

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DA SELEÇÃO PRECOCE E  
TAMANHO DE PARCELAS EM TESTES CLONAIS DE  
*Eucalyptus* spp.**

**Renata Alves Meira Massaro**

Bióloga

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

## Lombada do dorso

**D  
I  
S  
S.  
/  
M  
A  
S  
S  
A  
R  
O  
  
R.  
A.  
M.  
  
2  
0  
0  
8**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DA SELEÇÃO PRECOCE E  
TAMANHO DE PARCELAS EM TESTES CLONAIS DE  
*Eucalyptus* spp.**

**Renata Alves Meira Massaro**

**Orientador: Prof. Dr. Rinaldo César de Paula**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

Jaboticabal – SP

Dezembro de 2008

Massaro, Renata Alves Meira  
M414v Viabilidade de aplicação da seleção precoce e tamanho de parcelas em testes clonais de *Eucalyptus* spp. / Renata Alves Meira Massaro. -- Jaboticabal, 2008  
iii, 51 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008

Orientador: Rinaldo César de Paula

Banca examinadora: Dilermando Perecin, Miguel Luiz Menezes Freitas.

Bibliografia

1.*Eucalyptus* spp. 2.Teste clonal 3.Seleção precoce  
4.Repetibilidade Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 634.0.2;631.52

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**RENATA ALVES MEIRA MASSARO** - nascida em 17 de Julho de 1980 na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo. Em 2000, ingressou na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto – UNESP/IBILCE, no curso de Biologia, modalidade Licenciatura. No ano de 2003 graduou-se como Bióloga e ingressou na modalidade Bacharelado, o qual conclui em dezembro de 2004.

*Ao meu pai, José Roberto Massaro (in memoriam),  
pelos momentos felizes e recordações deixadas*

## **DEDICO**

*A minha mãe, Maria Teresa, que com seu  
carinho e amor sempre esteve ao meu lado, me apoiando em  
todas as fases importantes da minha vida*

*A minha irmã, Carolina, pelo incentivo, amizade e carinho*

*Ao meu esposo, Sérgio, pela paciência, apoio,  
compreensão e carinho*

*A Isabela, a benção de minha vida, a certeza da  
continuidade*

## **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela vida e família maravilhosa.

A Isabela por enriquecer e completar minha vida.

A minha mãe, Maria Teresa, pela fundamental ajuda na execução deste trabalho, pois sem ela nada seria possível.

A minha irmã, Carolina, pela amizade incondicional e incentivo.

Ao Sérgio, pelo companheirismo, amor e amizade.

As amigas Liliam Cândido, Joseane Rodrigues de Souza e Juliana Xavier, pela enorme ajuda na execução deste trabalho e pela amizade cultivada.

Ao Prof. Dr. Rinaldo César de Paula, pelo apoio prestado, paciência e principalmente aos ensinamentos e incentivos para minha formação profissional.

Aos demais professores da FCAV/UNESP, pela contribuição intelectual.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Genética e Melhoramento de Plantas (PG/GMP), pelo apoio e contribuição em minha formação profissional.

A Votorantin Celulose e Papel pelo fornecimento dos dados que possibilitaram a condução deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. O gênero <i>Eucalyptus</i> .....	03
2.2. Seleção Precoce.....	05
2.3. Tamanho de Parcelas.....	07
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Seleção Precoce.....	11
3.2. Repetibilidade.....	14
3.2.1. Método da Análise de Variância (ANOVA) .....	15
3.2.2. Método dos Componentes Principais.....	15
3.2.3. Método da Análise Estrutural.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1. Seleção Precoce.....	18
4.2. Repetibilidade.....	30
5. CONCLUSÕES.....	44
6. REFERÊNCIAS.....	45

## VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DA SELEÇÃO PRECOCE E TAMANHO DE PARCELAS EM TESTES CLONAIS DE *Eucalyptus* spp.

**RESUMO** - Com o objetivo de avaliar a eficiência da seleção precoce e tamanho ótimo de parcelas em *Eucalyptus* spp., foram usados dados de dois testes clonais avaliados quanto ao crescimento em altura (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP) e volume individual de madeira (VOL) aos 25, 50 e 72 meses de idade. O delineamento experimental nos dois testes clonais foi o de blocos casualizados, com 30 tratamentos (clones), seis repetições, sendo um deles com seis plantas por parcelas (teste clonal 1) e o outro com 10 plantas (teste clonal 2). Foram obtidas as estimativas de coeficiente de determinação genotípico e de correlações genotípicas entre os caracteres nas idades juvenis e na idade de rotação. Para verificar a viabilidade da aplicação da seleção precoce foi simulada a seleção de 30% dos clones nas idades juvenis e na idade de rotação, para cada um dos caracteres e idades avaliadas, obtendo-se as estimativas de ganhos com a seleção direta e indireta. Para verificar o tamanho de parcelas, foi utilizado o coeficiente de repetibilidade calculado através dos métodos: Análise de Variância, dos Componentes Principais e o de Análise Estrutural, os dois últimos calculados através da matriz de correlação. Houve diferenças significativas entre os clones avaliados nos dois experimentos para todos os caracteres e idades. Com os resultados obtidos, recomenda-se a seleção precoce sobre DAP praticada em torno de dois anos de idade. O uso de seis repetições constituídas de pelo menos quatro plantas por parcela e a avaliação em apenas uma idade proporciona coeficiente de determinação superior a 80%.

**Palavras-chave:** correlação juvenil-adulto, melhoramento genético florestal, repetibilidade, seleção antecipada, tamanho de parcela, teste clonal

## EARLY SELECTION VIABILITY AND SIZE OF PLOTS IN *Eucalyptus* spp CLONAL TESTS

**ABSTRACT** - Aiming evaluate the *Eucalyptus* spp. early selection efficiency and optimum size of plots, were used data of height, diameter at breast height and individual wood volume evaluated in two clonal tests at 25, 50, and 72 months old. The experimental design in both clonal tests was randomized blocks, using 30 treatments (clones), 6 replications, at 3.0 x 3.0m spacing and linear plots, and one of them with 6 plants per plot (clonal test 1) and the other with 10 plants (clonal test 2). Variance analysis to each trait and age was done to each experiment. The estimates of genotypic determination coefficient and the correlation between the early and mature age traits were obtained. To check the viability of early selection, was simulated the selection in young and mature age, adopting 30% of selection to each one of the traits and ages evaluated, estimating the gains by the direct and indirect selection. To check the size of plots, we used the repeatability coefficient calculated by the methods: Analysis of Variance, and the Principal Components of Structural Analysis, the last two calculated through the matrix of correlation. There were significant differences among clones evaluated in the two experiments to all traits and ages. From the results obtained is suggested the practice of early selection from 2 years old age to eucalyptus clonal tests. The use of six replications consisting of at least four plants per plot and evaluation at one age provides a coefficient of determination more than 80%.

**Keywords:** juvenile-adult correlation, forest tree breeding, repeatability, early selection, size of plot, clonal test.

## I. INTRODUÇÃO

A maioria dos caracteres de importância econômica no melhoramento de essências florestais, como é o caso do gênero *Eucalyptus*, é controlada por inúmeros genes, sendo desafio dos melhoristas aumentar a frequência dos alelos favoráveis, o que contribuiria para melhorar a expressão fenotípica deste caráter (CASTRO, 1992; MARQUES JÚNIOR, 1995; PEREIRA et al., 1997).

Porém qualquer programa de melhoramento genético florestal demanda tempo e recurso e por esta razão deve ser o mais eficiente possível. O eucalipto por se tratar de uma planta perene, tem como principal entrave no desenvolvimento do programa de melhoramento genético o número de anos para se completar um ciclo de seleção. Em regiões de clima temperado, a idade de rotação chega a alcançar 50 anos ou mais, enquanto que em regiões de clima subtropical esta idade está por volta de 25 a 30 anos (MARQUES JÚNIOR, 1995). No Brasil, embora a situação não seja tão drástica, esta idade está por volta de sete a 10 anos. Mesmo nesta situação, a duração do ciclo seletivo ainda é excessiva (MARQUES JÚNIOR, 1995; PIRES et al., 1996; PEREIRA et al., 1997).

Assim, alternativas que visam diminuir o tempo para completar uma geração de melhoramento são necessárias, sendo vantajoso aos programas de melhoramento praticar seleção de genótipos superiores com base nos primeiros anos de produção. Uma das alternativas encontradas é efetuar a seleção precoce. Esta avaliação é realizada entre famílias ou indivíduos no estágio mais juvenil possível, estratégia que tem sido alvo de inúmeras pesquisas conduzidas em vários países, as quais evidenciam ser a seleção precoce factível (BOVI et al., 1990; REZENDE et al., 1994; MARQUES JÚNIOR, 1995; XIANG et al., 2002; DEAN & STONECYPHER, 2006; WENG et al., 2007).

Há, também, uma preocupação crescente sobre o número de indivíduos a ser alocados dentro de parcelas experimentais.

É relativamente abundante a bibliografia disponível sobre o tamanho ótimo de parcelas experimentais para plantas anuais, mas é escassa no que se refere às plantas

arbóreas e perenes (PIMENTEL-GOMES et al., 1989). Assim, surge ao pesquisador florestal o problema da escolha da dimensão das parcelas experimentais a serem utilizadas, tanto para o desenvolvimento de pesquisas quanto para a realização de inventários e manejo de florestas. A escolha criteriosa do tamanho de parcelas é fundamental por possibilitar a redução do efeito da variabilidade ambiental sobre os resultados experimentais, melhorando a qualidade dos dados (SIMPLÍCIO et al., 1996).

Diante desta dificuldade, é comum em experimentos com arbóreas perenes, utilizar elevado número de plantas úteis por parcela, mas não se sabe realmente qual o tamanho mais adequado (PIMENTEL-GOMES et al., 1989).

O coeficiente de repetibilidade, ou repetibilidade, é um método utilizado para se determinar o padrão de variação de uma dada característica e inferir sobre o tamanho mínimo da amostra para representar a característica de interesse de forma adequada. Assim, é possível determinar o número de observações fenotípicas que devem ser realizadas de cada indivíduo, para que a seleção seja praticada com precisão específica e o mínimo de trabalho (CARVALHO, 1999; CRUZ et al., 2004).

Isto posto, o presente trabalho utilizou dados de dois testes clonais de eucalipto e teve por objetivos: i) avaliar a variabilidade genética entre clones de eucalipto para crescimento em altura, diâmetro a altura do peito (DAP) e volume de madeira, em diferentes idades; ii) verificar a possibilidade de se praticar a seleção precoce e a sua eficiência em testes clonais de eucalipto e, iii) estimar o coeficiente de repetibilidade para idade, número de repetições e número de plantas por parcela.

## II. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O gênero *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus* L'Herit, originário da Austrália, Timor e Indonésia, pertence à família Myrtaceae, é constituído por aproximadamente 700 espécies, distribuídas em sete subgêneros. Destes o principal é o *Symphyomyrtus*, no qual estão as espécies mais plantadas para fins comerciais: *E. grandis*, *E. globulus*, *E. urophylla*, *E. calmadulensis*, *E. saligna* e *E. tereticomis* (CASTRO, 1992).

Este gênero, em geral, é constituído por espécies perenes, arbustivas e arbóreas. Possui tronco lenhoso, com poucas ramificações, normalmente liso e com a casca decídua. As folhas são alternas, com algumas espécies com folhas opostas. Normalmente, são coriáceas, lanceoladas, com elevada quantidade de cutina e rica em esclerênquima e, quando em seu habitat natural, algumas espécies perdem as folhas durante as monções. Suas flores são monóicas, hermafroditas e protândricas, preferencialmente alógamas, com alguma autogamia. São agrupadas em corimbos, panículas ou umbrelas; os insetos são os principais agentes polinizadores. Os frutos são capsulares e deiscentes, liberando sementes de cor preta a amarelada e de tamanho variável, entre 1 mm a 2 cm (CASTRO, 1992; ALFENAS et al., 2004)

Atualmente, o eucalipto é a árvore mais plantada no mundo, com mais de 17,8 milhões de hectares (ha), sendo o Brasil o segundo maior país em área plantada, com cerca de 3,7 milhões de ha, ultrapassado apenas pela Índia, cujos plantios totalizam 8 milhões de ha, aproximadamente (ALFENAS et al., 2004).

O Brasil se destaca no cenário mundial por possuir um excelente desempenho no setor florestal, fruto das nossas condições climáticas e da tecnologia desenvolvida pelas empresas e instituições de pesquisa do país. O setor florestal responde por 3,5% do nosso Produto Interno Bruto (PIB) e gera 6,5 milhões de empregos diretos e indiretos. A exportação de produtos derivados de florestas plantadas, em 2007, somou US\$ 6,1 bilhões, dos quais 70% foram resultantes do cultivo de eucalipto (JACOVINE et al., 2008).

As florestas de eucaliptos estão amplamente espalhadas pelo território nacional, principalmente no Sul e no Sudeste e a madeira deste gênero vem se constituindo numa das principais fontes de matéria-prima fibrosa para a indústria de celulose e papel, além de servir como fonte de matéria-prima para outros produtos. Das folhas, extraem-se óleos essenciais empregados em produtos de limpeza e alimentícios, perfumes e remédios; a casca oferece tanino, usado no curtimento do couro; o tronco fornece madeira para sarrafos, lambris, ripas, vigas, postes, varas, esteios para minas, mastros para barco, tábuas para embalagens e móveis. Além dessas funções, ele faz parte da venda de créditos de carbono, pois remove gás carbônico da atmosfera, aproximadamente  $12 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , contribuindo para minimizar o efeito estufa. Ainda se produz biocombustível através da biomassa gerada e protege os solos contra processos erosivos, conferindo-lhes características de permeabilidade, aumentando a taxa de infiltração das águas pluviais e regularizando o regime hidrológico nas áreas plantadas (JACOVINE et al., 2008).

