (4 a 8 estrias) nas idades de avaliação que constam da TABELA 1. Visando facilitar a apresentação, os resultados das diferentes idades, nos três testes de progênies serão designados pelos símbolos: TPA1, TPA2, TPA3 (teste de progênies selecionadas em Assis) TPC1, TPC3 (teste de progênies originárias da CAFMA) e TPM1 e TPM3 (teste de progênies selecionadas em Manduri).

TABELA 1 - Idades das avaliações (produção de resina em gramas) nos 3 ensaios.

| TPA   | ENSAIOS |       |
|-------|---------|-------|
|       | TPC     | TPM   |
| 3,5 * | 3,5 *   | 3,5 * |
| 7,5   | ---     | ---   |
| 9,5   | 9,5     | 9,5   |

(\*) Avaliação por micro-resinagem

As análises de variância e covariância para os pares de idades foram efetuadas segundo KEMPTHORNE (1966) e KAGEYAMA (1980). As análises permitiram a estimativa de variâncias, covariâncias e demais parâmetros genéticos e não genéticos:

- $\hat{\sigma}_p^2$  - estimativa da variância entre progênies
- $\hat{\sigma}_e^2$  - estimativa da variância do erro entre parcelas
- $\hat{\sigma}_d^2$  - estimativa da variância dentro de parcelas
- $\hat{\sigma}_A^2$  - estimativa da variância genética aditiva
- $\hat{h}^2$  - herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas
- $\hat{h}_m^2$  - herdabilidade média ao nível de famílias
- $\hat{h}_d^2$  - herdabilidade dentro de família
- $\hat{G}_s$  - ganho genético esperado com a seleção
- $\hat{G}_s\%$  - percentual de ganho genético em relação à média

- CV<sub>g</sub> - coeficiente de variação genética  
 CV<sub>e</sub> - coeficiente de variação ambiental  
 CV<sub>d</sub> - coeficiente de variação dentro de parcelas  
 CV<sub>f</sub> - coeficiente de variação fenotípica  
 Cov<sub>p</sub> - covariância genética para progênes  
 Cov<sub>A</sub> - covariância genética aditiva  
 Cov<sub>f</sub> - covariância fenotípica ao nível de médias de progênes  
 r<sub>A</sub> - coeficiente de correlação genética aditiva  
 r<sub>f</sub> - coeficiente de correlação fenotípica média  
 RC<sub>y/x</sub> - resposta correlacionada para y por seleção em x

Foram calculadas, ainda as eficiências das respostas correlacionadas com relação ao ganho direto para determinado estágio (Ef%) e as eficiências por unidade de tempo (Ef%/t), cujas estimativas descrevem-se a seguir:

$$Ef\% = 100 \cdot [(RC\%y/x) / \bar{G}_s\%y]$$
, onde:  
 RC%<sub>y/x</sub> é o ganho a ser obtido na idade y, por seleção na idade x, anterior.  $\bar{G}_s\%y$  é o ganho direto a ser obtido por seleção na idade y.

$$Ef\%/t = 100 \cdot [(RC\%y/x \cdot t_y) / (\bar{G}_s\%y \cdot t_x)]$$
,  
 onde:  $t_y$  é a idade (em anos) da resposta a ser obtida e  $t_x$  é a idade da seleção.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias, resultados das análises de variância e covariância para as idades estudadas e estimativas dos parâmetros genéticos e não-genéticos são apresentados neste item.

As árvores sem a última avaliação foram eliminadas das avaliações anteriores, alterando ligeiramente, por vezes, resultados anteriormente publicados (GURGEL GARRIDO *et al.* (1986/88) e GURGEL GARRIDO & KAGEYAMA (1993a, b).

A TABELA 2 apresenta as médias de produção de resina para progênes e testemunhas e os resultados das análises de variância, dos testes de progênes descritos.

Os valores de médias para testemunhas, apresentados na TABELA 2, se referem às 21 parcelas de 10 plantas provenientes de povoamentos comerciais. As médias das 9 progênes de Manduri que integraram o TPA fo-

ram: 724,01g e 975,83g para as 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> avaliações de produção de resina. Estas progênes não foram resinadas por ocasião da primeira avaliação.

O TPC foi também analisado segundo o delineamento estatístico de blocos casualizados, com 49 progênes, dado os baixos valores para eficiência do látice (valores inferiores a 100%). As médias de testemunhas da TABELA 2 correspondem a 6 parcelas de 10 plantas (2 testemunhas comerciais da KLABIN). As 4 progênes selecionadas em Assis, que integram o experimento tiveram, em média, produções de 207,93g e 1046,27g, nas 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> coletas e a mistura de sementes de matrizes da própria CAFMA produziu 240,00g e 1028,52g, nas mesmas coletas.

As observações do TPM foram analisadas como látice, com eficiências médias de 117% para primeira coleta e 104% para segunda coleta de resina. Os valores de médias para testemunhas foram obtidas a partir das 30 parcelas de 10 plantas. Para as 5 progênes da CAFMA e CARBOMAFRA, incluídas nesse ensaio as médias de produção de resina foram: 247,95g e 722,91g para as 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> avaliações, respectivamente.

