

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPETIÇÃO EM TESTES DE PROGÊNIES DE EUCALIPTO E
SUAS IMPLICAÇÕES NA SELEÇÃO E NO MELHORAMENTO**

Bruno Ettore Pavan
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL
2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPETIÇÃO EM TESTES DE PROGÊNIES DE EUCALIPTO E
SUAS IMPLICAÇÕES NA SELEÇÃO E NO MELHORAMENTO**

Bruno Ettore Pavan

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo César de Paula
Co-orientador: Prof. Dr. Dilermando Perecin

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO-BRASIL
Julho - 2009

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

BRUNO ETTORE PAVAN, nascido em 27 de dezembro de 1979 em Santo André (SP), é Engenheiro Agrônomo formado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da UNESP – Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal. É mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da UNESP – Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal.

TRILUSSA

“Uma fábula moderna”

*O mecanismo do relógio, dezenas e dezenas
de peças delicadas, sensíveis, eficientes
trabalham dentro da caixa de metal,
desconhecidas e desprezadas para que os
ponteiros girem e ganhem olhares e citações
de pontualidade.*

Autor desconhecido

*À toda minha família, em especial minha mãe
que é um exemplo de dedicação, compreensão
e carinho, pra mim e todos meus irmãos,
nos apoiando em todas as nossas decisões*

DEDICO

*À República Invernada.
E que minha tese sirva de exemplo para
todos aqueles que lá moram, moraram ou
vão morar.
Que nesses muitos anos prazerosos de
convivência foi pra mim muito mais que um
local de moradia, e sim uma Lição para
toda vida.*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Meu Orientador Prof. Dr. Rinaldo César de Paula pelos conhecimentos passados pela sumária orientação, e pela amizade e companheirismo que cultivamos por todos esses oito anos, meu mestre que seu exemplo será por toda vida meu guia em minha profissão.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Dilermando Perecin por toda ajuda prestada no Doutorado e os valorosos ensinamentos de estatística, que usarei em toda minha carreira.

A minha amiga Liliam que nestes anos de doutorado fomos mais que parceiros. Formamos uma equipe de trabalho de infinitas discussões e muitas soluções. Inclusive nas mesas de bares por Jaboticabal.

A Nádia e Paola que nestes últimos anos conviveram comigo nos trabalhos no Horto e agüentaram a minha teimosia e riram das minhas histórias.

A todos os amigos da República que moraram comigo durante a execução do doutorado, Babão, Bobra, Cabelim, Derradeiro, Inxada, Pingolim, Pônei, Sirola, Tiziu e Trabisseiro, meu muito obrigado pelo companheirismo e amizade.

A todos os professores que ministraram aulas para mim, especialmente no doutorado que ajudaram em muito a minha formação.

Todos os colegas de Melhoramento Vegetal e Animal que compartilharam todo o percurso do meu doutorado.

Aos meus amigos conquistados nesses 11 anos de Jaboticabal.

A Votorantim Celulose e Papel pelos dados fornecidos, e especialmente ao Pesquisador Florestal Edimar Aparecido Scarpinati que além de toda ajuda nos tornamos grandes amigos.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP- Câmpus de Jaboticabal que me concedeu estrutura e apoio para a condução de toda minha vida acadêmica.

A Capes pela concessão de bolsa de estudos.

A todos aqueles que diretamente ou indiretamente me ajudaram por todos os 11 anos de estudos em Jaboticabal, vocês são parte da minha vida e de toda a minha formação Profissional. MUITO OBRIGADO.

SUMÁRIO

	Página
Resumo.....	x
Abstract.....	xi
Capítulo 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
Introdução.....	1
O Gênero <i>Eucalyptus</i>	3
Melhoramento Florestal.....	7
Estimativas dos Componentes de Variância.....	10
Competição Intergenotípica.....	16
Seleção Precoce.....	21
Capítulo 2 - AVALIAÇÃO DO EFEITO COMPETICIONAL, COM SETE COVARIÁVEIS, EM TESTES DE PROGÊNIES DE EUCALIPTO.....	26
Resumo.....	26
Introdução.....	26
Material e Métodos.....	28
Resultados e Discussão.....	35
Conclusões.....	41
Capítulo 3 - SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE EUCALIPTO CONSIDERANDO OU NÃO O EFEITO DA COMPETIÇÃO.....	42
Resumo.....	42
Introdução.....	42
Material e Métodos.....	44
Resultados e Discussão.....	48
Conclusões.....	57

Capítulo 4 - SELEÇÃO PRECOCE EM FAMÍLIAS DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE EUCALIPTO COM AUXÍLIO DE COVARIÁVEIS DE COMPETIÇÃO.....	58
Resumo.....	58
Introdução.....	59
Material e Métodos.....	60
Resultados e Discussão.....	65
Conclusões.....	75
Capítulo 5 – IMPLICAÇÕES.....	76
Referências Bibliográficas.....	81
Apêndices.....	97