Em nossas condições, a eucaliptocultura é intensiva, baseada principalmente em florestas clonais formadas com materiais elite e de elevada produtividade, chegando a atingir valores da ordem de  $45 \text{ a } 60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , dependendo da região, do material genético e dos tratamentos culturais realizados. Assim, as florestas clonais apresentam vantagens significativas em produtividade, homogeneidade de plantio, uniformidade da matéria-prima e qualidade da madeira (ALFENAS et al., 2004).

A maior parte da área coberta por *Eucalyptus* pertence às empresas de papel e celulose, cultivadas em sua maioria com clones ou híbridos interespecíficos superiores provenientes de programas de melhoramento genético. Entretanto, a cultura de *Eucalyptus* ainda não supre totalmente a demanda por madeira, sendo o plantio comercial uma alternativa viável para atender ao aumento na demanda de madeira, pois apresenta rápido retorno, alta produtividade, custos reduzidos, além de evitar o corte de árvores em florestas naturais, sendo uma opção o seu uso em áreas degradadas (TOLFO, 2003).

Os programas de melhoramento genético em eucalipto demandam muito tempo, pois por serem perenes e de ciclo longo, o número de anos necessários para completar seu ciclo de melhoramento é o principal entrave dos programas de seleção.

MARQUES JÚNIOR (1995) relata que nas espécies florestais de clima temperado, normalmente os ciclos de rotação chegam a alcançar 50 anos ou mais, enquanto que para as espécies subtropicais essa idade está por volta de 25 a 30 anos. Nas regiões de clima tropical, como o Brasil, um ciclo de seleção dura aproximadamente de sete a 10 anos, sendo a avaliação com duração de sete anos, seguidos de dois ou três anos para a recombinação usando-se sementes.

## **2.2. Seleção Precoce**

O tempo é um fator crítico no melhoramento genético de espécies florestais, que por apresentarem ciclos longos tornam os programas de melhoramento destas espécies lentos e onerosos (KAGEYAMA & VENCOVSKY, 1983; PEREIRA et al., 1997; GONÇALVES et al., 1998).

O gênero *Eucalyptus* spp. se enquadra neste grupo e apresenta em vários países uma idade de rotação que pode demorar dezenas de anos (MARQUES JÚNIOR, 1995).

Nas condições ecológicas brasileiras, esta espécie entra em fase reprodutiva à idade de aproximadamente quatro anos, necessitando de longos períodos para passar de uma geração para outra. Logo, para avaliar o progresso resultante de um dado método de melhoramento, leva-se um tempo relativamente longo, se comparado a outras culturas agrícolas (REZENDE et al., 1994; SOMA, 2001).

Um dos maiores entraves no melhoramento de essências florestais é o número de anos para se completar um ciclo seletivo. Contudo na condução de um programa de melhoramento com o eucalipto no Brasil, a etapa de avaliação dura cerca de 7 anos, idade de abate das plantas em plantios comerciais. Na recombinação utilizando sementes remanescentes, na melhor das hipóteses irão durar de 9 a 10 anos (MARQUES JÚNIOR, 1995; PEREIRA et al., 1997).

A principal alternativa para reduzir esse tempo é através da seleção precoce. Por essa razão os melhoristas de espécies florestais têm procurado identificar características das árvores em idade juvenil que estejam relacionadas com aquelas de interesse econômico na fase de rotação, isto é, predizer nas árvores em estádios o mais juvenil possível o desempenho de um indivíduo adulto, diminuindo assim o tempo para se completar um ciclo de seleção, resultando em maior ganho genético por unidade de tempo (MARQUES JÚNIOR, 1995; PEREIRA et al., 1997; GONÇALVES et al., 1998).

Reduzindo o período de testes pode-se descartar mais rapidamente o material inferior, a recomendação de novos clones para o plantio comercial será realizada mais prontamente, o ciclo de melhoramento será reduzido, o programa de clones mais produtivos será acelerado e o tempo entre as gerações será menor (WU, 1998).

KAGEYAMA (1983) afirma que diversos autores têm se preocupado com a seleção em espécies florestais, os quais são unânimes em afirmar que, para se aumentar a taxa de ganho genético, a seleção precoce é necessária e assume grande importância na maioria dos programas de melhoramento florestal.

Nos trabalhos conduzidos com eucalipto no Brasil, mesmo a idade de rotação sendo menor do que em outros países, a seleção precoce também tem se mostrado eficiente, embora existam poucos estudos abordando este tema (REZENDE et al., 1994).

Várias alternativas têm sido propostas para se avaliar a viabilidade e estimar a eficiência da seleção precoce, tal como a estimativa da correlação genética nas diferentes idades. Assim, a eficiência ou não da seleção precoce está intimamente relacionada com a existência ou não de correlação genética entre os caracteres na idade juvenil e adulta (FALCONER, 1987). PEREIRA et al. (1997) relatam que em um grande número de casos a associação entre o desempenho da planta ou família jovem com a adulta foi alta, indicando que nessas situações a seleção precoce seria eficaz.

Uma segunda alternativa para se avaliar a eficiência da seleção precoce é a estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos. Estes são especialmente importantes no caso de plantas perenes, onde cada ciclo seletivo é muito demorado e

conseqüentemente tem-se que adotar a estratégia que possibilite o maior ganho possível. Estas estimativas permitem que o melhorista oriente seu trabalho e torne o programa de melhoramento mais eficiente (CASTRO, 1992).

Segundo MARQUES JÚNIOR (1995) a eficiência da seleção precoce também pode ser avaliada através das expectativas de ganhos indiretos pela seleção nas idades juvenis nos caracteres na idade de corte das árvores.

O sucesso da utilização da seleção precoce em essências florestais tem sido realçado em várias oportunidades, como em *Euterpe oleracea* (BOVI et al., 1990), eucalipto (PEREIRA et al. 1997; TOLFO, 2003), *Hevea brasiliensis* (GONÇALVES et al., 1998), *Pinus taeda* (XIANG et al., 2002), *Pseudotsuga* spp. (DEAN & STONECYPHER, 2006) e *Pinus banksiana* (WENG et al., 2007).

### **2.3. Tamanho de Parcelas**

É relativamente abundante a bibliografia disponível sobre o tamanho ótimo de parcelas experimentais para plantas anuais, mas é escassa no que se refere às plantas arbóreas e perenes (PIMENTEL-GOMES et al., 1989). Assim, surge ao pesquisador florestal o problema da escolha da dimensão da parcelas experimentais a serem utilizadas, tanto para o desenvolvimento de pesquisas quanto para a realização de inventários e manejo de florestas. A escolha criteriosa do tamanho de parcelas é fundamental por possibilitar a redução do efeito da variabilidade ambiental sobre os resultados experimentais melhorando a qualidade dos dados (SIMPLÍCIO et al., 1996).

Diante desta dificuldade, é comum em experimentos com arbóreas perenes, utilizar elevado número de plantas úteis por parcela, mas não se sabe realmente qual o tamanho mais adequado (PIMENTEL-GOMES et al., 1989).

Os experimentos de campo com eucaliptos, geralmente possuem parcelas muito grandes, o que constitui de acordo com ROSSETTI et al. (1991), sérios problemas, pois dependendo do número de tratamentos, do delineamento e do número de repetições adotados, a área experimental cresce demasiadamente dificultando o manejo e a obtenção de resultados precisos e confiáveis. Há necessidade da definição e emprego

de métodos estatísticos adequados para que sejam evitados resultados duvidosos (ROSSETTI et al., 1996).

O ônus causado por cronogramas de medição, associados a avaliações periódicas ou anuais, não se reflete apenas no aspecto econômico do trabalho efetuado, mas na eficiência de resultados, principalmente no que se refere à exatidão dos dados obtidos, base do processo decisório (CORNACCHIA et al., 1995).

PINTO (2001) destaca a importância de se encurtar o tempo gasto na avaliação e seleção proporcionado pelo longo ciclo de vida das espécies perenes, como é o caso do eucalipto. Portanto, estudos como o de repetibilidade são fundamentais para que o melhorista tenha resultados precisos.

O coeficiente de repetibilidade é utilizado no estudo de caracteres de plantas perenes, que se expressam mais de uma vez no decorrer da vida do organismo. Baseia-se na tomada de mais de uma observação fenotípica de cada indivíduo, a fim de medir a capacidade que os organismos têm de repetir a expressão do caráter (COSTA et al., 1997).

Assim, o coeficiente de repetibilidade possibilita estabelecer o número de observações fenotípicas que devem ser realizadas em cada indivíduo para que a discriminação, ou seleção fenotípica entre genótipos seja eficiente, ou seja, consuma menos tempo e tenha menor custo de mão-de-obra (COSTA et al., 1997; FERREIRA et al., 1999; FERREIRA et al., 2005). Adicionalmente, a repetibilidade fornece o valor máximo que a herdabilidade no sentido amplo pode atingir, pois expressa a proporção da variância fenotípica que é atribuída às diferenças genéticas confundidas com efeitos permanentes que atuam na cultura em estudo. Assim, esses parâmetros constituem instrumentos úteis para orientar os trabalhos de melhoramento (FERREIRA et al., 2005). Ainda, este coeficiente fornece uma predição do valor real do indivíduo quanto ao caráter em estudo (CRUZ et al., 2004).

Segundo FALCONER (1987), quando várias medidas de um mesmo caráter puderem ser feitas em cada indivíduo, a variância fenotípica poderá ser parcelada servindo para quantificar o ganho em precisão, pela repetição das medidas, e esclarecer a natureza da variação causada pelo ambiente.

Em ensaios com delineamentos experimentais, o valor do genótipo sob seleção é inferido, muitas vezes a partir da média das unidades experimentais referentes a este genótipo e não com base nas medidas de um único indivíduo. Dessa forma, quando as avaliações em cada indivíduo de cada unidade experimental são tomadas no tempo, a repetibilidade pode ser conceituada como correlação entre medidas sucessivas (médias das unidades experimentais tomadas nas sucessivas avaliações) de um mesmo genótipo. Neste caso, ela reflete a consistência da posição relativa dos genótipos durante as sucessivas medições que devem ser realizadas em cada genótipo para que a seleção seja praticada com precisão específica e o mínimo de trabalho (DIAS & KAGEYAMA, 1998).

A repetibilidade varia com a natureza do caráter, com as propriedades genéticas das populações e com as condições de ambiente sob as quais os indivíduos são mantidos. De outro modo, esta variação pode ser uma função de diferenças no componente de variância genética, no componente de variância devido ao ambiente temporário ou em qualquer combinação destes (FALCONER, 1987). Portanto, aumentando-se o número de medições, diminui-se a variância causada pelo ambiente temporário e é reduzida, por conseqüência, a variância fenotípica. Esta redução da variância fenotípica representa o ganho em precisão. Quanto maior for a repetibilidade e, por conseguinte, menor for a variância causada pelo ambiente temporário, o acréscimo do número de medições resultará em menor aumento na precisão da inferência sobre o desempenho do indivíduo, em relação a que se teria se um indivíduo fosse avaliado por meio de uma única observação (FALCONER, 1987).

Valores altos para a estimativa da repetibilidade do caráter indicam que é possível prever o valor real do indivíduo com um número relativamente pequeno de medições e que pouco ganho em acurácia haverá com o aumento do número de medidas repetidas. Entretanto, quando a repetibilidade é baixa, grande número de repetições será necessário para que se alcance um valor de determinação satisfatório (LOPES et al., 2001).

O coeficiente de repetibilidade é extremamente útil em trabalhos de melhoramento para se determinar a manutenção da superioridade, ou inferioridade, de

genótipos em avaliações sucessivas, permitindo, ainda, a determinação do número mínimo de avaliações a ser usado para se ter esta superioridade ou inferioridade comprovada (CARVALHO, 1999). Além do uso em melhoramento genético, a repetibilidade pode ser empregada para se determinar o padrão de variação de uma dada característica e inferir sobre o tamanho mínimo da amostra para representar esta característica de forma adequada (PAULA, 2007).

Essas estimativas, por meio da análise de repetibilidade, não podem ser extrapoladas para outros locais da rede de ensaios, devido à variabilidade ambiental entre locais e, dentro de locais, entre os cultivos (anos e épocas). No entanto, é esperada uma proximidade dessas estimativas. Além disso, é esperado um menor número de experimentos para o local com uma variabilidade ambiental menor entre cultivos e vice-versa (CARGNELUTTI FILHO et al., 2006).

Há diversos métodos descritos para estimativa do coeficiente de repetibilidade, como o de Análise de Variância, dos Componentes Principais proposto por ABEYWARDENA (1972) e o de Análise Estrutural proposto por MANSOUR et al. (1981).

Segundo FERREIRA et al. (2005) o método proposto por ABEYWARDENA (1972), seria o mais adequado para estimar o coeficiente de repetibilidade quando, ao longo das avaliações, os genótipos apresentam comportamento cíclico, em relação ao caráter estudado. Já o método de Análise Estrutural (MANSOUR et al., 1981), apresenta apenas diferenças conceituais em relação ao método dos Componentes Principais e, segundo seus autores, é mais adequado quando as variâncias nas diversas medições não são homogêneas.

Estes métodos têm sido usados em culturas perenes, como a seringueira (VASCONCELLOS et al., 1985), pinus (CORNACCHIA et al., 1995), cupuaçuzeiro (COSTA et al., 1997), alfafa (PEREIRA et al., 1998; FERREIRA et al., 1999), cacau (DIAS & KAGEYAMA, 1998), cajueiro-anão-precoce (CAVALCANTI et al., 2000), aceroleira (LOPES et al., 2001), açazeiro (OLIVEIRA & FERNANDES, 2001), capim-elefante (SHIMOYA et al., 2002), mangueira (COSTA, 2003) e *Panicum maximum* (CARGNELUTTI FILHO et al., 2006).