Os resultados do teste F demonstram a existência de diferenças significativas entre progênes, indicando potencial para ganhos genéticos, por seleção entre as progênes. Considerando os três experimentos, as progênes se apresentam superiores às testemunhas comerciais em proporções que vão de 6,04 % a 39,62%. Estes valores representam os ganhos realizados em relação à população original.

TABELA 2 - Médias das progênies e testemunhas (g) resultados do teste F e coeficientes de variação experimental.

| TPA                       | ENSAIOS    |  | IDADES (anos) |            |
|---------------------------|------------|--|---------------|------------|
|                           | TPA1 (3,5) |  | TPA2 (7,5)    | TPA3 (9,5) |
| progênies ( $\bar{x}$ )   | 234,72     |  | 974,96        | 1320,98    |
| testemunhas ( $\bar{x}$ ) | 210,67     |  | 868,49        | 1245,76    |
| F progênies               | 4,59**     |  | 2,04**        | 1,56*      |
| CV experimental (%)       | 13,73      |  | 14,13         | 17,56      |
| TPC                       | TPC1 (3,5) |  | TPC3 (9,5)    |            |
| progênies ( $\bar{x}$ )   | 276,65     |  | 1098,25       |            |
| testemunhas ( $\bar{x}$ ) | 227,07     |  | 1004,26       |            |
| F progênies               | 4,88**     |  | 1,60*         |            |
| CV experimental (%)       | 12,99      |  | 14,05         |            |
| TPM                       | TPM1 (3,5) |  | TPM3 (9,5)    |            |
| progênies ( $\bar{x}$ )   | 281,38     |  | 735,10        |            |
| testemunhas ( $\bar{x}$ ) | 207,82     |  | 526,50        |            |
| F progênies               | 3,36**     |  | 2,74**        |            |
| CV experimental (%)       | 14,67      |  | 15,22         |            |

(\*; \*\*) valores significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Comparando com resultados de ROMANELLI (1988) estes testes de progênies apresentam valores expressivos de superioridade das progênies selecionadas em relação às testemunhas comerciais, pois esse autor não encontrou superioridade nas progênies para produção de resina.

Os coeficientes de variação experimental estão dentro dos limites normalmente encontrados para a característica. ROMANELLI (1988) cita coeficiente de variação da ordem de 20,3%, aos 4 anos de idade, para *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

Para outras características, os coeficien-

tes de variação costumam se apresentar menores, tais como relatam KAGEYAMA (1983) para altura de *Eucalyptus grandis*, variando entre 11,6% e 4,7% e ROMANELLI (1988) para *Pinus elliottii*, 5,0% e 3,6%, ambos decrescentes com a idade. Quanto ao dap, KAGEYAMA (1983) cita valores em torno de 10%, até os 5 anos para aquela espécie e ROMANELLI (1988), valores de 3,9% a 5,3%, entre 3 e 6 anos, para o *Pinus*.

As estimativas das variâncias genéticas e não genéticas, sua contribuição para a variância fenotípica e os desvios padrão das variâncias genéticas encontram-se nas TABELAS 3 e 4.

GURGEL GARRIDO, L. M. do A. et al. Variabilidade da produção de resina em *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*

TABELA 3 - Estimativas das variâncias genéticas e não genéticas.

| VARIÂNCIAS              | ENSAIOS E IDADES (ANOS) DE AVALIAÇÃO |            |            |
|-------------------------|--------------------------------------|------------|------------|
|                         | TPA1 (3,5)                           | TPA2 (7,5) | TPA3 (9,5) |
| $\hat{\sigma}_p^2$      | 1.263,52                             | 6.588,98   | 10.119,03  |
| $s(\hat{\sigma}_p^2)\%$ | 2,93                                 | 4,78       | 6,98       |
| $\hat{\sigma}_e^2$      | 196,58                               | 8.358,57   | 24.374,11  |
| $\hat{\sigma}_d^2$      | 8.124,37                             | 105.822,46 | 283.965,20 |
|                         | TPC1 (3,5)                           |            | TPC3 (9,5) |
| $\hat{\sigma}_p^2$      | 1.178,79                             |            | 5.260,26   |
| $s(\hat{\sigma}_p^2)\%$ | 2,60                                 |            | 6,72       |
| $\hat{\sigma}_e^2$      | 304,92                               |            | 9.057,03   |
| $\hat{\sigma}_d^2$      | 8.894,72                             |            | 137.108,44 |
|                         | TPM1 (3,5)                           |            | TPM3 (9,5) |
| $\hat{\sigma}_p^2$      | 1.624,56                             |            | 8.337,05   |
| $s(\hat{\sigma}_p^2)\%$ | 2,11                                 |            | 2,22       |
| $\hat{\sigma}_e^2$      | 448,51                               |            | 4.045,17   |
| $\hat{\sigma}_d^2$      | 11.637,94                            |            | 78.099,01  |

TABELA 4 - Percentagem das variâncias em relação à variância fenotípica.