COMPETIÇÃO EM TESTES DE PROGÊNIAS DE EUCALIPTO E SUAS IMPLICAÇÕES NA SELEÇÃO E NO MELHORAMENTO

RESUMO – Objetivo deste trabalho foi a identificação das formas de competição em testes de progênies de eucalipto e a influência desta nos parâmetros genéticos e na seleção. Foram usados dados de dois testes de progênies de polinização aberta de eucalipto, instalados no delineamento em blocos casualizados. O experimento 1 (EXP1) foi constituído por quatro testemunhas (clones) e 49 progênies e o experimento 2 (EXP2) por 44 progênies, ambos com seis repetições e parcelas lineares de 10 plantas. Em três idades (aos 2, 4 e 7 anos para o EXP1 e aos 3, 5 e 7 anos para o EXP2), avaliou-se o crescimento em altura (ALT), o diâmetro à altura do peito (DAP) e o volume comercial de madeira com casca (VOL), analisando-se os dados pela metodologia REML/BLUP. Para VOL aos sete anos de idade foi feita a análise de covariância para identificação da competição e suas formas através de sete covariáveis: índice de competição de Hegyi (IC), auto-competição (AT), alo-competição (AL), média da autocompetição (MAT), média da alocompetição (MAL) e média aritmética dos quatro (M4) e oito vizinhos mais próximos (M8). O efeito dessas covariáveis foi estudado individualmente e em todas as suas possíveis combinações, avaliando-se as alterações em todos os componentes de variância. Ainda aos sete anos foi efetuada a seleção para os três caracteres, com e sem o auxílio de covariáveis de competição e, para VOL, em todas as idades, foi simulada a seleção com e sem o auxílio de covariáveis de competição, comparando-se os parâmetros genéticos e a eficiência da seleção precoce em relação à idade adulta. A auto-competição parece causar menor variabilidade genética e erro entre parcelas, já a alo-competição interfere de forma oposta. A rotina de análise que apresentou melhores resultados foi a que incluiu as covariáveis MAT/IC. A competição intergenotípica causa um viés na seleção em progênies de polinização aberta de eucalipto, podendo acarretar na escolha incorreta de materiais genéticos. A competição intergenotípica não influencia a eficiência da seleção precoce em idades inferiores a 3 anos, sendo a correção por covariáveis de competição não recomendada nessas idades.

Palavras-Chaves: Melhoramento Florestal; Modelos Mistos; Métodos de Seleção.

COMPETITION IN EUCALYPTUS PROGENY TESTS AND ITS IMPLICATIONS FOR SELECTION AND BREEDING

ABSTRACT – The aim in this study was to identify the forms of competition in eucalyptus progeny tests and their influence on genetic parameters and selection. Data from two progeny tests of open pollinated families of eucalyptus were used. The plants were set up in a randomized plot design, in which experiment 1 (EXP1) comprised four control (clones) and 49 families and experiment 2 (EXP2) comprised 44 families. Both experiments consisted of six replications and linear plots of 10 plants. At three ages (2, 4 and 7 years old for EXP1 and 3, 5 and 7 years old for EXP2), growth was assessed in terms of height (H), diameter at breast height (DBH) and commercial volume of wood with bark (VOL). The data were analyzed using the REML/BLUP methodology. For VOL at seven years old, covariance analysis was performed to identify the competition and its forms, through seven covariables: Hegyi competition index (HCI), autocompetition (AUT), allocompetition (AL), mean autocompetition (MAT), mean allocompetition (MAL) and arithmetic mean of the closest four (M4) and eight (M8) neighbors. The effect from these covariables was studied singly and in all possible combinations, and the changes to all variance components were evaluated. Selection for three characteristics with or without the aid of competition covariables was also done after seven years old. For VOL, at all ages, selection with or without competition covariables was simulated by comparing the genetic parameters and early selection efficiency in relation to mature age. Autocompetition seemed to cause less genetic variability and error between plots, while allocompetition had the opposite effect. The analysis routine that presented the best results was the one that included the MAT and HCI covariables. Intergenotype competition caused selection bias among the eucalyptus open pollinated families and might have given rise to incorrect choice of genetic materials. It did not influence the efficiency of early selection at ages of less than three years old, and correction using competition covariables is not recommended at these ages.

Key words: Forest improvement; Mixed models; Selection methods

CAPITULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

A separação da variação genética da não genética é um dos principais objetivos da genética quantitativa (FALCONER, 1987), sendo que o sucesso de programas de melhoramento de plantas depende de uma ampla gama de fatores, tanto técnicos como operacionais. Dentre esses fatores, o melhoramento genético depende quase que totalmente da adoção de métodos acurados de seleção (RESENDE, 2000), que identifiquem corretamente os genótipos envolvidos no processo de seleção.

Muitos estudos têm recomendado o uso de parcelas pequenas na experimentação florestal, porém não consideram o aumento da competição intergenotípica que isto acarreta. Tratando de espécies ou materiais genéticos diferentes, a competição pode resultar na diminuição da produção, comprometendo o rendimento econômico ou, no caso de experimentos de melhoramento, resultar na escolha de indivíduos “não superiores”, mas com poder de maior agressividade competitiva (LEONARDECZ NETO et al., 2003).

Os modelos para estimação dos valores genéticos consideram que o desenvolvimento da árvore é devido ao seu potencial genético individual, somado ao efeito ambiental, o qual pode ser estimado por vários métodos (RESENDE, 2002). Existem diversas formas de competição entre as árvores, como a competição intergenotípica e intragenotípica e suas variantes, porém estes efeitos de competição são pouco estudados e a forma como eles variam em testes de progênies de eucalipto é pouco conhecida. Quando consideradas nas análises, assume-se que o crescimento dos indivíduos da parcela está correlacionado aos seus vizinhos, devido ao micro-ambiente comum ou pelo gradiente de recursos (água, luz e nutrientes) criados pelos desenvolvimentos destes (LEONARDECZ NETO et al., 2003). Sendo assim, a seleção de genótipos superiores pode estar comprometida. PAULA et al. (2002) consideram que a possibilidade de prever ganhos é considerada uma das maiores contribuições da genética quantitativa para o melhoramento. Quando diferentes critérios de seleção são

considerados, a predição de ganhos referentes a cada critério tem grande importância, pois orienta os melhoristas sobre como utilizar o material genético disponível da melhor maneira possível, visando à obtenção de ganhos máximos para as características de interesse.