### III. MATERIAL E MÉTODOS

Foram usados dados de dois testes clonais de *Eucalyptus* spp. da Votorantim Celulose e Papel S.A., avaliados quanto ao crescimento em altura (ALT, em m), diâmetro à altura do peito (DAP, em cm) e volume individual de madeira (VOL, em m<sup>3</sup> arvore<sup>-1</sup>) aos 25, 50 e 72 meses de idade.

O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi o de blocos casualizados, com seis repetições e 30 tratamentos (clones). O espaçamento de plantio utilizado foi de 3,0 x 3,0 m, com parcelas lineares de seis plantas no teste clonal 1, e 10 plantas no teste clonal 2.

#### 3.1. Seleção Precoce

A análise de variância, para cada caráter e idade, foi realizada com as médias de parcelas, considerando-se os efeitos do modelo estatístico, à exceção do erro, como fixos.

Foi feita a análise de variância para cada caráter e idade de acordo com o modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ij} = m + g_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$  = observação referente a média do i-ésimo clone ( $i = 1, \dots, c$ ) no j-ésimo bloco ( $j = 1, \dots, k$ );

$m$  = média geral;

$g_i$  = efeito do i-ésimo clone;

$b_j$  = efeito do j-ésimo bloco;

$e_{ij}$  = erro associado ao i-ésimo clone no j-ésimo bloco.

Com base nas esperanças matemáticas dos quadrados médios foram obtidas as estimativas do coeficiente de determinação genotípico ( $H^2$ ) de acordo com a fórmula a seguir:

$$H^2 = \frac{QMC - QMR}{QMC}$$

em que:

QMC= quadrado médio do clone;

QMR = quadrado médio do resíduo.

A partir da análise de variância para cada caráter individualmente e para a soma de cada par de caracteres avaliados, obteve-se os produtos médios e das esperanças matemáticas dos quadrados médios e dos produtos médios, foram obtidas as estimativas de correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre os pares de caracteres e, ou idades estudadas. Como exemplo, as correlações genotípicas entre os caracteres em idades juvenis com os de idade de rotação, foram obtidas conforme as seguintes expressões:

$$r_{xy} = \frac{\Phi G(X, Y)}{\sqrt{\Phi G(X)\Phi G(Y)}} ,$$

em que:

$\Phi_{G(x, y)}$  = estimador do componente quadrático associado à co-variabilidade genotípica entre os caracteres X e Y, obtido pela relação:

$$\Phi_{G(x, y)} = \frac{PMC_{xy} - PMR_{xy}}{k}$$

em que:

$PMC_{xy}$  e  $PMR_{xy}$  = produtos médios de clones e do Erro para X e Y, respectivamente;

k = número de repetições;

$\Phi_{G(X)}$  e  $\Phi_{G(Y)}$  = estimadores dos componentes quadráticos associados às variações genóticas para os caracteres X e Y, respectivamente. Para X, este estimador foi obtido pela relação:

$$\Phi_{G(X)} = \frac{QMC_x - QMR_x}{k}$$

em que:

$QMC_x$  e  $QMR_x$  = respectivamente, os quadrados médios de clones e do Erro para X;

K = número de repetições.

De modo análogo foi obtido o estimador para Y.

As estimativas das correlações fenotípicas e de ambiente foram obtidas de forma semelhante.

Para estimar a viabilidade da aplicação da seleção precoce, foi simulada a seleção dos clones nas idades juvenis e na idade de rotação, adotando-se uma seleção de 30% dos clones constantes do ensaio, para cada um dos caracteres e idades avaliadas. As estimativas de ganhos com a seleção direta e indireta foram obtidas pelo emprego das seguintes expressões citadas por CRUZ et al. (2004):

- Seleção sobre o caráter i na idade de rotação e ganho sobre o mesmo caráter na idade de rotação (seleção direta):

$$GS_i = DS_i h_i^2 p \quad \text{e} \quad GS_i(\%) = 100 \frac{GS_i}{\bar{x}}$$

- Seleção sobre o caráter i ou j, em idades juvenis, ou no caráter j na idade de rotação, e ganho no caráter i na idade de rotação (seleção precoce/seleção indireta):

$$GS_{i(j)} = DS_{i(j)} h_i^2 p \quad \text{e} \quad GS_{i(j)}(\%) = 100 \frac{GS_{i(j)}}{\bar{x}}$$

em que:

$GS_i$ ,  $GS_i(\%)$  = estimativa do ganho na idade de rotação, pela seleção praticada diretamente sobre o caráter  $i$  nesta mesma idade, em termos unitários e percentuais, respectivamente;

$DS_i$  = diferencial de seleção direto;

$h_i^2$ ,  $h_j^2$  = estimativa do coeficiente de determinação genotípico do caráter  $i$  ou  $j$ , em nível de média de clones;

$p$  = controle parental ( $p=1$ );

$\bar{x}$  = média original do caráter na idade de rotação, antes da seleção;

$GS_{i(j)}$ ,  $GS_{i(j)}(\%)$  = estimativa do ganho no caráter  $i$  na idade de rotação, pela seleção praticada no caráter  $i$  ou  $j$  na idade juvenil ou no caráter  $j$  na idade de rotação, em unitários e percentuais, respectivamente;

$DS_{i(j)}$  = diferencial de seleção indireto no caráter  $i$  na idade de rotação, em função da seleção sobre o caráter  $i$  ou  $j$  na idade juvenil ou no caráter  $j$  na idade de rotação.

A eficiência da seleção precoce (ESP) foi obtida pelo valor percentual do ganho indireto, em relação à estimativa de ganho promovido pela seleção direta do caráter na idade de rotação, ou seja:

$$ESP = 100 \frac{GS_{i(j)}}{GS_i} .$$

### 3.2. Repetibilidade

A determinação do número mínimo de repetições e o tamanho de parcelas foi realizado através do uso do coeficiente de repetibilidade (CRUZ et al., 2004).

As estimativas dos coeficientes de repetibilidade foram obtidas pelos métodos da Análise de Variância (Anova), Componentes Principais (CPcor) e Análise Estrutural (AEcor), estes dois últimos a partir da matriz de correlações, conforme descrito a seguir.

### 3.2.1. Método da Análise de Variância (Anova)

O coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) foi estimado por:

$$r = \frac{\hat{V}_g}{\hat{V} + \hat{V}_g},$$

em que:

$\hat{V}_g$  e  $\hat{V}$  referem-se as estimativas dos coeficientes de variância genotípica e de ambiente, respectivamente.

### 3.2.2. Método dos Componentes Principais

O coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) foi estimado a partir da matriz de correlação conforme expressão apresentada por ABEYWARDENA (1972):

$$r = \frac{\hat{\lambda}_1 - 1}{n - 1},$$

em que:

$\hat{\lambda}_1$  é o autovalor associado ao autovetor cujos elementos têm mesmo sinal e magnitude semelhante;

$n$  = número de medidas (repetições, planta por repetição, ou de idades) adotado no experimento.

### 3.2.3. Método da Análise Estrutural

O coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) foi estimado a partir da matriz de correlação entre os genótipos em cada par de avaliações, conforme proposto por MANSOUR et al. (1981). Este método considera  $R$  a matriz paramétrica de correlações entre genótipos

em cada par de avaliação, e  $\hat{R}$ , seu estimador. Neste caso, o estimador do coeficiente de repetibilidade é dado por:

$$r = \frac{a'Ra - 1}{n - 1},$$

em que:

$a'$  = autovetor com elementos paramétricos, associado ao maior autovalor  $R$ , ou seja:  $a' = [1/\sqrt{n}]$ ;

$n$  = número de medidas (repetições, planta por repetição, ou de idades) adotado no experimento.

Para os três métodos descritos acima, a acurácia da predição do valor real dos clones por meio das médias de medidas repetidas foi avaliada pela magnitude do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), a partir da seguinte expressão:

$$R^2 = \frac{nr}{1 + r(n - 1)},$$

Sendo:

$n$  = número de medidas (repetições, planta por repetição, ou de idades) adotado no experimento;

$r$  = coeficiente de repetibilidade.

Ainda, a partir da expressão acima foi estimado o número de avaliações ( $\eta_0$ ) necessário para se obter o valor real dos clones, conforme a porcentagem de determinação ( $R_0^2$ ) desejada, a partir da expressão:

$$\eta_o = \frac{R_d^2(1-r)}{(1-R_d^2)r}$$

As estimativas do coeficiente de repetibilidade foram usadas para se determinar número mínimo de avaliações (idades); repetições e número de plantas por parcela em testes clonais de *Eucalyptus* spp. Todas as avaliações genéticas foram processadas no programa GENES (CRUZ, 2001).

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Seleção Precoce

Os caracteres avaliados, nos dois testes clonais, apresentaram diferenças significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre os clones, o que indica a existência de variação genética, sugerindo a possibilidade de ganhos genéticos pela aplicação da seleção (Tabela 1 e 2). Resultados semelhantes foram encontrados por PEREIRA et al. (1997), PAULA et al. (2002), TOLFO (2003) e SANTOS et al. (2006), o que evidencia que os materiais genéticos usados no setor florestal apresentam variação genética, e que as possibilidades de melhoramento desses materiais são promissoras (PIRES et al., 1996).

A precisão experimental avaliada pela magnitude das estimativas dos coeficientes de variação (CV), nos dois testes clonais, foram consideradas de maneira geral, baixas para experimentos florestais, constatando a acuracidade dos dados e, com isso, a confiança nos parâmetros genéticos estimados.

A relação  $CV_g/CV$  foi superior a 1,0 em todas as situações no teste clonal 2, e apenas em DAP aos 25 meses de idade no experimento 1. Valores dessa relação superiores a 1 são desejáveis no processo de seleção, já que, dessa forma, a variação genética supera a ambiental. Resultados favoráveis à seleção, avaliados por esta relação, foram obtidos por BOTREL et al. (2007) trabalhando com clones híbridos de *Eucalyptus* spp. Entretanto, não basta apenas que essa relação seja superior a 1, importando também, a magnitude dos valores envolvidos (PAULA et al., 2002).

As estimativas dos coeficientes de determinação genotípicos ( $H^2$ ) foram altas nos dois testes clonais e apresentaram baixa variação com a idade, para cada caráter. Este coeficiente expressa a proporção da variação que é atribuída a diferenças genéticas entre os indivíduos, e pelas altas estimativas obtidas pode-se inferir que esses caracteres se encontram sob forte controle genético, respondendo positivamente à seleção (BOTREL et al., 2007).

Tabela 1 – Análise de variância para os caracteres altura total (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP) e volume de madeira (VOL) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referentes ao teste clonal 1.

Fontes de Variação	25 meses			50 meses			72 meses		
	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL
	cm	cm	m <sup>3</sup> /árvore	cm	cm	m <sup>3</sup> /árvore	cm	cm	m <sup>3</sup> /árvore
Bloco	1,22	0,57	0,00009	1,57	5,12	0,0012	1,71	21,04	0,0032
Clones	5,17**	4,83**	0,0008**	18,64**	15,24**	0,0096**	32,06**	39,62**	0,0261**
Resíduo	0,72	0,92	0,0001	3,3420	4,03	0,0017	5,70	8,14	0,0043
Média	10,92	13,91	0,0627	14,24	20,08	0,1547	15,54	23,89	0,1778
CV(%)	7,78	6,89	16,96	12,83	10,00	26,65	15,36	11,94	36,90
$\sigma_f^2$	0,86	0,80	0,00013	3,10	2,54	0,00160	5,34	6,60	0,0044
$\sigma_e^2$	0,72	0,92	0,0001	0,68	4,03	0,0017	5,70	8,14	0,0043
$\phi_g$	0,74	0,65	0,00011	2,55	1,86	0,0013	4,39	5,24	0,0036
H <sup>2</sup>	0,86	0,80	0,87	0,82	0,73	0,82	0,82	0,79	0,83
CVg	7,89	5,80	16,72	11,21	6,80	23,30	13,48	9,59	33,92
CVg/CV	1,01	0,84	0,98	0,87	0,68	0,87	0,87	0,80	0,91

\*\* - significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

CV(%) – coeficiente de variação experimental (%).

$\sigma_f^2$  e  $\sigma_e^2$  - estimativas da variância fenotípica e ambiental, respectivamente.

$\phi_g$  – estimativa do componente quadrático associado à variabilidade genotípica.

H<sup>2</sup> – estimativa do coeficiente de determinação genotípica.

CVg – estimativa do coeficiente de variação genotípica.

Tabela 2 – Análise de variância para os caracteres altura total (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP) e volume de madeira (VOL) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referentes ao teste clonal 2.

Fontes de Variação	25 meses			50 meses			72 meses		
	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL
	cm	cm	m <sup>3</sup> /árvore	cm	cm	m <sup>3</sup> /árvore	cm	cm	m <sup>3</sup> /árvore
Bloco	0,4527	3,3372	0,00001	0,0191	4,5467	0,0003	0,3741	3,4621	0,0008
Clones	4,99**	3,58**	0,0006**	13,25**	8,63**	0,0064**	27,09**	19,09**	0,0187**
Resíduo	0,43	0,17	0,00004	1,05	0,48	0,0004	2,01	1,05	0,0014
Média	10,21	11,91	0,04	14,06	19,86	0,14	16,43	22,37	0,17
CV(%)	6,45	3,50	13,34	7,28	3,49	15,07	8,64	4,59	21,35
$\sigma_f^2$	0,83	0,59	0,0001	2,20	1,43	0,0010	4,51	3,18	0,0031
$\sigma_e^2$	0,43	0,17	0,00004	1,05	0,48	0,0004	2,01	1,05	0,0014
$\phi_g$	0,75	0,56	0,00009	2,03	1,35	0,001	4,18	3,01	0,0029
H <sup>2</sup>	0,91	0,95	0,93	0,92	0,94	0,92	0,92	0,94	0,92
CVg	8,53	6,32	20,62	10,14	5,87	21,83	12,4	7,75	30,02
CVg/CV	1,32	1,80	1,54	1,39	1,68	1,44	1,43	1,68	1,40

\*\* - significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

CV(%) – coeficiente de variação experimental (%).