| VARIÂNCIAS         | ENSAIOS E IDADES (ANOS) DE AVALIAÇÃO |            |            |
|--------------------|--------------------------------------|------------|------------|
|                    | TPA1 (3,5)                           | TPA2 (7,5) | TPA3 (9,5) |
| $\hat{\sigma}_p^2$ | 13,18                                | 5,46       | 3,18       |
| $\hat{\sigma}_e^2$ | 2,05                                 | 6,92       | 7,65       |
| $\hat{\sigma}_d^2$ | 84,77                                | 87,62      | 89,17      |
|                    | TPC1 (3,5)                           |            | TPC3 (9,5) |
| $\hat{\sigma}_p^2$ | 11,36                                |            | 3,47       |
| $\hat{\sigma}_e^2$ | 2,94                                 |            | 5,98       |
| $\hat{\sigma}_d^2$ | 85,70                                |            | 90,55      |
|                    | TPM1 (3,5)                           |            | TPM3 (3,5) |
| $\hat{\sigma}_p^2$ | 11,85                                |            | 9,21       |
| $\hat{\sigma}_e^2$ | 3,27                                 |            | 4,47       |
| $\hat{\sigma}_d^2$ | 84,88                                |            | 86,32      |

Os desvios padrão para as estimativas das variâncias genéticas entre progênes (TABELA 3) de 2,11% a 6,98%, demonstram boa precisão dessas estimativas. Pode-se notar que os valores aumentaram com a idade dos ensaios indicando maior precisão nas estimativas obtidas das avaliações em idade juvenil. Também foram maiores os valores de desvio padrão nos ensaios com menor número de progênes, o que concorda com VELLO & VENCOVSKY (1974). ROMANELLI (1988) relata 2,07% para o desvio padrão da estimativa da variância genética, para produção de resina aos 4 anos de idade. KAGEYAMA (1980) classifica como boas as precisões até 11,4% encontradas para altura de plantas (*Eucalyptus grandis*).

Salienta-se, na TABELA 4, a evolução da participação das variâncias genéticas e não genéticas na composição da variância fenotípica.

Para o teste de progênes de Assis, a variância para progênes que representava 13,18% da variância fenotípica aos 3,5 anos, passou a 3,18% aos 9,5 anos de idade; para o ensaio com progênes da CAFMA a variância para progênes decresceu de 11,36% para 3,47% para as mesmas idades, enquanto que para o teste de progênes de Manduri essa estimativa caiu de 11,85% para 9,21% no mesmo período. Em contrapartida, as variâncias entre e dentro de parcelas cresceram nos mesmos períodos.

Esta mesma situação foi observada por KAGEYAMA (1983), ROMANELLI (1988) e MORAES et al. (1990), para avaliações dendrométricas em *Eucalyptus grandis*, *Pinus elliottii* e *Pinus kesiya*, respectivamente.

Apresentam-se na TABELA 5 as estimativas de parâmetros calculados a partir dos componentes de variância.

Os valores das estimativas dos coeficientes de herdabilidade e coeficientes de variação genética encontrados comparam-se com aqueles de ALVAREZ et al. (1987) (7 anos de idade) de 0,49 a 0,64, para herdabilidade ao nível de médias de famílias e de 9,05% a 14,13% para o coeficiente de variação genética e de ROMANELLI (1988) aos 4 anos: 0,47 para o coeficiente

de herdabilidade ao nível de plantas individuais e 22,11% para o coeficiente de variação genética, para produção de resina, nos dois casos.

Pode-se notar, pela TABELA 5, que as estimativas dos diversos parâmetros apresentam, em geral, uma sensível tendência à diminuição com a idade. As exceções são o coeficiente de variação associado ao erro que apresenta um aumento com a idade e o dentro de progênes que varia sem mostrar tendência crescente ou decrescente.

Os trabalhos de KAGEYAMA (1983), ROMANELLI (1988), MORAES (1990) e mesmo FOSTER (1986) para herdabilidade das observações de dap e volume individual, confirmam a tendência de queda nos valores dos coeficientes de herdabilidade e coeficientes de variação genética.

O decréscimo dos três coeficientes de herdabilidade estimados é consequência da variação na participação das variâncias entre progênes, em relação às demais, na constituição da variância fenotípica (TABELA 4).

Os valores de herdabilidade ao nível de médias de progênes foram sempre superiores aos de herdabilidade ao nível de plantas dentro de parcelas, para uma mesma intensidade de seleção. No entanto, a relação entre eles aumentou com a idade em todos os ensaios. A mesma tendência se observa para a relação entre a herdabilidade ao nível de médias de progênes e herdabilidade ao nível de plantas individuais, também causada pela menor participação da variância entre progênes na variância fenotípica.

O comportamento dos coeficientes de variação genética está coerente com o dos coeficientes de herdabilidade, diminuindo com a idade, em todos os ensaios. Este parâmetro, porém, decresceu mais lentamente que os coeficientes de herdabilidade ao nível de plantas individuais. Assim, comparando os valores dessas estimativas tanto na última como na primeira avaliação, tem-se para o TPA valores de  $\hat{h}^2$  que passaram para 24,5% do valor inicial, enquanto o CVg baixou para 50,3%; para o TPC as variações foram: 31,8% e 53,2% para os mesmos parâmetros.