Esses ganhos aferidos nas metodologias mais consagradas não condizem com o verdadeiro evento biológico presente nos ensaios de seleção, pois a maioria das florestas comerciais de eucalipto é formada a partir de plantios monoclonais, onde as plantas têm capacidade igual de competição, diferentemente dos testes experimentais, onde há competição intergenotípica pela proximidade das parcelas experimentais de diferentes materiais genéticos. Logo, a seleção de materiais genéticos dá-se em condições diferenciadas da qual serão plantadas comercialmente, podendo dificultar o sucesso da seleção.

Sendo a competição uma importante fonte de variação experimental ela deve ser incluída nos modelos estatísticos experimentais para estimar o valor genético dos acessos, livre desse efeito.

O sucesso de um programa de melhoramento genético de espécies perenes depende de conhecimentos do produto final de interesse e de metodologias de seleção e melhoramento, destacando-se o emprego eficiente das técnicas de genética quantitativa (RESENDE, 2002).

É possível discriminar os efeitos da competição em testes de melhoramento florestal, mas são necessários modelos estatísticos–genéticos que ajustem os dados referentes às variáveis respostas, minimizando o viés produzido pelo desenvolvimento não igualitário da vizinhança (LEONARDECZ NETO et al., 2003). Por essa via, busca-se tornar a análise estatística um reflexo do evento biológico, o qual não é perfeitamente descrito via análise usual.

Nos modelos utilizados para análise de dados dos testes genéticos, com o objetivo de seleção de genótipos superiores, não é comum o uso dos efeitos de competição, por não haver rotinas de análises consagradas e/ou aplicativos desenvolvidos para esse fim. Logo, é necessário testar rotinas para que se possa

minimizar ou até excluir o efeito da competição intergenotípica em testes genéticos florestais (SCARPINATI, 2007).

Acredita-se que parte da influência ambiental em testes genéticos é devido à competição intergenotípica, como estudado por alguns autores (LEONARDECZ NETO et al., 2003; LINS, 2004) na idade adulta, porém como esta competição influencia nas idades juvenis e quando ela começa a se manifestar não é conhecido, pode ser a causa da interação idades x genótipos.

Muitos autores têm citado que ocorre interação genótipo x idades (REZENDE et al., 1994; PEREIRA et al., 1997; TOLFO, 2003), mas que grande parte desta interação é de natureza simples, porém, é de grande interesse detectar a causa desta interação e minimizá-la ou até anulá-la, já que alguma parte desta interação é complexa, penalizando assim genótipos que poderiam ser superiores. Alguns métodos de estimação da competição e separação deste componente da variância genotípica, fazendo com que o potencial competitivo da árvore seja mensurado e não considerado na seleção, têm sido estudados (LEONARDECZ NETO et al., 2003; LINS, 2004; SCARPINATI, 2007), mas a influência deste efeito sobre a eficiência da seleção precoce não é conhecida. O aumento da competição ao longo da idade do teste pode influenciar o aumento das variâncias assim como da herdabilidade (WENG et al., 2007)

Desta forma é de suma importância para estudos de seleção precoce saber se a competição intergenotípica influencia na sua eficiência. Aplicando modelos estatísticos que corrijam o viés causado na idade adulta e suas correlações com as idades juvenis e a aplicação destes mesmos modelos nas idades juvenis para identificação da idade que a competição começa a influenciar o crescimento das árvores nos testes genéticos.

O Gênero *Eucalyptus*

Os grandes maciços florestais são importantes para promover a oferta de madeira para atender a demanda crescente do mercado consumidor nacional e internacional, além de constituir-se numa alternativa viável para proteção do ambiente

que está num estágio crítico de degradação ambiental (POGIANNI, 1988). Essa alternativa torna-se mais viável quando se recorre às espécies do gênero *Eucalyptus*. As vantagens imediatas de plantações florestais com espécies exóticas e melhoradas para produção de madeira inclui: maiores taxas de produtividade, produtos e rendimentos mais previsíveis, menor tempo de rotação e menores custos para a produção de madeira (BIRK & TURNER, 1992).

O gênero *Eucalyptus* é predominante da flora australiana, e estende-se às áreas subalpinas, florestas úmidas costeiras, florestas temperadas e a zona mais árida da Austrália. O eucalipto pertence à divisão Angiospermae, classe Dicotyledonea, ordem Myrtales, família Myrtaceae e gênero *Eucalyptus*, com muitas espécies e subespécies decorrentes de condições ambientais ou da hibridação (BERTOLUCCI et al., 1995). De acordo com ELDRIDGE et al. (1994), as espécies do gênero *Eucalyptus* tiveram suas origens na Austrália e regiões próximas, como Timor, Indonésia, Papua Nova Guiné, Molucas, Irian Jaya e sul das Filipinas, porém, predominantes ao continente australiano, na faixa latitudinal entre 9°N e 45°S, encontrando-se amplamente distribuídas entre as altitudes de 30 m a 2000 m. As florestas australianas são dominadas por eucaliptos onde mais de 720 espécies são reconhecidas, das quais em torno de uma centena são utilizadas como produtoras de madeira (WAUGH, 1998).