$\sigma_f^2$  e  $\sigma_e^2$  - estimativas da variância fenotípica e ambiental, respectivamente.

$\phi_g$  – estimativa do componente quadrático associado à variabilidade genotípica.

H<sup>2</sup> – estimativa do coeficiente de determinação genotípica.

CVg – estimativa do coeficiente de variação genotípica.

As estimativas de correlação genotípica, nos dois testes, foram positivas e de alta magnitude, indicando que a seleção praticada sobre um dado caráter promoverá variações expressivas nos demais (Tabela 3 e 4). O fato de não haver correlações negativas entre os caracteres avaliados, facilita o processo seletivo e possibilita que a resposta correlacionada à seleção praticada sobre um determinado caráter ocorra no sentido desejado do caráter sob seleção indireta, uma vez que o objetivo é o aumento no desempenho dos clones para os caracteres avaliados.

Analisando os coeficientes de correlações obtidos, pode-se considerar que há, de modo geral, perspectivas favoráveis para obtenção de ganhos via seleção indireta, além de alta magnitude para a correlação juvenil-adulta para os caracteres avaliados nestas condições, nos dois testes clonais. Resultados semelhantes foram obtidos por WENG et al. (2007) que no estudo com *Pinus banksiana* obtiveram alta correlação juvenil-adulta para o caráter altura, e sugeriram que o conjunto gênico que atua na idade jovem para este caráter deve ser o mesmo que atua na idade adulta. Estes autores citam outros trabalhos como os de RIEMENSCHNEIDER (1988), MAGNUSSEM & YEATMAN (1989) que também obtiveram resultados favoráveis para a correlação juvenil-adulta.

LI et al. (1993) relataram em seu estudo alta correlação genética para *Picea glauca* para o caráter altura nas idades de 3 e 8 anos, sugerindo a prática da seleção precoce sobre o mesmo.

BOVI et al. (1990) avaliando a circunferência e o número de perfilhos de açai, encontraram significativas correlações juvenil-adulta (entre 17 meses e 3 anos) para a maioria das situações estudadas, sugerindo ser efetiva a prática da seleção precoce em açazeiro baseada em circunferência da planta e número de perfilhos.

Tabela 3 - Estimativas de correlações fenotípicas (rf), genotípica (rg) e de ambiente (ra) entre os pares de caracteres em clones de *Eucalyptus* spp. aos 25, 50 e 72 meses de idade, referentes ao teste clonal 1.

			25 meses		50 meses			72 meses		
			ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL
25 meses	DAP	rf	0,78	0,97	0,95	0,72	0,92	0,92	0,82	0,90
		rg	0,82	0,98	0,96	0,73	0,93	0,93	0,83	0,90
		ra	0,59	0,93	0,92	0,73	0,88	0,89	0,77	0,85
	ALT	rf		0,88	0,75	0,80	0,77	0,73	0,80	0,72
		rg		0,89	0,78	0,84	0,80	0,75	0,83	0,75
		ra		0,82	0,66	0,69	0,68	0,64	0,65	0,62
	VOL	rf			0,93	0,77	0,92	0,90	0,84	0,89
		rg			0,94	0,79	0,93	0,91	0,86	0,90
		ra			0,91	0,77	0,90	0,89	0,79	0,86
50 meses	DAP	rf				0,84	0,98	0,98	0,91	0,96
		rg				0,85	0,98	0,98	0,92	0,96
		ra				0,83	0,97	0,98	0,88	0,96
	ALT	rf					0,87	0,84	0,95	0,83
		rg					0,88	0,86	0,95	0,85
		ra					0,86	0,80	0,94	0,79
	VOL	rf						0,98	0,92	0,98
		rg						0,98	0,93	0,98
		ra						0,97	0,90	0,97
72 meses	DAP	rf							0,92	0,98
		rg							0,94	0,98
		ra							0,87	0,98
	ALT	rf								0,91
		rg								0,92
		ra								0,87

DAP – diâmetro à altura do peito (cm); ALT – altura total (m); VOL – volume individual (m<sup>3</sup>/árvore)

Tabela 4 - Estimativas de correlações fenotípicas (rf), genotípica (rg) e de ambiente (ra) entre os pares de caracteres em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referentes ao teste clonal 2.

			25 meses		50 meses			72 meses		
			ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL
25 meses	DAP	rf	0,85	0,98	0,93	0,74	0,93	0,88	0,77	0,89
		rg	0,87	0,98	0,94	0,75	0,93	0,89	0,77	0,89
		ra	0,63	0,96	0,93	0,65	0,90	0,88	0,79	0,86
	ALT	rf		0,91	0,85	0,88	0,87	0,81	0,85	0,82
		rg		0,92	0,88	0,90	0,90	0,84	0,87	0,85
		ra		0,75	0,49	0,61	0,52	0,44	0,51	0,43
	VOL	rf			0,92	0,77	0,93	0,87	0,79	0,88
		rg			0,93	0,78	0,93	0,87	0,79	0,89
		ra			0,88	0,65	0,89	0,83	0,75	0,84
50 meses	DAP	rf				0,85	0,99	0,98	0,88	0,98
		rg				0,87	0,99	0,98	0,88	0,98
		ra				0,66	0,97	0,97	0,84	0,94
	ALT	rf					0,87	0,87	0,95	0,86
		rg					0,88	0,88	0,98	0,88
		ra					0,71	0,62	0,71	0,58
	VOL	rf						0,97	0,89	0,98
		rg						0,98	0,90	0,98
		ra						0,95	0,81	0,95
72 meses	DAP	rf						0,90	0,99	
		rg						0,91	0,99	
		ra						0,83	0,97	
	ALT	rf							0,90	
		rg							0,91	
		ra							0,81	

DAP – diâmetro à altura do peito (cm); ALT – altura total (m); VOL – volume individual (m<sup>3</sup>/árvore)

Nas Tabelas 5 e 6, encontram-se as expectativas de ganhos com a seleção direta e indireta para os testes clonais 1 e 2, respectivamente, e nas Tabelas 7 e 8 as médias para as características nas idades avaliadas nos diferentes clones.

As estimativas de ganhos com a seleção na idade de rotação (72 meses) para o teste clonal 1 foram máximos em 13,17% sobre o DAP, 8,82% sobre ALT e 35,52% sobre VOL. Para o teste clonal 2, essas estimativas foram de 11,60% sobre DAP, 6,66% sobre ALT e 29,22% sobre VOL.

Avaliando-se os ganhos pela seleção indireta, ou seja, na idade de rotação, e pela seleção precoce (em idades juvenis) verifica-se que, independentemente da idade, estas proporcionam resultados, em geral, inferiores aos da seleção direta. Por outro lado, a seleção precoce proporciona expectativas de ganhos tão boas quanto a seleção indireta praticada na mesma idade de rotação. Sendo assim, a prática da seleção precoce é vantajosa, pois se reduz a duração da geração de melhoramento.

No teste clonal 1, a seleção praticada em ALT aos 25 meses promoveu a menor eficiência da seleção precoce, sendo de 73,20%, 81,52% e 71,51%, respectivamente, sobre DAP, ALT e VOL, aos 72 meses de idade (Tabela 5), identificando seis dos nove melhores clones na idade de rotação. Resultados semelhantes foram obtidos para o teste clonal 2, em que as menores eficiências da seleção precoce também ocorreram pela seleção praticada em ALT aos 25 meses (Tabela 6).

Considerando que o interesse maior é pelo desempenho em VOL, no teste clonal 1 a seleção praticada aos 25 meses em DAP, ALT e VOL proporciona, respectivamente, uma eficiência de 87,95%, 71,51% e 88,80%, comparativamente à seleção praticada aos 72 meses de idade sobre VOL, identificando sete, seis e sete dos nove clones superiores para esse caráter na idade de rotação. Para o teste clonal 2, a mesma seleção praticada aos 25 meses de idade, proporciona uma eficiência de 93,39% 64,17% e 82,34%, identificando oito, seis e sete dos nove clones superiores em VOL. Portanto, a seleção praticada aos 25 meses de idade foi eficiente para os dois testes clonais.

Tabela 5 - Expectativas de ganhos genéticos em altura (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP) e volume de madeira (VOL), aos 72 meses de idade, em clones de *Eucalyptus* spp., pela seleção simulada sobre ALT, DAP e VOL, aos 25, 50 e 72 meses, referentes ao teste clonal 1.

Idade (meses)	Seleção em	Resposta esperada DAP, ALT, VOL aos 72 meses de idade <sup>1,2</sup>				Ganho (%) por unidade tempo (anos)	A	
		X <sub>s</sub>	GS	GS(%)	ESP(%)			
25	DAP (cm)	DAP-72	17,89	1,93	12,38	94,00	5,95	7
		ALT-72	26,09	1,74	7,30	82,77	3,51	7
		VOL-72	0,2448	0,0556	31,24	87,95	15,02	7
	ALT (m)	DAP-72	17,38	1,50	9,64	73,20	4,63	6
		ALT-72	26,06	1,72	7,19	81,52	3,46	6
		VOL-72	0,2323	0,0452	25,4	71,51	12,21	6
	VOL (m <sup>3</sup> /árvore)	DAP-72	17,80	1,85	11,90	90,36	5,72	7
		ALT-72	26,18	1,81	7,59	86,05	3,65	7
		VOL-72	0,2454	0,0562	31,54	88,80	15,16	7
50	DAP (cm)	DAP-72	18,01	2,02	13,00	98,71	3,13	8
		ALT-72	26,42	2,00	8,39	95,12	2,02	8
		VOL-72	0,2525	0,0621	34,88	98,20	8,38	8
	ALT (m)	DAP-72	17,72	1,78	11,44	86,86	2,75	6
		ALT-72	26,36	1,96	8,21	93,08	1,97	7
		VOL-72	0,2415	0,0529	29,71	83,64	7,14	6
	VOL (m <sup>3</sup> /árvore)	DAP-72	18,01	2,02	13,00	98,71	3,13	8
		ALT-72	26,42	2,00	8,39	95,12	2,02	8
		VOL-72	0,2525	0,0621	34,88	98,20	8,38	8
72	DAP (cm)	DAP-72	18,04	2,04	13,17	100,00	0,17	9
		ALT-72	26,42	2,00	8,39	95,12	0,16	8
		VOL-72	0,2539	0,0632	35,52	100,00	0,17	9
	ALT (m)	DAP-72	18,04	2,04	13,13	99,70	0,17	8
		ALT-72	26,55	2,11	8,82	100,00	0,17	9
		VOL-72	0,2524	0,0620	34,83	98,06	0,16	8
	VOL (m <sup>3</sup> /árvore)	DAP-72	18,04	2,04	13,17	100,00	0,17	9
		ALT-72	26,42	2,00	8,39	95,12	0,16	8
		VOL-72	0,2539	0,0632	35,52	100,00	0,17	9

<sup>1</sup> - média original dos clones, na idade de rotação antes da seleção: ALT = 23,89 m, DAP = 15,55 cm e VOL = 0,1781 m<sup>3</sup>/árvore; <sup>2</sup> - estimativas do coeficiente de determinação genotípico (H<sup>2</sup>) no sentido amplo na idade de rotação: ALT = 0,794; DAP = 0,822 e VOL = 0,835; X<sub>s</sub>: média dos clones selecionados; GS e GS(%): ganho de seleção esperado em ALT, DAP e VOL aos 72 meses de idade, em termos absolutos e percentuais da média original, respectivamente; ESP: eficiência da seleção precoce (%); A: número de clones em comum com a seleção praticada sobre a ALT, DAP e VOL, na idade de 72 meses, considerando-se 30% dos clones selecionados.

Tabela 6 - Expectativas de ganhos genéticos em altura (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP) e volume de madeira (VOL), aos 72 meses de idade, em clones de *Eucalyptus* spp., pela seleção simulada sobre ALT, DAP e VOL, aos 25, 50 e 72 meses, referentes ao teste clonal 2.