TABELA 5 - Estimativas das herdabilidades e coeficientes de variação.

| PARÂMETROS                         | ENSAIOS E IDADES (ANOS) DE AVALIAÇÃO |            |            |
|------------------------------------|--------------------------------------|------------|------------|
|                                    | TPA1 (3,5)                           | TPA2 (7,5) | TPA3 (9,5) |
| $\hat{h}^2$                        | 0,53                                 | 0,22       | 0,13       |
| $\hat{h}^2_m$                      | 0,79                                 | 0,51       | 0,36       |
| $\hat{h}^2_d$                      | 0,47                                 | 0,19       | 0,11       |
| CV <sub>g</sub> %                  | 15,14                                | 8,33       | 7,62       |
| CV <sub>e</sub> %                  | 5,97                                 | 9,38       | 11,82      |
| CV <sub>d</sub> %                  | 38,40                                | 33,37      | 40,34      |
| CV <sub>F</sub> %                  | 41,71                                | 35,64      | 47,72      |
| CV <sub>g</sub> /CV <sub>exp</sub> | 1,11                                 | 0,58       | 0,43       |
|                                    | TPC1 (3,5)                           |            | TPC3 (9,5) |
| $\hat{h}^2$                        | 0,44                                 |            | 0,14       |
| $\hat{h}^2_m$                      | 0,74                                 |            | 0,40       |
| $\hat{h}^2_d$                      | 0,38                                 |            | 0,12       |
| CV <sub>g</sub> %                  | 12,41                                |            | 6,60       |
| CV <sub>e</sub> %                  | 6,31                                 |            | 8,67       |
| CV <sub>d</sub> %                  | 34,72                                |            | 33,62      |
| CV <sub>F</sub> %                  | 36,82                                |            | 35,43      |
| CV <sub>g</sub> /CV <sub>exp</sub> | 0,96                                 |            | 0,47       |
|                                    | TPM1 (3,5)                           |            | TPM3 (9,5) |
| $\hat{h}^2$                        | 0,47                                 |            | 0,37       |
| $\hat{h}^2_m$                      | 0,74                                 |            | 0,67       |
| $\hat{h}^2_d$                      | 0,42                                 |            | 0,32       |
| CV <sub>g</sub> %                  | 14,32                                |            | 12,42      |
| CV <sub>e</sub> %                  | 7,53                                 |            | 8,65       |
| CV <sub>d</sub> %                  | 38,34                                |            | 38,02      |
| CV <sub>F</sub> %                  | 41,61                                |            | 40,92      |
| CV <sub>g</sub> /CV <sub>exp</sub> | 0,98                                 |            | 0,82       |

No TPM as estimativas tiveram menor queda, passando a 78,72% do valor inicial, para  $\hat{h}^2$  e 86,73% para CV<sub>g</sub>. Essa diferença no comportamento de tais parâmetros é decorrência da relativa estabilidade dos coeficientes de variação fenotípica, com valores bastante próximos para todas as avaliações e no caso de Assis, principalmente as avaliações extremas.

É importante notar que o teste de progênies de Manduri apresenta sempre variações bem mais discretas, provavelmente, devido ao

grande número de progênies, de acordo com T. P. BOGYO (1964) apud KAGEYAMA (1980) e VELLO & VENCOVSKY (1974). Outro fato que pode estar concorrendo para esse comportamento diferenciado em Manduri é o fato das progênies provirem de uma seleção massal na população original, menos intensa da ordem de 1:737, para produção de resina e 1:3650, incluindo características de forma e vigor, portanto com maior variabilidade entre progênies. Nos outros testes de progênies a proporção de seleção para

produção de resina foi no mínimo de 1:1000. No teste de progênies de Assis a proporção de seleção para a característica foi de 1:2800. Deduz-se daí, que as progênies de Manduri devem constituir um material genético menos uniforme (maior variabilidade).

E. C. FRANKLIN apud KAGEYAMA (1983) desenvolveu um modelo hipotético para interpretação das alterações nas variâncias genéticas e ambientais com a idade, no qual relaciona o decréscimo das variâncias aditivas e herdabilidades individuais à intensificação dos efeitos de competição entre árvores, o que estaria ocorrendo, nas condições do estudo de FRANKLIN, para o *Pinus elliottii* var. *elliottii*, em torno dos 8 anos de idade.

Se esse conceito definido para características de crescimento puder ser estendido à produção de resina, explicam-se os valores encontrados para herdabilidade ao nível de plantas que contrastam com aqueles obtidos por SQUILLACE & BENGTON (1961): de 0,45 a 0,90, para produção de resina aos 10 anos de idade. O dap apresentado por este último autor, para o *Pinus elliottii* var. *elliottii*, aos 10 anos de idade foi de 10,5 cm.

A título de exemplo cita-se o teste de progênies de Assis que aos 9,5 anos o dap alcançou 14,0 cm (dados não analisados neste trabalho). Com este valor, acrescido daqueles já publicados em GURGEL GARRIDO & KAGEYAMA (1993a) pode-se afirmar que a competição entre árvores já se estabeleceu, tendo em vista que até os 3,5 anos, o incremento médio anual foi de 1,75 cm, contra 1,5 cm para o período dos 3,5 aos 7,5 anos e 0,84 cm de incremento anual dos 7,5 aos 9,5 anos de idade.