Do total de espécies descritas de eucalipto (mais de 700), não mais de 20 espécies e algumas poucas resultantes da hibridação interespecífica vem sendo utilizadas em escala comercial, em 80 países da Ásia, da África, da América, da Europa, de alguns países do mediterrâneo e de algumas ilhas do Oceano Pacífico, compreendidos entre as latitudes 40°N e 45°S (FLYNN, 1999). Nesses países, a produtividade do eucalipto é altamente variável, em função das condições ambientais, da espécie utilizada, da origem ou procedência do propágulo vegetal e seu grau de melhoramento e manejo empregado.

A partir do início do uso da madeira de eucalipto para a produção de celulose na Europa, por volta de 1919, muitas espécies vêm ganhando importância e tornando-se mundialmente expressivas. Uma substancial parte da celulose de espécies folhosas usadas na fabricação de papel para impressão e escrita é oriunda de plantações de

eucalipto pelos maiores produtores mundiais, principalmente Brasil, Índia, África do Sul, Portugal, Angola, Espanha, China, França e Japão. Além do crescente mercado de celulose e papel, os setores de energia e moveleiro vêm tomando grandes dimensões em diversos países (FLYNN, 1999). Estima-se que, no mundo, a área cultivada supera 14 milhões de hectares (SILVA, 2003), dos quais, 58 países são relatados como plantio de grande escala. No Brasil, atualmente, as plantações de eucalipto, com o propósito industrial, ocupam mais de três milhões de hectares.

A disseminação de sementes de eucalipto no mundo, segundo FERREIRA (1993), iniciou-se no século XIX. Na América do Sul, o primeiro país a introduzir o eucalipto foi o Chile em 1823, posteriormente a Argentina e o Uruguai. Por volta de 1850, países como Portugal, Espanha, Estados Unidos e Índia começaram a testar o eucalipto para fins comerciais. O autor destaca também, que as espécies mais utilizadas no mundo são: *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. urophylla*, *E. viminalis*, *E. saligna* e *Corymbia citriodora*, sendo este último tema de debate entre os botânicos, os quais divergem quanto sua alocação no gênero *Eucalyptus* ou *Corymbia*. No Brasil, de acordo com GARCIA & MORA (2000), as primeiras mudas de eucalipto plantadas no país foram no Rio Grande do Sul em 1868, mas o reflorestamento em escala operacional foi no Estado de São Paulo em torno de 1900. Segundo os autores, em 1904 iniciaram as plantações de eucalipto como fonte de lenha e dormente no Estado de São Paulo. De acordo com os autores, Edmundo Navarro de Andrade é considerado o pai da eucaliptocultura no Brasil, onde, por volta de 1900, desenvolveu os primeiros trabalhos experimentais no Horto de Jundiaí-SP, comparando várias espécies nativas (peroba, cabreúva, jequitibá, jacarandá paulista e pinheiro-do-Paraná), com o eucalipto, sendo que este sobressaiu sobre as demais nos ensaios. A partir daí, a companhia Paulista de Estrada de Ferro em 1909, iniciou o plantio comercial de eucalipto para obtenção de dormentes (ANDRADE, 1961).

Em 1916, segundo SILVA (1999), Edmundo Navarro de Andrade criou o Museu do Eucalipto, no Horto Florestal de Rio Claro-SP (atualmente Floresta Estadual Navarro de Andrade), sendo o único do gênero no mundo, além de instalar importantes experimentos de introdução de espécies e procedências de eucalipto. A partir de 1920,

foram importadas da Austrália sementes de várias espécies de eucalipto, já mais focadas à introdução e destinação das sementes para as regiões mais semelhantes às de origem (FERREIRA, 1993). Segundo esse autor, na década de 50, o Departamento de Horticultura da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP) já realizava pesquisa com várias espécies do gênero. Em 1968, foi criado o IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais), vinculado a ESALQ/USP, sendo que a partir deste, os trabalhos envolvendo melhoramento genético do eucalipto alcançaram maior dimensão (GARCIA & MORA, 2000). Neste período, de acordo com esses autores, o *E. grandis*, procedente de Coff's Haurbour na Austrália, foi eleito como sendo o mais produtivo, apresentando madeira com características apropriadas para produção de celulose. O Brasil está pesquisando o eucalipto há quase um século, sendo que os resultados encontram-se não só nas publicações em torno da cultura, mas no campo onde os resultados silviculturais atingem altíssimas produtividades (HIGA, 1995).

No Brasil, a espécie mais plantada é o *Eucalyptus grandis*, e atinge em torno de 50% da área total plantada, resultado da sua excelente resposta silvicultural, como boa forma e rápido crescimento, além de propriedades desejáveis para usos múltiplos da sua madeira (TOMASELLI, 2000). A madeira de eucalipto tem sido responsável por 70% do total da pasta celulósica produzida no país na última década (BRACELPA, 2009), em que o *E. grandis* e seus híbridos interespecíficos tem uma expressiva participação deste total.