Idade (meses)	Seleção em	Resposta esperada DAP, ALT, VOL aos 72 meses de idade <sup>1/2</sup>				Ganho (%) por unidade tempo (anos)	A	
		X <sub>s</sub>	GS	GS(%)	ESP(%)			
25	DAP (cm)	DAP-72	18,31	1,77	10,84	93,45	5,21	8
		ALT-72	23,63	1,21	5,44	81,68	2,62	5
		VOL-72	0,2307	0,0485	27,29	93,39	13,12	8
	ALT (m)	DAP-72	17,71	1,22	7,45	64,22	3,58	6
		ALT-72	23,38	0,98	4,40	66,07	2,12	5
		VOL-72	0,2142	0,0333	18,75	64,17	9,01	6
	VOL (m <sup>3</sup> /árvore)	DAP-72	18,09	1,57	9,58	82,59	4,61	7
		ALT-72	23,58	1,17	5,26	78,98	2,53	5
		VOL-72	0,2245	0,0428	24,06	82,34	11,57	7
50	DAP (cm)	DAP-72	18,44	1,90	11,60	100,00	2,79	9
		ALT-72	23,70	1,28	5,74	86,19	1,38	6
		VOL-72	0,2344	0,0520	29,22	100,00	7,02	9
	ALT (m)	DAP-72	18,10	1,58	9,69	83,53	2,33	7
		ALT-72	23,87	1,44	6,48	97,30	1,56	8
		VOL-72	0,2271	0,0452	25,41	86,96	6,11	7
	VOL (m <sup>3</sup> /árvore)	DAP-72	18,44	1,90	11,60	100,00	2,79	9
		ALT-72	23,70	1,28	5,74	86,19	1,38	6
		VOL-72	0,2344	0,0520	29,22	100,00	7,02	9
72	DAP (cm)	DAP-72	18,44	1,90	11,60	100,00	1,93	9
		ALT-72	23,70	1,28	5,74	86,19	0,96	6
		VOL-72	0,2344	0,0520	29,22	100,00	4,87	9
	ALT (m)	DAP-72	17,97	1,46	8,93	76,98	1,49	6
		ALT-72	23,91	1,48	6,66	100,00	1,11	9
		VOL-72	0,2239	0,0422	23,73	81,21	3,96	6
	VOL (m <sup>3</sup> /árvore)	DAP-72	18,44	1,90	11,60	100,00	1,93	9
		ALT-72	23,70	1,28	5,74	86,19	0,96	6
		VOL-72	0,2344	0,0520	29,22	100,00	4,87	9

<sup>1</sup> - média original dos clones, na idade de rotação antes da seleção: ALT = 22,32 m, DAP = 16,37 cm e VOL = 0,1776 m<sup>3</sup>/árvore; <sup>2</sup> - estimativas do coeficiente de determinação genotípico (H<sup>2</sup>) no sentido amplo na idade de rotação: ALT = 0,944; DAP = 0,925 e VOL = 0,922; X<sub>s</sub>: média dos clones selecionados; GS e GS(%): ganho de seleção esperado em ALT, DAP e VOL aos 72 meses de idade, em termos absolutos e percentuais da média original, respectivamente; ESP: eficiência da seleção precoce (%); A: número de clones em comum com a seleção praticada sobre a ALT, DAP e VOL, na idade de 72 meses, considerando-se 30% dos clones selecionados.

Tabela 7 - Médias do diâmetro à altura do peito (DAP, em cm), altura (ALT, em m) e volume de madeira (VOL, em m<sup>3</sup>.árvore<sup>-1</sup>), em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referente ao teste clonal 1.

Clone	DAP-25	DAP-50	DAP-72	ALT-25	ALT-50	ALT-72	VOL-25	VOL-50	VOL-72
1	9,68	11,43	11,66	13,10	18,24	20,31	0,0465	0,0898	0,0667
2	10,51	14,18	15,75	14,29	20,98	25,51	0,0601	0,1586	0,1872
3	9,54	11,53	12,29	12,41	16,83	18,49	0,0455	0,1057	0,1079
4	11,12	15,10	16,48	14,49*	21,37*	25,11	0,0673	0,1784	0,2042
5	9,57	11,09	11,32	13,76	18,60	20,99	0,0494	0,0927	0,0697
6	11,48	14,90	16,18	14,79*	21,12*	25,23	0,0727*	0,1718	0,1980
7	10,86	13,15	14,19	14,11	19,16	21,68	0,0620	0,1312	0,1389
8	11,02	15,34	17,14	13,93	20,93	25,37	0,0630	0,1760	0,2156
9	12,24*	16,89*	19,39*	15,05*	22,88*	27,96*	0,0805*	0,2265*	0,2990*
10	11,54	15,63*	17,98*	14,45	21,05	26,33*	0,0720*	0,1967*	0,2709*
11	11,60*	15,66*	17,35*	14,46*	21,65*	26,43*	0,0718*	0,1912*	0,2319*
12	11,59*	15,70*	17,27	14,03	21,47*	25,63*	0,0691	0,1855*	0,2173
13	10,79	14,61	16,12	13,64	20,73	23,74	0,0605	0,1689	0,1963
14	9,00	11,41	12,76	11,90	18,42	21,10	0,0383	0,0960	0,0998
15	10,77	14,16	15,56	13,43	19,12	23,30	0,0584	0,1389	0,1655
16	10,13	12,63	13,35	12,39	18,25	20,25	0,0487	0,1132	0,1057
17	9,68	11,25	11,61	12,45	16,63	18,70	0,0458	0,0938	0,0856
18	11,92*	15,86*	17,34*	13,34	19,30	24,48	0,0693	0,1833*	0,2306*
19	12,09*	15,37	16,93	13,82	18,17	23,38	0,0731*	0,1586	0,2011
20	10,40	13,61	14,46	12,82	19,44	23,59	0,0523	0,1296	0,1378
21	11,92*	15,87*	17,58*	14,57*	21,84*	26,58*	0,0761*	0,1973*	0,2409*
22	10,73	13,59	14,61	14,71*	19,79	23,52	0,0644	0,1366	0,1499
23	10,48	13,56	14,64	14,20	20,67	24,80	0,0592	0,1403	0,1505
24	11,18	14,20	14,61	13,73	19,94	23,15	0,0634	0,1423	0,1327
25	9,89	12,93	13,70	13,84	20,02	23,82	0,0514	0,1236	0,1240
26	11,42	15,29	17,56*	14,70*	21,08	25,65*	0,0711*	0,1759	0,2297*
27	11,61*	16,11*	17,96*	14,17	21,59*	26,30*	0,0701	0,1970*	0,2450*
28	10,10	12,93	13,44	13,80	19,26	21,30	0,0535	0,1191	0,1500
29	11,95*	16,42*	18,67*	14,75*	22,31*	27,67*	0,0762*	0,2110*	0,2758*
30	12,69*	16,96*	18,51*	15,83*	21,35*	26,32*	0,0907*	0,2165*	0,2615*

\*- clones superiores

Tabela 8 - Médias do diâmetro à altura do peito (DAP, em cm), altura (ALT, em m) e volume de madeira (VOL, em m<sup>3</sup>.árvore<sup>-1</sup>), em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referente ao teste clonal 2.

Clone	DAP-25	DAP-50	DAP-72	ALT-25	ALT-50	ALT-72	VOL-25	VOL-50	VOL-72
1	9,13	12,72	15,11	11,00	19,23	22,16	0,0354	0,1140	0,1428
2	10,54	14,01	16,14	12,69*	20,49*	23,42*	0,0531*	0,1442	0,1728
3	10,52	14,55	17,11	12,19	19,46	22,25	0,0519	0,1527	0,1989
4	10,99*	15,22*	17,76*	12,13	20,11	22,72	0,0551*	0,1676*	0,2109*
5	10,27	14,52	17,32	11,81	19,98	22,41	0,0480	0,1550	0,2009
6	10,28	14,44	17,10	11,97	20,05	22,38	0,0481	0,1513	0,1930
7	9,78	13,90	16,63	11,89	20,43	23,23*	0,0433	0,1404	0,1808
8	9,60	13,69	16,66	11,48	20,16	22,47	0,0401	0,1356	0,1782
9	10,32	14,81*	18,03*	11,92	20,47*	23,20*	0,0485	0,1629*	0,2242*
10	11,41*	15,14*	17,84*	12,75*	20,62*	22,85	0,0616*	0,1677*	0,2100*
11	9,71	13,80	16,23	11,36	20,00	22,51	0,0406	0,1363	0,1676
12	10,30	14,66	17,58	11,78	20,45*	23,76*	0,0468	0,1556	0,2098
13	10,14	13,59	16,48	11,82	19,75	22,61	0,0474	0,1341	0,1783
14	11,31*	16,21*	19,01*	12,38*	20,18	22,88	0,0588*	0,1864*	0,2377*
15	9,68	13,34	15,34	11,58	19,78	21,96	0,0416	0,1268	0,1451
16	9,56	13,64	16,21	11,46	19,68	22,07	0,0398	0,1311	0,1626
17	8,69	10,47	11,10	9,48	15,38	15,84	0,0277	0,0643	0,0450
18	11,71*	15,42*	18,09*	12,39*	20,64*	23,65*	0,0622*	0,1722*	0,2201*
19	10,67*	15,28*	18,15*	12,11	20,69*	23,81*	0,0520	0,1723*	0,2288*
20	10,37	14,59	16,85	12,07	20,28	22,87	0,0496	0,1586	0,1940
21	9,15	12,10	13,32	10,89	17,46	19,44	0,0358	0,0989	0,1004
22	8,98	12,16	13,44	11,27	19,22	20,91	0,0354	0,1063	0,1048
23	9,35	12,11	13,33	11,40	18,46	20,53	0,0384	0,1002	0,0990
24	10,84*	15,31*	18,30*	12,96*	21,23*	24,08*	0,0568*	0,1748*	0,2292*
25	11,75*	15,91*	18,37*	13,09*	21,19*	24,73*	0,0668*	0,1909*	0,2425*
26	10,54*	14,57	16,82	12,27*	20,18	22,57	0,0523*	0,1573	0,1907
27	8,22	11,01	12,13	10,96	18,25	20,01	0,0299	0,0847	0,0775
28	10,32	14,12	16,43	11,98	19,95	22,62	0,0479	0,1413	0,1712
29	9,74	12,98	14,36	12,34*	19,90	20,89	0,0443	0,1214	0,1185
30	11,66*	16,77*	20,45*	13,32*	21,37*	25,35*	0,0667*	0,2115*	0,3070*

\* - clones superiores

Aos 50 meses de idade, no teste clonal 1, a eficiência da seleção em DAP, ALT e VOL sobre VOL aos 72 meses foi de 98,20%, 83,64% e 98,20%, identificando respectivamente, oito, seis e oito dos nove clones superiores. Já para o teste 2, a seleção em DAP e VOL proporciona uma eficiência de 100% sobre VOL aos 72 meses, e para ALT a eficiência foi de 86,96%, identificando sete dos nove clones superiores.

Verifica-se que quanto mais precoce a seleção, maior o ganho por unidade de tempo (Tabelas 5 e 6). No teste clonal 1 (Tabela 5), a seleção aos 25 meses proporcionou estimativas de ganhos que variaram de 3,46% a 3,65% sobre ALT, de 4,63% a 5,95% sobre DAP e de 12,21% a 15,16% sobre VOL. A seleção em VOL aos 25 meses de idade proporcionou ganhos ligeiramente maiores sobre ALT e VOL aos 72 meses, comparativamente à seleção sobre DAP aos 25 meses, ao passo que a seleção sobre esses caracteres proporcionou os maiores ganhos sobre DAP aos 72 meses. Aos 50 meses de idade, a seleção sobre DAP e VOL identificou os mesmos clones como superiores na idade de 72 meses, proporcionando as mesmas expectativas de ganhos com a seleção precoce.

Para o teste clonal 2 (Tabela 6), o ganho por unidade de tempo na seleção praticada aos 25 meses de idade variou de 2,12% a 2,62% para ALT, de 3,58% a 5,21% para DAP e de 9,01 a 13,12% para VOL. A seleção em DAP, nessa idade, foi a que maximizou os ganhos aos 72 meses, para todos os caracteres. Aos 50 meses de idade, de forma semelhante ao observado para o teste clonal 1, a seleção em DAP e VOL proporcionou as mesmas estimativas de ganhos.

O fato das expectativas de ganhos com a seleção precoce ser maior em VOL, nos dois testes clonais, se deve pela alta variabilidade genética apresentada por esse caráter, conforme evidenciado pelas altas estimativas do coeficiente de determinação genotípico e, principalmente, do coeficiente de variação genotípica (Tabela 1).

Ainda que os ganhos pela seleção precoce sobre VOL na idade de 25 meses, tenham sido ligeiramente superiores que a proporcionada pela seleção sobre DAP no teste clonal 1, pode-se recomendar que a mesma seja baseada sobre o DAP, em razão da maior facilidade de avaliação, reduzindo-se os custos experimentais.

Para os dois testes clonais a seleção precoce praticada sobre ALT, independentemente da idade, foi menos eficiente que a praticada sobre DAP ou VOL. Este resultado pode ser atribuído as menores correlações envolvendo o primeiro caráter.

Resultados semelhantes foram obtidos por BOVI et al. (1990) que sugerem a prática da seleção precoce aos 17 meses em açazeiro (*Euterpe oleracea*). PEREIRA et al. (1997) recomendam para *Eucalyptus camaldulensis* na região Noroeste de Minas Gerais, a seleção aos 17 meses de idade. GONÇALVES et al. (1998), no estudo da seleção precoce em seringueira (*Hevea brasiliensis*), indicaram a seleção aos 2 anos de idade. Já para *Pinus taeda*, XIANG et al. (2002) sugerem a seleção entre 4 e 5 anos. TOLFO (2003) sugere a idade de seleção de dois anos para testes realizados com *Eucalyptus* spp. DEAN & STONECYPHER (2006) em experimentos com *Pseudotsuga* spp., com idade de rotação de 17 anos, sugerem que a seleção seja feita aos 7 anos. WENG et al. (2007) sugerem para *Pinus banksiana*, com ciclo de rotação de 40 anos, que a seleção seja feita de 5 a 7 anos.

## 4.2. Repetibilidade

Nas Tabelas 9 a 14 encontram-se as estimativas dos coeficientes de repetibilidade ( $r$ ), dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) associados a cada coeficiente de repetibilidade e do número de medições ( $n$ ) necessárias para a obtenção de determinados  $R^2$ , obtidas por meio de três métodos de estimação: Anova, Componentes Principais (CP-Cor) e Análise Estrutural (AE-Cor), referentes a determinação do número de repetições, do número de plantas por repetição e de avaliações em dois testes clonais de eucalipto. A recomendação do número mínimo de medições para cada uma destas situações foi realizada com base no valor máximo obtido para cada caráter, conforme a determinação requerida.