Segundo SQUILLACE & BENGTON (1961), a alta variação encontrada na produção de resina se deve ao fato dos pais serem selecionados somente para esta característica. Aquelas estimativas citadas se referem a testes de progênies de polinização livre, com apenas 8 progênies, sendo 4 de pais selecionados para alta produção de resina e 4 de pais com produção média ou baixa. Os autores afirmam que a não

casualização tende a exagerar as estimativas da herdabilidade (progênies de alta e baixa produção de resina). J. BURLEY *et al.* e R. TODA apud KAGEYAMA & VENCOVSKY (1979) afirmam que quando as árvores não são tomadas ao acaso na população (seleção das melhores) a variância genética entre progênies fica subestimada, caso dos testes de progênies aqui relatados.

Embora o maior número de progênies do ensaio de Manduri possa dar mais confiabilidade às estimativas dos parâmetros genéticos, conforme T. P. BOGYO (1964) apud KAGEYAMA (1980) e VELLO & VENCOVSKY (1974) ressalta-se que os testes de progênies Assis e CAFMA estão acima dos limites mínimos preconizados por COTTERILL (1990) e mesmo ARRIEL *et al.* (1990) que propõe o mínimo de 100 progênies, apenas com a preocupação de não reduzir o tamanho efetivo da população, após a seleção.

A relação entre coeficiente de variação genética e coeficiente de variação experimental apresentou valores acima de 1,0 apenas para o primeiro estágio de avaliação do TPA. Essa relação, conforme R. VENCOVSKY apud ROMANELLI (1988), quando próxima de um ou superior, indica situação muito favorável à seleção. Este indicador aponta, portanto, a melhor época para efetuar a seleção, ou seja, baseada nos resultados das avaliações no primeiro estágio. As estimativas encontradas nos três ensaios, concordam com os de ROMANELLI (1988) que relatou valores semelhantes para produção de resina e características de crescimento. Os valores dessa relação seriam esperados mais expressivos, em se tratando de produção de resina, pois conforme assinala o autor, é sabido que a produção de resina é altamente favorável à seleção, dadas suas altas variabilidade e herdabilidade. No entanto, embora os CVg sejam, em geral, mais altos para produção de resina, os CVexp também o são.

Vêm-se na TABELA 6 os coeficientes de correlação para os três ensaios, nas diferentes idades.

TABELA 6 - Estimativas dos coeficientes de correlação genética ( $r_A$ ) e coeficientes de correlação fenotípica ao nível de médias de progênies ( $r_f$ ) para pares de estágios de avaliação.

| PARÂMETROS | ENSAIOS E IDADES (ANOS)<br>CORRELACIONADOS |           |           |
|------------|--|-----------|-----------|
|            | 3,5 x 7,5                                  | 3,5 x 9,5 | 7,5 x 9,5 |
|            | TPA  |           |           |
| $r_A$      | 0,88                                       | 0,87      | 0,77      |
| $r_f$      | 0,70                                       | 0,62      | 0,72      |
|            | TPC  |           |           |
| $r_A$      |  | 0,80      |           |
| $r_f$      |  | 0,62      |           |
|            | TPM  |           |           |
| $r_A$      |  | 0,78      |           |
| $r_f$      |  | 0,57      |           |

Os valores das correlações genéticas apresentaram-se bastante altos, concordando com o resultados de SQUILLACE & GANSEL (1974): 0,88, para coeficiente de correlação entre famílias, na comparação das produções de resina aos 10 e 18 anos. Os autores aconselham que se proceda à seleção em diversas etapas quando se inicia a idade juvenil. Também KAGEYAMA (1983) encontrou altos valores para as correlações aditivas e fenotípicas entre idades de altura de *Eucalyptus grandis*. Esse resultado, com as maiores correlações encontradas quando envolvem a primeira avaliação, no teste de progênies de Assis, também refletem a validade da seleção precoce.

A TABELA 7 mostra as estimativas das respostas correlacionadas num estágio por seleção em outro e dos ganhos genéticos, em porcentagem com relação à média.

Os ganhos genéticos estimados se referem às sementes provenientes da transformação dos ensaios em pomares de sementes por mudas. Com a finalidade de evitar a endogamia nesse pomar e considerando que o ganho genético entre plantas dentro de parcelas é superior ao ganho entre famílias adotou-se a intensidade de seleção de 10% dentro da parcela

(1 árvore por parcela) e 30% entre progênies.

As respostas correlacionadas e os ganhos genéticos esperados para produção de resina, nos três ensaios que constam da TABELA 7 mostram, para o teste de progênies de Assis, que a seleção aos 3,5 anos oferece as maiores respostas, 20,75% e 18,69% aos 7,5 e 9,5 anos, respectivamente. Já a resposta correlacionada obtida aos 9,5 anos, em relação à seleção efetuada aos 7,5 anos, é bem menor (11,44%). Ainda assim, esse valor é praticamente igual ao ganho genético aos 9,5 anos de idade. Há portanto, um ganho adicional de 4,46%, na resposta aos 7,5 anos de idade, por seleção efetuada aos 3,5 anos e de 6,88% na resposta aos 9,5 anos.

Para o teste de progênies CAFMA o ganho adicional por seleção precoce foi de 3,06%. O teste de progênies de Manduri teve um comportamento inverso com 6,98% de perda com a seleção precoce, em relação à seleção aos 9,5 anos.

O ganho genético previsto por ALVAREZ et al. (1987) para produção de resina em *Pinus caribaea* var. *caribaea* foi de 46,7% para pomar de sementes clonal de 2ª geração (sobre a média da população original).