A área de floresta plantada em 2006 para fins de produção no Brasil ficou em torno de 627.000 hectares. O setor florestal em 2005 faturou US\$27,8 bilhões, dos quais US\$8,9 bilhões referem-se ao setor de papel e celulose, o que representa 3,5% do PIB Brasileiro. Neste mesmo período, o setor florestal gerou 1.655.550 empregos diretos e indiretos (SBS, 2009).

Nos últimos anos o Brasil ganhou espaço no mercado internacional de produtos de origem florestal. No início dos anos 90 a participação do Brasil nas exportações mundiais não ultrapassava 1,7%. Em 2005, o Brasil contribuiu com cerca de 5% das exportações mundiais. Isso reflete basicamente o forte crescimento das exportações brasileiras ocorrido desde a década de 90. Entre 1991 a 2003 a taxa média de

crescimento das exportações brasileiras de produtos florestais foi de 10,1% ao ano. Já em 2005, as exportações atingiram a cifra de US\$7,4 bilhões, o que representa 6,2% do montante exportado pelo Brasil. Além disso, os produtos de origem florestal contribuem com 14,2% do superávit da balança comercial brasileira (SBS, 2009).

Em se tratando de produtos de florestas plantadas, o Brasil figura como o maior exportador mundial de compensados de pinus e o maior exportador mundial de celulose de fibra de eucalipto. No caso de produtos de madeiras tropicais, o Brasil é o terceiro maior exportador tanto de madeira serrada como de compensados (BRACELPA, 2009).

Melhoramento Florestal

O primeiro trabalho de melhoramento genético com eucalipto foi elaborado por C. A. KRUG, em 1941, onde as sementes eram originadas de experimentos e/ou talhões de plantios comerciais desbastados, sem isolamento e, portanto, de baixa qualidade genética para melhoramento, pois apresentavam alta taxa de híbridos interespecíficos. Este tipo de produção de sementes, comparadamente as atuais técnicas de produção de sementes melhoradas, seria uma metodologia intermediária entre a Área de Coleta de Sementes (ACS) e Área de Produção de Sementes (APS). Os primeiros Pomares de Sementes Clonais (PSC), foram estabelecidos na década de 60 para atender a demanda crescente por sementes, e oriunda da propagação de árvores selecionadas fenotipicamente em experimentos (FERREIRA & SANTOS, 1997).

No Brasil, a produção de sementes melhoradas geneticamente iniciou-se na década de 1970, quando foram instalados os primeiros testes de progênies e iniciada a reintrodução de germoplasma, feito principalmente pelas empresas florestais e o IPEF, com base genética adequada, através da seleção de espécies e procedências (RODRIGUEZ, 2002).

Os programas de melhoramento foram intensificados pelas empresas florestais a partir da década 1970, quando a ocorrência do cancro basal, causada pelo fungo *Cryphonectria cubensis*, em plantações no Espírito Santo, acelerou as técnicas de

propagação vegetativa. Neste período a seleção de genótipos resistentes à doença e multiplicação vegetativa dos mesmos promoveu ganhos em volume de até 200%, dando origem aos primeiros plantios clonais (RODRIGUEZ, 2002).

Nas populações naturais, as espécies cultivadas de eucalipto exibem um sistema de cruzamento misto, mas predominantemente de alogamia (MORAN & BELL, 1983). Para os objetivos do programa de melhoramento, as flores do eucalipto são morfológicamente bissexuais (hermafroditas), com órgãos masculinos e femininos na mesma flor, onde ocorre tanto fecundação cruzada como autofecundação. A polinização é realizada predominantemente por insetos, particularmente por abelhas e o estigma não é receptivo até que o pólen seja liberado da flor (PRYOR, 1985).

O sucesso de um programa prático de melhoramento genético de espécies perenes depende quase que exclusivamente de conhecimentos do produto final de interesse, do germoplasma disponível para obtenção de tais produtos, conhecimento dos fatores ambientais que interferem na expressão fenotípica e de metodologias de seleção e melhoramento, destacando-se o emprego eficiente das técnicas de genética quantitativa (RESENDE, 2002).

Para HIGA et al. (1997), a restrição da base genética é um fator limitante para os programas de melhoramento e, por isso, a escolha adequada do número e caracteres dos genitores deve ser um fator importante a considerar, evitando o comprometimento futuro do programa.

A etapa de identificação de germoplasma base, comumente para o gênero *Eucalyptus*, baseia-se na instalação de testes de procedências, para inferir sobre a média populacional, ou testes de procedências e progênies, para se inferir sobre a média populacional e variabilidade genética (KAGEYAMA & DIAS, 1985).

Nas espécies alógamas das florestas tropicais, observa-se maior variabilidade dentro das populações do que entre populações (HAMRICK & LOVELESS, 1986). Esta citação corrobora com RESENDE et al. (1995a) que argumentam que se pode trabalhar com número reduzido de populações, porém com um grande número de famílias. No melhoramento florestal, outra etapa importante no ciclo de melhoramento, é a escolha de métodos de seleção.

Na seleção artificial, o melhorista florestal atua em duas etapas básicas: (i) a predição do valor genético dos indivíduos e (ii) a decisão sobre como utilizar os indivíduos que apresentam os maiores valores genéticos preditos (RESENDE, 2002). De acordo com esse autor, os critérios de seleção representam o caráter ou um conjunto de caracteres em que a seleção se baseia, com a finalidade de avaliar e ordenar os candidatos à seleção, para os objetivos do melhoramento. Para a avaliação do caráter, este depende dos parâmetros genéticos e fenotípicos (herdabilidade, repetibilidade e correlações genéticas e fenotípicas associadas aos caracteres).