Nas Tabelas 9 e 10, referentes aos testes clonais 1 e 2, considerou-se a média das características das árvores sobreviventes em cada repetição (bloco) para se determinar o número mínimo de repetições necessário no experimento.

Tabela 9 - Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e do número de repetições (n) associados a diferentes coeficientes de determinação para os caracteres diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (ALT) e volume de madeira (VOL) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referentes ao teste clonal 1.

Métodos <sup>(1)</sup>	Estimativas	25 meses			50 meses			72 meses		
		DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL
Anova	R	0,510	0,425	0,539	0,435	0,328	0,429	0,438	0,349	0,459
	$R^2$ (%)	86,22	81,62	87,53	82,21	74,58	81,88	82,40	79,62	83,60
	$n(R^2=0,80)$	3,83	5,40	3,41	5,19	8,17	5,31	5,12	6,14	4,70
	$n(R^2=0,85)$	5,43	7,66	4,84	7,35	11,58	7,52	7,25	8,69	6,67
	$n(R^2=0,90)$	8,62	12,16	7,68	11,68	18,39	11,94	11,52	13,81	10,59
	$n(R^2=0,95)$	18,21	25,67	16,22	24,66	38,84	25,22	24,33	29,16	22,36
	$n(R^2=0,99)$	94,89	133,75	84,55	128,49	202,38	131,42	126,79	151,97	116,52
CP(cor)	R	0,526	0,461	0,552	0,462	0,389	0,455	0,463	0,441	0,476
	$R^2$ (%)	86,95	83,69	88,08	83,77	79,27	83,38	83,85	82,59	84,52
	$n(R^2=0,80)$	3,60	4,67	3,24	4,64	6,27	4,78	4,62	5,50	4,39
	$n(R^2=0,85)$	5,10	6,62	4,59	6,58	8,89	6,77	6,54	7,16	6,22
	$n(R^2=0,90)$	8,10	10,51	7,30	10,46	14,12	10,76	10,39	11,37	9,88
	$n(R^2=0,95)$	17,10	22,20	15,41	22,08	29,81	22,71	21,95	24,02	20,86
	$n(R^2=0,99)$	89,13	115,70	80,33	115,06	155,33	118,37	114,39	125,16	108,72
AE(cor)	r	0,513	0,438	0,541	0,432	0,331	0,429	0,434	0,396	0,456
	$R^2$ (%)	86,35	82,39	87,63	82,08	74,87	81,85	82,15	79,76	83,42
	$n(R^2=0,80)$	3,79	5,12	3,38	5,23	8,05	5,32	5,21	6,08	4,76
	$n(R^2=0,85)$	5,37	7,26	4,79	7,42	11,40	7,53	7,38	8,62	6,75
	$n(R^2=0,90)$	8,52	11,53	7,61	11,78	18,11	11,97	11,72	13,70	10,72
	$n(R^2=0,95)$	18,00	24,36	16,07	24,88	38,25	25,27	24,76	28,92	22,64
	$n(R^2=0,99)$	93,82	126,92	83,77	129,67	199,30	131,70	129,01	150,70	118,00

<sup>(1)</sup> Anova: análise de variância; CP(cor): componentes principais das correlações; AE(cor): análise estrutural das correlações.

Tabela 10 - Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e do número de repetições (n) associados a diferentes coeficientes de determinação para os caracteres diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (ALT) e volume de madeira (VOL) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referentes ao teste clonal 2.

Métodos	Estimativas	25 meses			50 meses			72 meses		
		DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL
Anova	r	0,609	0,690	0,690	0,626	0,666	0,654	0,669	0,735	0,657
	$R^2$ (%)	90,36	93,04	93,05	90,96	92,29	91,90	92,38	94,35	92,01
	n( $R^2=0,80$ )	2,56	1,79	1,79	2,38	2,00	2,11	1,97	1,43	2,08
	n( $R^2=0,85$ )	3,62	2,54	2,53	3,37	2,83	2,99	2,80	2,03	2,95
	n( $R^2=0,90$ )	5,76	4,03	4,03	5,36	4,50	4,75	4,44	3,23	4,68
	n( $R^2=0,95$ )	12,15	8,52	8,51	11,32	9,51	10,03	9,39	6,82	9,89
	n( $R^2=0,99$ )	63,35	44,40	44,36	59,02	49,56	52,29	48,93	35,54	51,53
CP(cor)	r	0,622	0,713	0,699	0,645	0,671	0,680	0,685	0,755	0,683
	$R^2$ (%)	90,80	93,73	93,31	91,59	92,47	92,74	92,88	94,89	92,82
	n( $R^2=0,80$ )	2,43	1,60	1,72	2,20	1,95	1,87	1,83	1,29	1,85
	n( $R^2=0,85$ )	3,44	2,27	2,43	3,11	2,76	2,65	2,60	1,83	2,62
	n( $R^2=0,90$ )	5,46	3,60	3,87	4,95	4,39	4,22	4,13	2,90	4,17
	n( $R^2=0,95$ )	11,54	7,61	8,17	10,45	9,27	8,91	8,73	6,13	8,81
	n( $R^2=0,99$ )	60,14	39,68	42,58	54,47	49,33	46,44	45,50	31,96	45,91
AE(cor)	r	0,619	0,712	0,698	0,643	0,669	0,679	0,683	0,755	0,681
	$R^2$ (%)	90,72	93,68	93,27	91,54	92,39	92,70	92,82	94,86	92,75
	n( $R^2=0,80$ )	2,45	1,61	1,73	2,21	1,97	1,88	1,85	1,29	1,87
	n( $R^2=0,85$ )	3,47	2,29	2,45	3,14	2,79	2,67	2,63	1,83	2,65
	n( $R^2=0,90$ )	5,51	3,63	3,89	4,98	4,44	4,24	4,17	2,92	4,21
	n( $R^2=0,95$ )	11,64	7,67	8,21	10,53	9,38	8,96	8,81	6,16	8,90
	n( $R^2=0,99$ )	60,69	40,01	42,81	54,88	48,89	46,71	45,94	32,12	46,38

<sup>(1)</sup> Anova: análise de variância; CP(cor): componentes principais das correlações; AE(cor): análise estrutural das correlações.

Na Tabela 9 (teste clonal 1), de maneira geral, obteve-se valores de média magnitude para o coeficiente de repetibilidade ( $r$ ) (0,328 a 0,552) e de média a alta magnitude para os coeficientes de determinação ( $R^2$ ), que apresentaram valores entre 74,58% a 88,08%.

Utilizando-se o estimador Anova, o coeficiente de repetibilidade variou de 0,435 a 0,510 para o caráter DAP, 0,328 a 0,425 para ALT e de 0,429 a 0,539 para VOL. Para o coeficiente de determinação os valores foram superiores a 74,58%.

Assim, para se obter 80% de predição do valor real independentemente da idade de avaliação, é necessário adotar no mínimo 6 (5,19) repetições para DAP, 9 (8,17) para ALT e 6 (5,31) para VOL. Para se obter 90% de determinação, são necessárias no mínimo 12 (11,68) repetições para DAP, 19 (18,39) para ALT e 12 (11,94) para VOL.

Utilizando o método dos Componentes Principais, as estimativas de  $r$  variaram de 0,462 a 0,526 para DAP, 0,389 a 0,461 para ALT e 0,455 a 0,552 para VOL. As estimativas dos  $R^2$  foram superiores a 79,27%.

Para o caráter DAP, para se obter uma acurácia de 80% e 90%, respectivamente, seriam necessárias 5 (4,64) e 11 (10,46) repetições. Para o caráter ALT, 7 (6,27) e 15 (14,12) repetições e para VOL, 5 (4,78) e 11 (10,76) repetições.

O método de Análise Estrutural mostrou uma variação do coeficiente de repetibilidade de 0,432 a 0,513 para DAP, 0,331 a 0,438 para ALT e de 0,429 a 0,541 para VOL. Os coeficientes de determinação foram superiores a 74,87%.

Para se ter uma precisão de 80% são necessárias 6 (5,23) repetições para DAP, 9 (8,05) para ALT e 6 (5,32) para VOL. Para se obter 90% de determinação, são necessárias 12 (11,78) repetições para DAP, 19 (18,11) para ALT e 12 (11,97) para VOL.

Assim, para o teste clonal 1, os métodos apresentaram resultados semelhantes entre si, e, seriam necessárias no mínimo 6 repetições para se obter 80% de predição e 12 repetições para se obter 90% de determinação, considerando os caracteres DAP e VOL.

De maneira geral o teste clonal 2 (Tabela 10), obteve-se valores de alta magnitude para o coeficiente de repetibilidade (0,609 a 0,755) e para o coeficiente de determinação (90,36% a 94,89%).

Pelo método da Anova, o coeficiente de repetibilidade para o caráter DAP variou de 0,609 a 0,669, para ALT variou de 0,666 a 0,735 e para VOL de 0,654 a 0,690. Para o coeficiente de determinação as estimativas foram todas superiores a 90,36%.

Com base nestes dados, conclui-se que para se obter 80% de precisão seria necessário haver ao menos 3 repetições para DAP e VOL (2,56 e 2,11, respectivamente) e 2 (2,00) repetições para ALT. Para se obter 90% são necessárias 6 (5,76) repetições para DAP e 5 para ALT e VOL (4,50 e 4,75).

Utilizando o estimador Componentes Principais, os coeficientes de repetibilidade variaram de 0,622 a 0,685 para DAP; 0,671 a 0,755 para ALT e 0,680 a 0,699 para VOL, e, os coeficientes de determinação foram superiores a 90,80%.

Para o caráter DAP, para se obter 80% de determinação seriam necessárias 3 (2,43) repetições para DAP e 2 para ALT e VOL (1,95 e 1,87) respectivamente. Já para se obter uma precisão de 90%, seriam necessárias 6 (5,43) repetições para DAP, 5 (4,39 e 4,22) repetições para ALT e VOL, respectivamente.

O estimador Análise Estrutural mostrou uma variação do coeficiente de repetibilidade de 0,619 a 0,683 para DAP, 0,669 a 0,755 para ALT e de 0,679 a 0,698 para VOL. Os coeficientes de determinação foram superiores a 90,72%. Para se obter uma determinação de 80% são necessárias 3 (2,45) repetições para DAP, e 2 (1,97 e 1,88) para ALT e VOL. Já, para se obter 90% de determinação seriam necessárias 6 (5,51) medições para DAP e 5 (4,44 e 4,24) para ALT e VOL, respectivamente.

Para o teste clonal 2 percebe-se que os métodos, assim como no teste clonal 1, apresentaram resultados semelhantes entre si. Portanto, para uma determinação de 80% seriam necessários no mínimo 3 repetições, e para se obter 90% de precisão, 6 repetições.

Na Tabela 11 e 12, são apresentadas as estimativas de  $r$ ,  $R^2$  e o número mínimo de plantas por repetição, para os caracteres DAP, ALT e VOL, em diferentes idades, avaliados em testes clonais de eucalipto.

Tabela 11 - Estimativas dos coeficientes de repetibilidade ( $r$ ), dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e do número de plantas por repetição ( $n$ ) associados a diferentes coeficientes de determinação para os caracteres diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (ALT) e volume de madeira (VOL) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referente ao teste clonal 1 (estimativas médias de seis repetições).

Método <sup>(1)</sup>	Estimativas	25 meses			50 meses			72 meses		
		DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL
Anova	$r$	0,514	0,596	0,583	0,615	0,510	0,653	0,603	0,561	0,591
	$R^2(\%)$	86,15	89,02	89,27	90,04	85,64	91,15	90,01	87,87	89,59
	$n(R^2=0,80)$	3,89	3,07	2,89	2,69	4,05	2,45	2,67	3,37	2,79
	$n(R^2=0,85)$	5,51	4,33	4,10	3,84	5,80	3,36	3,78	4,78	3,95
	$n(R^2=0,90)$	8,76	6,88	6,51	6,10	9,21	5,35	6,00	7,60	6,28
	$n(R^2=0,95)$	18,50	14,51	13,75	12,89	19,46	11,29	12,68	15,99	13,26
	$n(R^2=0,99)$	96,41	75,77	71,67	67,17	101,40	58,87	66,10	85,26	69,12
CP(cor)	$r$	0,536	0,638	0,592	0,636	0,572	0,663	0,612	0,59	0,599
	$R^2(\%)$	87,27	90,89	89,62	91,05	88,67	91,52	90,37	89,44	89,91
	$n(R^2=0,80)$	3,51	2,44	2,79	2,38	3,07	2,26	2,56	2,87	2,57
	$n(R^2=0,85)$	4,98	3,47	3,95	3,37	4,38	3,21	3,63	4,06	3,82
	$n(R^2=0,90)$	7,91	5,51	6,27	5,36	6,96	5,10	5,77	6,46	6,07
	$n(R^2=0,95)$	16,70	11,63	13,25	11,32	14,70	10,77	12,18	13,47	12,81
	$n(R^2=0,99)$	87,05	60,62	68,86	59,00	76,62	56,11	63,47	71,10	66,76
AE(cor)	$r$	0,530	0,632	0,590	0,631	0,555	0,661	0,608	0,585	0,595
	$R^2(\%)$	86,96	91,02	89,51	90,81	87,90	91,39	90,23	88,98	89,78
	$n(R^2=0,80)$	3,61	2,53	2,82	2,45	3,33	2,30	2,60	3,01	2,73
	$n(R^2=0,85)$	5,125	3,59	3,99	3,48	4,73	3,26	3,69	4,27	3,87
	$n(R^2=0,90)$	8,14	5,70	6,34	5,52	7,42	5,19	5,86	6,78	6,15
	$n(R^2=0,95)$	17,18	12,04	13,40	11,67	15,86	10,95	12,37	14,33	12,99
	$n(R^2=0,99)$	89,54	62,74	69,82	60,82	82,65	57,08	64,96	74,67	67,72

<sup>(1)</sup>Anova: análise de variância; CP(cor): componentes principais das correlações; AE(cor): análise estrutural das correlações.