ROMANELLI (1988) obteve 60,3% de previsão de ganho genético para transformação do teste de progênies em pomar de sementes por mudas (*Pinus elliottii*, 4 anos de idade).

As estimativas de eficiência das

seleções em diferentes idades, Ef%, bem como as eficiências por unidade de tempo (em anos) Ef%/t, em relação aos ganhos diretos, constam da TABELA 8.

TABELA 7 - Estimativas das respostas correlacionadas (RC%) e dos ganhos genéticos (GS%), considerando a seleção entre e dentro de progênies, nos três ensaios.

| SELEÇÃO NA IDADE (ANOS) |        | RC % NA IDADE (ANOS) |       | GS % NA IDADE (ANOS) |       |       |
|-------------------------|--------|----------------------|-------|----------------------|-------|-------|
|                         |        | 7,5                  | 9,5   | 3,5                  | 7,5   | 9,5   |
| TPA                     |        |                      |       |                      |       |       |
| 3,5                     | Entre  | 7,36                 | 6,63  | 15,17                | ---   | ---   |
|                         | Dentro | 13,39                | 12,06 | 27,59                | ---   | ---   |
|                         | Total  | 20,75                | 18,69 | 42,76                | ---   | ---   |
| 7,5                     | Entre  | ---                  | 4,70  | ---                  | 6,69  | ---   |
|                         | Dentro | ---                  | 6,74  | ---                  | 9,60  | ---   |
|                         | Total  | ---                  | 11,44 | ---                  | 16,29 | ---   |
| 9,5                     | Entre  | ---                  | ---   | ---                  | ---   | 5,17  |
|                         | Dentro | ---                  | ---   | ---                  | ---   | 6,64  |
|                         | Total  | ---                  | ---   | ---                  | ---   | 11,81 |
| TPC                     |        |                      |       |                      |       |       |
| 3,5                     | Entre  | ---                  | 5,11  | 12,06                | ---   | ---   |
|                         | Dentro | ---                  | 8,68  | 20,65                | ---   | ---   |
|                         | Total  | ---                  | 13,79 | 32,71                | ---   | ---   |
| 9,5                     | Entre  | ---                  | ---   | ---                  | ---   | 4,74  |
|                         | Dentro | ---                  | ---   | ---                  | ---   | 5,99  |
|                         | Total  | ---                  | ---   | ---                  | ---   | 10,73 |
| TPM                     |        |                      |       |                      |       |       |
| 7,5                     | Entre  | ---                  | 8,65  | 14,32                | ---   | ---   |
|                         | Dentro | ---                  | 14,94 | ---                  | ---   | ---   |
|                         | Total  | ---                  | 23,59 | 39,05                | ---   | ---   |
| 9,5                     | Entre  | ---                  | ---   | ---                  | ---   | 11,82 |
|                         | Dentro | ---                  | ---   | ---                  | ---   | 18,75 |
|                         | Total  | ---                  | ---   | ---                  | ---   | 30,57 |

Obs: seleção entre progênies - 30%; seleção dentro de progênies - 10%.

TABELA 8 - Eficiências das seleções precoces em relação aos ganhos diretos (Ef%) e eficiências por unidade de tempo (Ef%/t).

| IDADE DA SELEÇÃO | IDADES (ANOS) DA REPOSTA |        |                    |        |
|------------------|--------------------------|--------|--------------------|--------|
|                  | EFICIÊNCIA DA SELEÇÃO    |        | EFICIÊNCIA POR ANO |        |
|                  | 7,5                      | 9,5    | 7,5                | 9,5    |
| TPA              |                          |        |                    |        |
| 3,5              | 127,38                   | 158,17 | 272,95             | 429,32 |
| 7,5              |                          | 96,87  |                    | 122,70 |
| TPC              |                          |        |                    |        |
| 3,5              |                          | 128,40 |                    | 348,51 |
| TPM              |                          |        |                    |        |
| 7,5              |                          | 77,17  |                    | 209,45 |

Observando a TABELA 8 nas colunas correspondentes à relação entre a resposta correlacionada e o ganho direto no mesmo estágio percebe-se a nítida vantagem da seleção precoce sobre a tardia.

A exceção ocorre com o teste de progênies de Manduri que apresenta 77,17% de eficiência, ou seja, o ganho por resposta correlacionada é menor que para o ganho direto. Segundo VENCOVSKY (1978) apud KAGEYAMA (1983) a vantagem ocorre quando a herdabilidade para a característica é maior na idade juvenil em relação à tardia e os coeficientes de correlação genética entre as idades consideradas são altos. Para Manduri tem-se um dos menores coeficiente de correlação genética e a herdabilidade não decresceu tanto quanto nos outros experimentos, de 3,5 a 9,5 anos.