A dificuldade de seleção é devida a complexidade da base genética do material experimental e a influência acarretada pelo efeito ambiental. Desta forma os programas de melhoramento apresentam três etapas: (i) escolha dos genitores para comporem a população base; (ii) seleção de indivíduos superiores nesta população e (iii) avaliação destes em um grande número de ambientes, objetivando a seleção de genótipos, com alta produtividade, que serão recomendados comercialmente (CROSSA, 1990).

As respostas diferenciadas dos genótipos às diferentes condições do ambiente reforçam a importância de estudos desta natureza que, aliados a necessidade de alta produtividade e a qualidade de materiais genéticos nos vários ambientes, tornam-se os principais motivadores dos programas de melhoramento florestal (PINTO JUNIOR, 2004).

Ao praticar a seleção em espécies perenes, pode-se ter dois tipos de população melhorada: (i) uma formada por descendentes dos indivíduos selecionados e (ii) outra formada pelo próprio indivíduo selecionado, podendo ser propagado vegetativamente, denominado clone. O primeiro tipo corresponde à população da geração seguinte à seleção, sendo que o segundo corresponde à população da mesma geração clonada. Para determinação destas populações a predição de valores genéticos aditivos e genotípicos são fundamentais devido: (i) porque na população clonal os efeitos aditivos e de dominância são capturados ao indivíduo e (ii) somente os efeitos aditivos dos alelos são transmitidos via reprodução sexuada, na população de referência (RESENDE, 2002).

No Brasil, pode-se citar em ordem cronológica os seguintes métodos de seleção: (i) seleção massal e a seleção entre e dentro de progênies (KAGEYAMA & VENCOSKY, 1983); (ii) índice de seleção multivariado (RESENDE et al., 1990); (iii) índice de seleção univariado utilizando informações de parentes (BUENO FILHO, 1992; RESENDE & HIGA, 1994; PIRES et al., 1996); (iv) índice de seleção multivariado multifeitos (RESENDE et al., 1994); (v) seleção entre e dentro de progênies com equivalência entre unidades de seleção e de recombinação (RESENDE, 1999).

Para caracteres de baixa herdabilidade, o método mais eficiente é o índice multifeitos univariado ou multivariado, em termos de ganho genético, tamanho efetivo da população, acuidade e diferencial de seleção realizado (RESENDE et al., 1995b). Os procedimentos Melhor Predição Linear – BLP (“Best Linear Prediction”) e Melhor Predição Linear Não-Viciada – BLUP (“Best Linear Unbiased Prediction”) também tem sido empregados (RESENDE et al., 1996), este último considerado pelo autor como sendo o mais preciso, principalmente quando se trata de experimentos desbalanceados.

Estimativas dos Componentes de Variância

O sucesso do melhoramento genético de plantas para os principais caracteres agronômicos de interesse depende, primeiramente, da criteriosa avaliação das progênies em experimentos bem delineados (RAMALHO et al., 2005). De posse desses dados, o passo seguinte consiste em explorá-los adequadamente, sobretudo pela adoção de acurados procedimentos de seleção das progênies que associem os maiores valores genéticos aditivos (RESENDE, 2002).

Com relação a análise experimental, RESENDE (2002) salienta que a análise pela comparação de médias não apresentam qualquer relevância para os experimentos de melhoramento genético com plantas perenes, uma vez que por definição, os efeitos genéticos são considerados aleatórios, não existindo qualquer significado para testes cujos métodos são baseados na suposição de efeitos fixos de tratamentos.

O autor salienta ainda que para experimentos com plantas perenes o vetor de efeitos fixos deve contemplar os efeitos ambientais identificáveis que é neste caso o efeito de blocos, o qual não contribui com informações genéticas a respeito do indivíduo. O bloco é o principal estrato homogêneo para comparação de indivíduos, de forma que dentro do bloco os indivíduos são comparáveis de maneira não viciada, então, para comparação de indivíduos através de blocos é necessário ajustar os valores individuais para os efeitos de blocos, de forma que a comparação se torne não viciada. A forma de se conseguir isto é tratar os efeitos de blocos como fixos, tornando a avaliação genética invariável ao efeito de blocos e assim, não viciada à associação entre efeitos de blocos e não transferindo estes efeitos também para os genótipos que neles se desenvolvem.

Além disso, nos modelos mistos, algumas estruturas de variância e covariâncias levam em sua formação, tanto fatores fixos como aleatórios, que não podem ser tratados pelo método dos mínimos quadrados. Os modelos mistos de acordo com MILLIKEN & JOHNSON (1992), devem ser utilizados para experimentos cujas estrutura de tratamentos envolvem efeitos fixos e aleatórios.

HENDERSON (1977) cita que uma grande restrição ao emprego da metodologia de mínimos quadrados ordinários é a impossibilidade de estimar o valor genético de indivíduos não observados e destaca que com o emprego da metodologia de modelos lineares misto, obtém-se os melhores preditores lineares não viesados, sendo adequado para predição de valores genéticos, podendo inclusive ser utilizado para predição de cruzamentos não realizados. Para o autor, uma das principais características que distingue a metodologia de modelos mistos dos métodos de modelos lineares convencionais é a possibilidade de se estimarem efeitos aleatórios específicos ou funções lineares de efeitos aleatórios.