Tabela 12 - Estimativas dos coeficientes de repetibilidade ( $r$ ), dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e do número de plantas por repetição ( $n$ ) associados a diferentes coeficientes de determinação para os caracteres diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (ALT) e volume de madeira (VOL) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 25, 50 e 72 meses de idade, referente ao teste clonal 2 (estimativas médias de seis repetições).

Método <sup>(1)</sup>	Estimativas	25 meses			50 meses			72 meses		
		DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL	DAP	ALT	VOL
Anova	R	0,960	0,982	0,876	0,958	0,985	0,867	0,953	0,985	0,807
	$R^2$ (%)	99,31	99,69	97,70	99,28	99,58	97,50	99,19	99,75	96,15
	$n(R^2=0,80)$	0,16	0,07	0,56	0,17	0,06	0,61	0,19	0,05	0,96
	$n(R^2=0,85)$	0,23	0,10	0,80	0,24	0,08	0,87	0,27	0,08	1,27
	$n(R^2=0,90)$	0,37	0,16	1,27	0,38	0,13	1,38	0,43	0,13	2,16
	$n(R^2=0,95)$	0,78	0,35	2,68	0,82	0,28	2,92	0,92	0,28	4,56
	$n(R^2=0,99)$	4,08	1,82	13,98	4,28	1,50	15,23	4,82	1,46	23,76
CP(cor)	R	0,961	0,982	0,880	0,959	0,985	0,871	0,954	0,980	0,811
	$R^2$ (%)	99,33	99,70	97,82	99,29	99,75	97,58	99,20	99,75	96,26
	$n(R^2=0,80)$	0,16	0,07	0,54	0,17	0,06	0,59	0,19	0,05	0,93
	$n(R^2=0,85)$	0,22	0,10	0,77	0,24	0,08	0,84	0,27	0,08	1,32
	$n(R^2=0,90)$	0,36	0,16	1,22	0,38	0,13	1,33	0,43	0,13	2,09
	$n(R^2=0,95)$	0,76	0,34	2,58	0,80	0,28	2,82	0,90	0,27	4,42
	$n(R^2=0,99)$	4,00	1,78	13,45	4,20	1,48	14,72	4,73	1,45	23,06
AE(cor)	R	0,961	0,982	0,880	0,959	0,985	0,887	0,954	0,985	0,811
	$R^2$ (%)	99,32	99,69	97,77	99,29	99,75	97,57	99,20	99,75	96,24
	$n(R^2=0,80)$	0,16	0,07	0,54	0,17	0,06	0,59	0,19	0,05	0,93
	$n(R^2=0,85)$	0,22	0,10	0,77	0,24	0,08	0,84	0,27	0,08	1,32
	$n(R^2=0,90)$	0,36	0,16	1,22	0,38	0,13	1,34	0,43	0,13	2,10
	$n(R^2=0,95)$	0,77	0,34	2,59	0,80	0,28	2,83	0,91	0,27	4,43
	$n(R^2=0,99)$	4,01	1,79	13,52	4,21	1,48	14,76	4,74	1,45	23,18

<sup>(1)</sup>Anova: análise de variância; CP(cor): componentes principais das correlações; AE(cor): análise estrutural das correlações.

Analisando o método Anova, no teste clonal 1 (Tabela 11), o coeficiente de repetibilidade, em geral, apresentou valores entre 0,510 a 0,653, enquanto que o coeficiente de repetibilidade foi superior a 85,64%.

Para 80% de determinação seria necessário pelo menos 4 (3,89) para DAP, 5 (4,05) para ALT e 3 (2,79) para VOL plantas por repetição. Para se obter um coeficiente de 90% seriam necessárias 9 (8,76), 10 (9,21) e 7 (6,51) plantas por repetição para DAP, ALT e VOL, respectivamente.

Pelo método dos Componentes Principais, o coeficiente de repetibilidade variou de 0,536 a 0,663, enquanto que o coeficiente de determinação apresentou valores considerados de alta magnitude, sendo superior a 87,27%.

Obteve-se 80% de determinação com 4 (3,51 e 3,07) plantas por repetição para DAP e ALT, e 3 (2,89) plantas para VOL. Com 8 (7,91) plantas pode-se obter uma precisão de 90% para o caráter DAP, enquanto que para ALT e VOL seriam necessárias 7 plantas por repetição.

Resultados semelhantes foram apresentados pelo método de Análise Estrutural. O coeficiente de repetibilidade variou entre 0,530 a 0,661 e o coeficiente de determinação superior a 86,96%.

Para se obter 80% de determinação também seriam necessárias 4 (3,61 e 3,33) plantas por repetições para DAP e ALT, e 3 (2,82) para VOL. Já para se obter 90% de determinação seriam necessárias 9 (8,14) plantas por repetição para DAP, 8 (7,42) para ALT e 7 (6,34) para VOL.

Para o teste clonal 2 (Tabela 12), utilizando o método Anova, obteve-se valores de alta magnitude tanto para o coeficiente de repetibilidade (0,807 a 0,985) quanto para o coeficiente de determinação (96,15% a 99,75%). Apenas 1 planta por repetição foi suficiente para se obter pelo menos 80% de determinação para todos os caracteres avaliados e 3 plantas por repetição proporcionam  $R^2$  superior a 90%.

Pelo método dos Componentes Principais também tem-se valores de alta magnitude tanto para o coeficiente de repetibilidade (0,811 a 0,985), quanto para o coeficiente de determinação (96,26% a 99,75%).

No método de Análise Estrutural o coeficiente de repetibilidade foi de alta magnitude (0,811 a 0,985), como o coeficiente de determinação (96,24% a 99,75%).

Assim como nos resultados encontrados pelo método da Anova, estes dois métodos mostram que, com apenas 1 planta por repetição obtém-se 80% de predição, enquanto que com 3 plantas seriam suficientes para uma determinação de 90%.

Portanto, em geral, para o teste clonal 1 (Tabela 11), 4 plantas por repetição possibilitou uma precisão de pelo menos 80% para DAP e VOL, e que seriam necessárias 9 para se obter 90% de precisão. Já para o teste clonal 2 (Tabela 12), apenas 1 planta por repetição proporcionou uma precisão de 80%, e com 3 plantas por repetição tem-se uma determinação acima de 90% para o caráter VOL.

Nas Tabelas 13 e 14 são apresentadas as estimativas dos coeficientes de repetibilidade, de determinação e o número mínimo de avaliações (idades) para valores fixos de determinação para os caracteres DAP, ALT e VOL.

Para o teste clonal 1 (Tabela 13), tem-se valores de alta magnitude tanto para o coeficiente de repetibilidade, com valores maiores que 0,618, quanto para o coeficiente de determinação, com valores superiores a 82,97%.

Utilizando o componente Anova tem-se para o caráter DAP valores de coeficiente de repetibilidade e de determinação de 0,819 e 93,17%, respectivamente. Para ALT, 0,690 e 87%, enquanto que para VOL, 0,618 e 82,97%.

Para a obtenção de um valor com predição de 80% são necessários pelo menos 1 (0,87) idade avaliada para DAP, 2 (1,79) para ALT e 3 (2,46) para VOL. Para se obter um coeficiente de determinação de 90% são necessárias 2 (1,97) avaliações para DAP, 5 (4,03) para ALT e 6 (5,54) para VOL.

Pelo método dos Componentes Principais obteve-se um coeficiente de repetibilidade e de determinação de 0,956 e 98,51% respectivamente, para DAP, 0,842 e 94,14% para ALT e 0,936 e 97,77% para VOL.

Com apenas 1 avaliação obtém-se 90% de determinação para DAP e VOL, e para ALT seriam necessárias 2 avaliações para uma determinação de 90%.

Tabela 13 - Estimativas dos coeficientes de repetibilidade ( $r$ ), dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e do número de avaliações ( $n$ ) associados a diferentes coeficientes de determinação para os caracteres diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (ALT) e volume de madeira (VOL) em clones de *Eucalyptus* spp., referentes ao teste clonal 1, obtidas a partir da avaliação em três idades (25, 50 e 72 meses).

Método <sup>(1)</sup>	Estimativas	DAP	ALT	VOL
Anova	$r$	0,819	0,690	0,618
	$R^2(\%)$	93,17	87,00	82,97
	$n(R^2=0,80)$	0,87	1,79	2,46
	$n(R^2=0,85)$	1,24	2,53	3,48
	$n(R^2=0,90)$	1,97	4,03	5,54
	$n(R^2=0,95)$	4,17	8,51	11,69
	$n(R^2=0,99)$	21,76	44,35	60,95
CP(cor)	$r$	0,956	0,842	0,936
	$R^2(\%)$	98,51	94,14	97,77
	$n(R^2=0,80)$	0,18	0,74	0,27
	$n(R^2=0,85)$	0,25	1,05	0,38
	$n(R^2=0,90)$	0,40	1,67	0,61
	$n(R^2=0,95)$	0,85	3,54	1,29
	$n(R^2=0,99)$	4,47	18,45	6,76
AE(cor)	$r$	0,956	0,841	0,935
	$R^2(\%)$	98,51	94,10	97,76
	$n(R^2=0,80)$	0,18	0,75	0,27
	$n(R^2=0,85)$	0,25	1,06	0,38
	$n(R^2=0,90)$	0,40	1,69	0,61
	$n(R^2=0,95)$	0,86	3,56	1,30
	$n(R^2=0,99)$	4,48	18,59	6,79

<sup>(1)</sup>Anova: análise de variância; CP(cor): componentes principais das correlações; AE(cor): análise estrutural das correlações.

Tabela 14 - Estimativas dos coeficientes de repetibilidade ( $r$ ), dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e do número de avaliações ( $n$ ) associados a diferentes coeficientes de determinação dos caracteres diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (ALT) e volume de madeira (VOL) em clones de *Eucalyptus* spp., referentes ao teste clonal 2, obtidas a partir da avaliação em três idades (25, 50 e 72 meses).

Método <sup>(1)</sup>	Estimativas	DAP	ALT	VOL
Anova	$r$	0,821	0,801	0,612
	$R^2(\%)$	93,22	92,38	82,55
	$n(R^2=0,80)$	0,87	0,99	2,53
	$n(R^2=0,85)$	1,23	1,40	3,59
	$n(R^2=0,90)$	1,96	2,22	5,70
	$n(R^2=0,95)$	4,14	4,70	12,04
	$n(R^2=0,99)$	21,57	24,49	62,75
CP (cor)	$r$	0,936	0,908	0,936
	$R^2(\%)$	97,79	96,75	97,80
	$n(R^2=0,80)$	0,27	0,40	0,26
	$n(R^2=0,85)$	0,38	0,57	0,38
	$n(R^2=0,90)$	0,60	0,90	0,60
	$n(R^2=0,95)$	1,28	1,91	1,27
	$n(R^2=0,99)$	6,68	9,96	6,66
AE (cor)	$r$	0,936	0,908	0,936
	$R^2(\%)$	97,78	96,74	97,79
	$n(R^2=0,80)$	0,27	0,40	0,27
	$n(R^2=0,85)$	0,38	0,57	0,38
	$n(R^2=0,90)$	0,61	0,90	0,60
	$n(R^2=0,95)$	1,29	1,92	1,28
	$n(R^2=0,99)$	6,71	10,00	6,69

<sup>(1)</sup>Anova: análise de variância; CP(cor): componentes principais das correlações; AE(cor): análise estrutural das correlações.

Pelo método da Análise Estrutural, tem-se um coeficiente de repetibilidade e de determinação de 0,956 e 98,51% para DAP, 0,841 e 94,10% para ALT e 0,935 e 97,76% para VOL.

Assim como no método anterior, com apenas 1 avaliação obtém-se 90% de determinação para DAP e VOL, e para ALT seriam necessárias 2 avaliações.

Para o teste clonal 2 (Tabela 14), obteve-se tanto para coeficiente de repetibilidade quanto para o de determinação valores de alta magnitude.

Pelo método Anova obteve-se para o caráter DAP, repetibilidade de 0,821 e determinação de 93,22%. Já para ALT, obteve-se 0,801 e 92,38%, enquanto que para VOL, 0,612 e 82,55%, de repetibilidade e determinação, respectivamente.

Para a obtenção de um valor de 80% é necessária 1 (0,872 e 0,99) avaliação para DAP e ALT e 3 (2,53) para VOL. Para se obter um coeficiente de determinação de 90% é necessário avaliar no mínimo 2 (1,96) idades para DAP, 3 (2,22) para ALT e 6 (5,70) para VOL.

A partir do método dos Componentes Principais obteve-se um coeficiente de repetibilidade e de determinação respectivamente de 0,936 e 97,79%, para DAP, 0,908 e 96,75% para ALT e 0,936 e 97,80% para VOL.

Com apenas 1 avaliação obtém-se 90% de determinação para todos os caracteres avaliados (0,60, 0,90 e 0,60 para DAP, ALT e VOL, respectivamente).

Pela Análise Estrutural, tem-se um coeficiente de repetibilidade e de determinação de 0,936 e 97,78% para DAP, 0,908 e 96,74% para ALT e 0,936 e 97,79% para VOL.

Assim como nos Componentes Principais, com apenas 1 avaliação obtém-se 90% de determinação para todos os caracteres avaliados (0,61, 0,90 e 0,60, respectivamente para DAP, ALT e VOL).