Por outro lado, quando a idade em que se processa a seleção é considerada, no cálculo da eficiência, os resultados são um pouco diferentes. Nota-se aí, que as seleções precoces são sempre expressivamente vantajosas, mesmo no caso de Manduri, pois o ganho adicional fica por conta do ganho de tempo para atingir uma nova geração de melhoramento. No entanto, como alertam diversos melhoristas, a seleção precoce em casos como o de Manduri, deveria se processar em intensidades mais baixas, dentro das progênies (50%, por exemplo) com a finalidade de evitar os danos da estagnação e deixar a seleção final para mais tarde. KRAUS (1965) desaconselha a seleção individual precoce, enquanto SQUILLACE & GANSEL (1968a, b, c) preconizam a sua utilização. É importante ressaltar que a região de Manduri é considerada área de transição para a espécie *Pinus elliottii* var. *elliottii*, com maiores espaços de tempo com temperaturas mais baixas, o que não propicia altas produtividades para resina, ao contrário da região de Assis. Esse fato pode estar influenciando de forma diferenciada as estimativas dos parâmetros genéticos, levando à adoção de diferentes estratégias para a continuidade do programa de melhoramento. Tais resultados

indicam a necessidade de se procederem a estudos das interações dos genótipos por ambientes, conforme preconizam VELLO & VENCOVSKY (1974). Esses estudos já estão encaminhados com instalação de testes de progênies selecionados em três locais (Assis, Manduri e Itapetininga) e instalados também nos mesmos três locais.

Como observação citam-se as percentagens de falhas dos ensaios: 3,08%, 3,95% e 7,13%, para os teste de progênies de Assis, CAFMA e Manduri, respectivamente, todos abaixo dos 20% citados por OLIVEIRA *et al.* (1990).

Considerando a necessidade de desbaste dos atuais testes de progênies e as conclusões obtidas por GURGEL GARRIDO & KAGEYAMA (1993b) apresentam-se na TABELA 9 os valores das respostas correlacionadas que seriam obtidas na última idade de avaliação (9,5 anos) para o teste de progênies de Assis, em consequência da simulação de diferentes tipos de desbastes (50%) dentro de parcelas, nas três idades avaliadas. Os desbastes são definidos: desbaste SE - seletivo - deixando as 5 melhores árvores para produção de resina, selecionadas na idade de referência; desbaste SI - sistemático - deixando 5 árvores alternadas a partir da primeira da parcela e desbaste SS - sistemático/seletivo - deixando 5 árvores alternadas na parcela, a partir da melhor selecionada na idade de referência.

TABELA 9 - Estimativas das respostas correlacionadas (RC%) na 3ª avaliação estágio do TPA, em consequência de desbastes (50%) dentro das parcelas.

| DESBASTE | SELEÇÃO NA IDADE (ANOS) |      |      |
|----------|-------------------------|------|------|
|          | 3,5                     | 7,5  | 9,5  |
| SE       | 7,58                    | 5,28 | 5,45 |
| SI       | 3,82                    | 1,57 | 1,69 |
| SS       | 4,78                    | 2,59 | 2,83 |

A TABELA 9 evidencia os melhores resultados a serem obtidos, na última avaliação, para qualquer dos tipos de desbaste, efetuando-se a seleção pelas produções da 1ª avaliação. Há um discreto incremento na resposta da 2ª para a 3ª avaliação, explicado pelos menores coeficientes de correlação estimados entre essas duas avaliações. Os ganhos genéticos a serem realizados em cada idade para o TPA, em consequência de desbastes simulados (50%) dentro das parcelas, baseados na 1ª avaliação, constam da TABELA 10.

TABELA 10 - Ganhos genéticos ( G%) que seriam realizados nas 3 idades, para o TPA, em consequência de desbastes (50%) dentro das parcelas, por seleção na 1ª avaliação.

| DESBASTE | GANHO NA IDADE (anos) |       |       |
|----------|-----------------------|-------|-------|
|          | 3,5                   | 7,5   | 9,5   |
| SE       | 26,15                 | 11,74 | 14,31 |
| SI       | 0,69                  | 1,69  | 0,86  |
| SS       | 7,69                  | 4,36  | 3,45  |

Os valores foram obtidos por relação das médias posterior e anterior à simulação, com valores acima das estimativas dos ganhos genéticos (dentro de progênies) apresentados na TABELA 7.

Em 1994 foi efetuado o desbaste sistemático/seletivo (50%) dentro de parcelas, no teste de progênies de Assis, com base nos dados da 1ª avaliação, sendo que o ganho efetivamente realizado (TABELA 10) foi da ordem de 3,45%, sem vantagem como ganho genético, porém constituindo uma segurança de que não se causarão alterações importantes nas estimativas dos parâmetros genéticos, nas futuras avaliações.

Na continuidade dos estudos de evolução dos parâmetros genéticos as estimativas a serem tomadas como referência, para as próximas determinações, serão aquelas da 3ª avaliação, estimadas após o desbaste.