A estimação de parâmetros genéticos associados à seleção em melhoramento de plantas perenes e anuais foi bem debatida por vários autores no Brasil, como VENCOVSKY & BARRIGA (1992), RAMALHO et al. (1993), CRUZ & REGAZZI (1994), CRUZ (1997), RAMALHO et al. (2000) e RESENDE (2000), sendo que este considera

que a estimação e a predição no contexto de plantas perenes demandam o uso da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) em nível individual.

A predição de valores genéticos e os métodos de seleção dependem essencialmente de estimativas de componentes de variância. Neste caso, o método de predição de valores genéticos, denominado melhor predição linear não viesada (BLUP) é fundamental no conhecimento ou estimação precisa dos componentes de variância genética e fenotípica (RESENDE & MENDES, 1996). Em estudos realizados pelos autores, em qualquer situação, o método de BLUP foi igual ou superior aos demais.

A metodologia dos modelos mistos foi derivada por HENDERSON (1949) para ser utilizado na avaliação genética de bovinos, e foi apresentado pela primeira vez em 1973 (HENDERSON, 1973), passando a ser utilizada na prática a partir da década de 80, com avanços tecnológicos computacionais que permitiram seu uso, conforme descrito por RESENDE (2002).

Modelos mistos é o algoritmo que possibilita modelar simultaneamente efeitos fixos e aleatórios. Mas para se caracterizar um modelo como misto, o mesmo deve possuir um ou mais efeitos fixos, além da média geral, e um ou mais efeitos aleatórios, além do erro. Por meio deste algoritmo pode-se obter soluções para os efeitos fixos e predições para os efeitos aleatórios. O processo envolve montar e solucionar equações para cada efeito de ambiente e para cada indivíduo a ser avaliado.

Os efeitos ambientais podem ser considerados fixos ou aleatórios no melhoramento genético, enquanto que os efeitos genéticos ou de tratamentos devem ser considerados como de efeitos aleatórios. Com isso há a possibilidade de extrapolar os valores de uma amostra (variância e média) como sendo de toda uma população. Outras vantagens dos modelos mistos, refere-se a produção de predições mais acuradas principalmente quando existem dados perdidos. Conduz as predições em direção à média geral, obtendo valores genéticos e não fenotípicos, resolvem o problema quando se tem dados desbalanceados, seja por número de repetições ou tratamentos, este, quando em experimentos de várias localidades, permitindo assim, lidar com estruturas complexas de dados (medidas repetidas, diferentes anos, locais e delineamentos). Sendo ainda que, adotando-se a metodologia BLUP, possibilita-se a

maximização da acurácia seletiva, minimizando o erro de predição. Neste caso ainda, haveria maximização da probabilidade em selecionar o melhor entre dois indivíduos e maximização da probabilidade de selecionar o melhor indivíduo entre vários (RESENDE, 2002; 2004).

Atualmente, a metodologia de modelos mistos tem-se tornado mais acessível aos usuários graças à sua implementação em sistemas estatístico-computacionais de ampla divulgação como o SAS (Statistical Analysis System) (DUARTE & VENCOVSKY, 2001). No melhoramento de plantas tem sido utilizada, principalmente em análises de espécies florestais, a exemplo de GARCIA & NOGUEIRA (2005) e ROCHA et al. (2007).

RESENDE (2002) descreve a importância das estimativas de parâmetros genéticos pelo REML (Restricted Maximum Likelihood), nos modelos mistos, por ser uma metodologia que permite gerar estimativas não tendenciosas dos parâmetros. Outra grande vantagem desses modelos é que eles consideram a covariância genética entre as observações e ponderam os genótipos com desigual número de informações, na mesma ou em diferentes gerações. Isso faz com que a avaliação genética pelos modelos mistos, seja um instrumento mais eficaz que o da avaliação partindo de estimativas pelo método dos mínimos quadrados, na seleção de indivíduos, pelo uso da informação da própria entidade ou de aparentados, avaliadas no mesmo ou em diferentes locais, épocas ou gerações (RESENDE, 1999).

Na prática, as vantagens da utilização do procedimento REML/BLUP (Best Linear Unbiased Predictor) são: permite comparar indivíduos ou variedades através do tempo (gerações, anos) e espaços (locais e blocos), permite a simultânea correção para os efeitos ambientais, estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos, permite lidar com estruturas complexas de dados (medidas repetidas, diferentes anos, locais e delineamentos), pode ser aplicado a dados desbalanceados e a delineamentos não ortogonais. No caso de dados desbalanceados, a adoção do procedimento ANOVA conduz a estimativas de componentes de variância imprecisas e como consequência desse fato, inaccuradas predições de valores genéticos (RESENDE, 2004).

RESENDE et al. (1996) compararam três procedimentos distintos visando a predição de valores genéticos: mínimos quadrados (Least Squares – LS), máxima verossimilhança (Maximum Likelihood – ML) e máxima verossimilhança restrita (Restricted Maximum Likelihood – REML). A estimação pelo método ML apresentou convergência mais rápida do que pelo método REML, sendo que as herdabilidades foram similares entre ML e REML e superiores ao LS. Os autores concluíram que a seleção e estimação de ganhos genéticos, embora computacionalmente mais complicado, devem ser realizadas pelo procedimento REML, interagindo nas equações de modelo misto (BLUP).