Portanto, os métodos de Componentes Principais e de Análise Estrutural forneceram resultados semelhantes entre si, com maiores estimativas do coeficiente de repetibilidade e, por conseqüência, do coeficiente de determinação. Assim, conclui-se que tanto para o teste clonal 1 quanto para o 2, por estes dois métodos, a avaliação do desempenho dos clones em uma única idade é suficiente para proporcionar uma

predição de pelo menos 90%, com exceção do caráter ALT no teste clonal 1, em que é necessária a avaliação em 2 idades.

Dessa forma, a avaliação de testes clonais em uma única idade, proporciona estimativas de determinação de pelo menos 82,55% (obtidos no teste clonal 2, para o caráter volume, pelo método Anova). Este resultado reforça aquele obtido para seleção precoce, em que a avaliação do desempenho dos clones em uma idade inicial (por exemplo, 25 meses) proporciona alta eficiência no processo seletivo, reduzindo-se custos e tempo na condução dos programas de melhoramento florestal.

Em experimentos com testes clonais de *Eucalyptus* spp., considerando um coeficiente de determinação de 80%, para se obter o tamanho ótimo de parcelas, seriam necessárias 6 repetições de 4 plantas por parcelas, avaliadas em pelo menos 1 idade, para o teste clonal 1. Para se obter uma determinação de 90%, seriam necessárias 12 repetições, com 9 plantas por parcelas, avaliada em 1 idade, considerando os caracteres DAP e VOL. No teste clonal 2, 3 repetições constituídas de 1 única planta avaliada em somente 1 idade já seriam suficientes para se obter 80% de determinação, enquanto que 6 repetições com 3 plantas em a avaliação em pelo menos uma idade avaliada seriam suficientes para uma determinação de 90%.

Assim, observam-se diferenças na recomendação de repetições entre o teste clonal 1 e 2. No teste clonal 1, de maneira geral, obteve-se menores valores de  $r$  e  $R^2$  e a necessidade de mais avaliações para se alcançar a precisão determinada. Estas diferenças podem ter ocorrido em razão de diversos fatores, como os genótipos analisados e o tamanho da parcela de cada experimento, sendo que no teste clonal 1 foram usadas seis plantas por parcela e no teste clonal 2, 10 plantas por parcela.

Outro fator a ser considerado são as variações ocasionadas pelas influências ambientais. Percebe-se, de maneira geral, que os caracteres avaliados nas diferentes idades (Tabelas 9, 10, 11 e 12) pronunciaram-se de forma oscilante. Este comportamento pode ser atribuído a influência ambiental, pois por serem caracteres quantitativos sofrem mais a influência deste. Estes resultados concordam com as afirmações de FALCONER (1987), de que a repetibilidade varia com a natureza do

caráter, com as propriedades genéticas das populações e com as condições de ambiente sob as quais os indivíduos são mantidos.

De modo geral, as estimativas de repetibilidade obtidas pelas diferentes metodologias apresentaram boa concordância, mostrando consistência e confiabilidade dos resultados. Este fato concorda com os trabalhos de VASCONCELOS et al. (1985), LOPES et al. (2001), SHIMOYA et al. (2002) e FERREIRA et al. (2005), que não encontraram diferenças notórias em relação às estimativas de repetibilidade geradas pelos diferentes métodos testados.

A recomendação do tamanho mínimo de amostra (número de repetições e de plantas por repetição) irá variar conforme a precisão requerida, o controle experimental, material genético, taxa de sobrevivência, característica avaliada, idade de avaliação, dentre outros fatores, necessitando de mais estudos.

## V. CONCLUSÕES

A variabilidade genética para altura, diâmetro à altura do peito (DAP) e volume de madeira é alta, nas diferentes idades e nos dois testes clonais.

Pode-se recomendar a prática da seleção precoce sobre o caráter DAP, em torno de 2 anos de idade, em testes clonais de eucalipto.

Não foram constatadas grandes diferenças entre as estimativas dos coeficientes de repetibilidade obtidos pelos métodos avaliados, quanto ao número de repetições, número de plantas por repetição e números de avaliações (idades) nos dois testes clonais.

Para os caracteres DAP e VOL, no teste clonal 1, o uso de 6 repetições, 4 plantas por parcela e avaliação em 1 idade proporciona estimativas de coeficiente de determinação superiores a 80%; no teste clonal 2, para se obter coeficiente de determinação de pelo menos 80%, seriam necessárias pelo menos 3 repetições constituídas de 1 planta por parcela avaliada em 1 única idade.

## VI. REFERÊNCIAS

ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. **Journal of Genetics**, Hyderabad, v. 61, p. 27-51, 1972.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e Doenças de Eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442 p.

BOTREL, M. C. G.; TRUGILHO, P. F. S.; ROSADO, C. S.; SILVA, J. R. M. S. Melhoramento genético das propriedades do carvão vegetal de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 391-398, 2007.

BOVI, M. L. A.; GODOY JUNIOR, G.; SPIERING, S. H.; CAMARGO, S. B. de. Correlações fenotípicas entre caracteres avaliados nos estádios juvenil e adulto de acaizeiros. **Bragantia**, Campinas, v. 49, n. 2, p. 321-334, 1990.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; JOST, E. Número necessário de experimentos para a comparação de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1701-1709, 2006.

CARVALHO, C. G. P. **Repetibilidade e seleção de híbridos de cacaueteiro**. 1999. 177 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

CASTRO, N. H. C. de. Número de repetições e eficiência da seleção em progênies de meios irmãos de *Eucalyptus calmadulensis*. 1992. 121 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

CAVALCANTI, J. J. V.; PAIVA, J. R. de; BARROS, L. de M.; CRISÓSTOMO, J. R.; CORRÊA, M. P. F. Repetibilidade de caracteres de produção e porte de planta em clones de cajueiro-anão precoce. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n. 4, p. 773-777, 2000.

CORNACCHIA, G.; CRUZ, C. D.; PIRES, I. E. Estimativa do coeficiente de repetibilidade para características fenotípicas de procedências de *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguiluz & Perry e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret & Golfari. Revista Árvore, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 333-345, 1995.

COSTA, J. G. Estimativas de repetibilidade de alguns caracteres de produção em mangueira. Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 263-266, 2003.

COSTA, J. G.; LEDO, A. da S.; OLIVEIRA, M. N. de. Estimativas de repetibilidade de características de frutos de cupuçuazeiro no Estado do Acre. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v. 19, n. 3, p. 313-318, 1997.

CRUZ, C. D. Programa GENES – versão windows – Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3 ed. Viçosa: UFV, v. 1, 2004. 480p.

DEAN, C. A.; STONECYPHER R. W. Early selection of Douglas-Fir across South Central Coastal Oregon, USA. Silvae Genetica, Frankfurt, v. 55, n. 3, p. 135-141, 2006.

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Repeatability and minimum harvest period of cacao (*Theobroma cacao* L.) in southern Bahia. Euphytica, Dordrecht, v. 102, p. 29-35, 1998.

FALCONER, D. S. Introdução à genética quantitativa. Tradução por SILVA, M.A.; SILVA, J. C. Viçosa: UFV, 1987. 279p.

FERREIRA, R. P.; BOTREL, M. de A.; PEREIRA, A. V.; CRUZ, C. D. Avaliação de cultivares de alfafa e estimativas de repetibilidade de caracteres forrageiros. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 6, p. 995-1002, 1999.

FERREIRA, A.; BARBOSA, M. H. P.; CRUZ, C. D.; HOFFMANN, H. P.; VIEIRA, M. A. S.; BASSINELLO, A. I.; SILVA, M. F. da. Repetibilidade e número de colheitas para seleção de clones de cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 40, n. 8, p. 761-767, 2005.

GONÇALVES, P. S.; BORTOLETTO, N.; FONSECA, F. S., BATAGLIA, O. C.; ORTOLANI, A. A. Early selection for growth vigor in rubber tree genotypes in northwestern São Paulo State (Brazil). Genetics and Molecular Biology, Ribeirão Preto, v. 21, n. 4, p. 1-15, 1998.

JACOVINE, A. G.; SOARES, C. P. B.; RIBEIRO, S. C.; SILVA, R. F. da; PAIXÃO, F. A. Seqüestro de carbono em povoamentos florestais de eucalipto e geração de créditos de carbono. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 29, n. 242, p. 98-113, 2008.

KAGEYAMA, P. Y. Seleção precoce a diferentes idades em progênies de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. 1983. 147 f. Tese (Livre-Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1983.

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

LI, P., BEAULIEU, J., CORRIVEAU, A.; BOUSQUET, J.: Genetic variation in juvenile growth and phenology in a white spruce provenance – progeny test. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 42, n. 1, p. 52–60, 1993.

LOPES, R.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; LOPES, M. T. G.; FREITAS, G. B. de. Repetibilidade de características do fruto de aceroleira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 3, p. 507-513, 2001.

MAGNUSSEN, S.; YEATMAN, C. W. Predictions of genetic gains from various selection methods in open pollinated *Pinus banksiana* progeny sites. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 39, n. 3-4, p.140–153, 1990.

MANSOUR, H.; NORDHEIM, E. V.; RUTLEDGE, J. J. Estimators of repeatability. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlim, v. 60, n. 3, p. 151-156, 1981.

MARQUES JÚNIOR, O. G. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos e avaliação da eficiência da seleção precoce em *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. 1995. 69 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

OLIVEIRA, M. S. P.; FERNANDES, G. L. C. Repetibilidade de caracteres do cacho de açazeiro nas condições de Belém-PA. *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal, v. 23, n.3 p. 613-616, 2001.

PAULA, R. C. de.; PIRES, I. E.; BORGES, R. C. G.; CRUZ, C. D. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 2, p. 159-165, 2002.

PAULA, R. C. de. Repetibilidade e divergência genética entre matrizes de *Pterogyne nitens* Tul. (Fabaceae – Caesalpinoideae) por caracteres biométricos de frutos e de sementes e parâmetros da qualidade fisiológica de sementes. 2007. 128 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

PEREIRA, A. B.; MARQUES JÚNIOR, O. G.; RAMALHO, M. A. P.; ALTHOFT, P. Eficiência da seleção precoce em famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., avaliadas na região noroeste do estado de Minas Gerais. *Cerne*, Lavras, v. 3, n. 1, p. 67-81, 1997.

PEREIRA, A. V.; FERREIRA, P. de R.; CRUZ, C. D.; FREITAS, V. de P.; OLIVEIRA, P. T. A. de. Comportamento de alfafa cv. Crioula de diferentes origens e estimativas dos coeficientes de repetibilidade para caracteres forrageiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 27, n. 4, p. 686-690, 1998.

PIMENTEL-GOMES, F.; ROSSETI, A. G.; VIÉGAS, R. M. F. Tamanho ótimo de parcelas para experimentação com seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 8, p. 1021-1026, 1989.

PIRES, I. E.; CRUZ, C. D.; BORGES, R. C. G.; REGAZZI, A. J. Índice de seleção combinada aplicado ao melhoramento genético de *Eucalyptus* spp. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 20, n. 2, p.191-197, 1996.

PINTO, A. C. de Q. A hibridação intervarietal em manga (*Mangifera indica* L.) técnicas usadas, principais resultados e suas limitações. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p.200-202, 2001.

REZENDE, G. D. S. P.; BERTOLUCCI, F. L. G.; RAMALHO, M. A. P. Eficiência da seleção precoce na recomendação de clones de eucalipto avaliados no norte do Espírito Santo e sul da Bahia. *Cerne*, Lavras, v. 1, n. 1, p. 45-50, 1994.

RIEMENSCHNEIDER, D. E.: Heritability, age-age correlations, and inference regarding juvenile selection in jack pine. *Forest Science*, Bethesda, v. 34, n. 4, p. 1076–1082, 1988.

ROSSETTI, A. G.; ALMEIDA, J. I. L. de.; PARENTE, J. I. G.; BARROS, L. de M. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com cajueiro-comum. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 13, n. 2, p. 117-122, 1991.

ROSSETTI, A. G.; BARROS, L. de M.; ALMEIDA, J. I. L. de. Tamanho ótimo de parcelas para experimentos de campo com cajueiro-anão precoce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 31, n. 12, p. 843-852, 1996.

SANTOS, G. A.; XAVIER, A.; LEITE, H. G. Desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus grandis* em relação às árvores matrizes. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 737-747, 2006.

SHIMOYA, A.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. de P.; CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Repetibilidade de características forrageiras de capim-elefante. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 227-234, 2002.

SIMPLÍCIO, E.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. de.; SOARES, A. R. Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. I- Parcelas Retangulares. *Cerne*, Lavras, v. 2, n. 1, p. 1-11, 1996.

SOMA, N. T. C. Avaliação da eficiência da seleção precoce em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis*. 2001. 46 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2001.

TOLFO, A. L. T. Estudos da viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. e qualidade da madeira para polpa celulósica. 2003. 50 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

VASCONCELOS, M. E. C.; GONÇALVES, P. de S.; PAIVA, J. R. de.; VALOIS, A. C. C. Métodos de estimação do coeficiente de repetibilidade no melhoramento da seringueira. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 20, n. 4, p. 433-437, 1985.

WENG, Y. H.; TOSH, K. J.; PARK, Y. S.; FULLARTON, M. S. Age-related trends in genetic parameters for jack pine and their implications for early selection. Silvae Genetica, Frankfurt, v. 56, n. 5, p. 242-252, 2007.

WU, H. X. Study of early selection in tree breeding. Silvae Genetica, Frankfurt, v. 47, n. 2–3, p. 146-155, 1998.

XIANG, B.; LI, B.; ISIK, F. Time trend of genetic parameters in growth traits of *Pinus taeda* L. Silvae Genetica, Frankfurt, v. 52, n. 3-4, p. 114-121, 2002.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)