## 5 CONCLUSÕES

Dos resultados e discussões apresentados sobre observações de três teste de progênies selecionadas para produção de resina, conclui-se:

- é clara a existência de variabilidade entre progênies para a característica produção de resina estudada em árvores até os 9,5 anos de idade, indicando potencial para ganhos genéticos por seleção, na continuidade do programa de melhoramento;
- a superioridade das progênies em relação às testemunhas (de 6,04% a 39,62%) indica a eficiência da seleção fenotípica realizada na população original.
- os coeficientes de herdabilidade e de variação genética estimados mostram clara tendência à diminuição com a idade;
- as respostas correlacionadas estimadas, bem como a percentagem de eficiência dessas respostas, evidenciam que a melhor idade para seleção entre e dentro de progênies é aos 3,5 anos, com maiores ganhos que por seleção direta na avaliação considerada, com exceção do teste de progênies de Manduri;
- a eficiência das respostas correlacionadas por unidade de tempo indicam a seleção precoce como expressivamente vantajosas em todos os ensaios estudados, tanto para desbastes no pomar de sementes clonal de primeira geração, como para formação de pomar de segunda geração;
- o estudo dos efeitos de desbaste de 50%, dentro das parcelas, apontou os maiores ganhos para o desbaste seletivo. O ganho genético efetivamente realizado com o desbaste sistemático de árvores alternadas, a partir a melhor árvore da parcela foi de 3,45%;
- recomenda-se a continuação dos estudos com experimentos para avaliar as interações de genótipos por ambientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, A. et al. 1987. Alternativas para el mejoramiento genético de los rendimientos de resina en *Pinus caribaea* var. *caribaea*. I. El mejoramiento genético de los rendimientos de resina. *Revista Forestal Baracoa*, Ciudad de La Habana, Cuba, 17(1):55-63.
- ARRIEL, N. H. C. et al. 1993. Número de repetições e eficiência da seleção em progênies de meio-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*. *Revista Árvore*, Viçosa, 17(2): 213-223.
- COTTERILL, P. P. 1989. Short note: numbers of families and progeny required for provenance testing. *Silvae Genetica*, 39 (2):82-83.
- FALCONER, D. S. 1972. *Introduction to quantitative genetics*. New York, Ronald Press Company. 365p.
- FOSTER, G. S. 1986. Trends in genetic parameters with stand development and their influence on early selection for volume growth in loblolly pine. *Forest Science*, Washington, 32(4):945-959.
- GURGEL GARRIDO, L. M. DO A. et al. 1986/88. Teste de progênies precoce de meios-irmãos de *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii* de árvores superiores para produção de resina. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 20/22:31-39.
- GURGEL GARRIDO, L. M. A. & KAGEYAMA, P. Y. 1993. Evolução, com a idade, de parâmetros genéticos de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* selecionado para produção de resina. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, 5(1):21-37.
- \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. 1993. Alteração nas estimativas de parâmetros genéticos de produção de resina de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*, em consequência de desbastes. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, 5 (1):123-131.
- KAGEYAMA, P. Y. & VENCOVSKY, R. 1979. *Determinação de parâmetros genéticos em espécies florestais*. Piracicaba, ESALQ/USP. 40p. (Apostila do Curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas - Tópicos Especiais de Genética).
- KAGEYAMA, P. Y. 1980. *Variação genética em progênies de uma população de Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, ESALQ/USP. 125p. (Tese de Doutorado)
- \_\_\_\_\_. 1983. *Seleção precoce a diferentes idades em progênies de Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, ESALQ/USP. 147p. (Tese de Livre-Docência)
- KEMPTHORNE, O. 1975. *The design and analysis of experiments*. Humlinton, N.Y. Robert E. Krieger Publishing Company. 631p.
- KRAUS, J. F. 1965. *Conversion of oleoresin yields from shortseason microchipping to full-season yields from standard chipping*. Asheville, U.S. Forest Service. 4p. (Research Note SE, 48)
- MORAES, M. L. et al. 1990. Parâmetros genéticos em progênies de *Pinus kesiya* Royle Ex GORDON, em diferentes idades, na região de Selvíria-MS. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão - SP, setembro 22-27, 1990. *Anais...* São Paulo, SBS/SBEF. p. 496-502.
- OLIVEIRA, E. B. et al. 1990. Influência da mortalidade na eficiência do uso da variável dap em testes genéticos de *Pinus*. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, 20:39-47.
- ROMANELLI, R. C. 1988. Variabilidade genética para produção de resina associada às características de crescimento em uma população de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. na Região de Itapetininga - SP. Piracicaba, ESALQ/USP. 101p. (Dissertação de Mestrado).
- SQUILLACE, A. E. & BENGTSON, W. 1961. Inheritance of gum yield and other characteristics of slash pine. In: SOUTH. CONFERENCE ON FOREST TREE IMPROVEMENT PROC., 6th. p.85-96.
- \_\_\_\_\_ & GANSEL, C. R. 1968a. Assessing the potential oleoresin yields of slash pine progenies at juvenile ages. Asheville, U. S.

- Forest Service. 3p. (Research Note, SE, 95)
- SQUILLACE, A. E. & GANSEL, C. R. 1968b. Olustee's high yielders produces 487 bbls. pine gun per crop for four straight years. *Naval Stores Review*, Olustee, 77(12):4-5.
- \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. 1974. Juvenile mature correlation in slash pine. *Forest Science*, Washington, 20:225-229
- VELLO, N & VENCOVSKY, R. 1974. Variâncias associadas às estimativas de variâncias genéticas e coeficientes de herdabilidade. In: *Relatório Científico* Departamento de Genética, Instituto de Genética. p. 238-248.
- WRIGHT, J. W. 1976. Introduction to forest genetics. New York, Academic Press. 463p.
- ZOBEL, B. & TALBERT, J. 1984. Applied forest tree improvement. New York, John Wiley & Sons. 505p.