Essa metodologia inicialmente proposta por HENDERSON (1949), consiste na obtenção de predições de valores genéticos, tratados como sendo fatores aleatórios, corrigidos para os demais efeitos fixos contidos no modelo. Foi denominada Metodologia de Modelos Mistos (MMM), sendo que através dela pode-se obter o Melhor Preditor Linear não Viesado ou “Best Linear Unbiased Predictor” (BLUP) dos valores genéticos de cada indivíduo.

Um modelo misto pode ser representado matricialmente da seguinte forma:

$$Y = X\beta + Zu + \varepsilon$$

Em que:

Y= o vetor de dados;

X = matriz de efeitos fixos a serem estimados;

β = vetor de efeitos fixos a serem estimados;

Z= matriz de incidência dos efeitos genotípicos, tomados como aleatórios;

u= vetor de valores genotípicos, ou de efeitos aleatórios e serem preditos;

ε = vetor de erros aleatórios associados a cada observação tal que $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$.

As dimensões dessas matrizes e vetores dependem do delineamento experimental empregado. HENDERSON et al. (1959) apresentaram uma forma para obtenção do melhor preditor linear não viesado (BLUP) dos efeitos aleatórios desse modelo misto, através da maximização da função densidade de probabilidade conjunta de Y e u, em relação aos efeitos fixos e aleatórios.

Tomando-se o modelo apresentado assume-se que:

$$\begin{bmatrix} y \\ u \\ e \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} ZGZ'+R & ZG & R \\ & GZ' & G \\ & R'\phi & ZG & R \end{bmatrix} \right)$$

em que;

0 = vetor nulo;

ϕ = matriz nula;

$G = A\sigma_g^2$, em que A é a matriz que indica o grau de associação genética entre os indivíduos (matriz de parentesco genético) e σ_g^2 = variância genotípica;

R = matriz de variâncias e covariâncias dos resíduos.

O desdobramento desta matriz, segundo HENDERSON (1984), é dada a partir da seguinte equação:

$$\begin{bmatrix} X'\hat{R}^{-1}X & X'\hat{R}^{-1}Z \\ Z'\hat{R}^{-1}X & Z'\hat{R}^{-1}Z + \hat{G}^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta}^0 \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'\hat{R}^{-1}Y \\ Z'\hat{R}^{-1}Y \end{bmatrix}$$

Essas são chamadas Equações de Modelos Mistos (EMM), que permitem obter o melhor estimador não viesado (BLUE) para os efeitos fixos ($\hat{\beta}^0$), bem como o melhor preditor linear não viesado (BLUP) para os efeitos aleatórios (\hat{u}). A solução do sistema será:

$$\hat{\beta}^0 = \left\{ \left(X \left[\hat{R}^{-1} - \hat{R}^{-1}Z(Z'\hat{R}^{-1}Z + \hat{G}^{-1})^{-1}Z'\hat{R}^{-1} \right] X \right) \right\}^g$$

$$X \left[\hat{R}^{-1} - \hat{R}^{-1}Z(Z'\hat{R}^{-1}Z + \hat{G}^{-1})^{-1}Z'\hat{R}^{-1} \right] Y.$$

$$\hat{u} = (Z'\hat{R}^{-1}Z + \hat{G}^{-1})^{-1} Z'\hat{R}^{-1} (Y - X\hat{\beta}^0).$$

e como $\hat{V}(Y) = \hat{V} = Z\hat{R}^{-1}Z' + \hat{G}$, temos que;

$$\hat{V}^{-1} = \hat{R}^{-1} - \hat{R}^{-1}Z(Z'\hat{R}^{-1}Z + \hat{G}^{-1})^{-1}Z'\hat{R}^{-1}$$

Assim:

$$\hat{\beta}^0 = (X' \hat{V}^{-1} X)^g X' \hat{V}^{-1} Y$$

e :

$$\hat{u} = \hat{G} Z V^{-1} (Y - X \hat{\beta}^0)$$

Admitindo que R e G são singulares.

Matricialmente, isso equivale a:

$$\begin{bmatrix} \hat{\beta}^0 \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X' \hat{R}^{-1} X & X' \hat{R}^{-1} Z \\ Z' \hat{R}^{-1} X & Z' \hat{R}^{-1} Z + \hat{G}^{-1} \end{bmatrix}^g \begin{bmatrix} X' \hat{R}^{-1} Y \\ Z' \hat{R}^{-1} Y \end{bmatrix}$$

em que o expoente **g** representa qualquer inversa generalizada.

Atualmente a metodologia dos modelos mistos pode ser utilizada por meio de programas estatísticos-computacionais como o SAS® - Statistical Analysis Software, o ASREML e o Selegen-REML/BLUP (Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos). Estes programas permitem o ajuste de um número infinito de modelos (OLIVEIRA, 2007).

Competição Intergenotípica

A separação da variação genética da não genética é o principal objetivo de estudos de genética quantitativa (FALCONER, 1987). Conseqüentemente, é fundamental a minimização ou estratificação da variação ambiental na escolha do delineamento utilizado (MAGNUSSEN & YEATMAN, 1987). A heterogeneidade ambiental em experimentos genéticos florestais é inevitável, pois tais experimentos ocupam grandes áreas, devido à sua própria constituição. Além disso, os testes são conduzidos por vários anos, até décadas, conforme o sítio e a espécie estudada (MAGNUSSEN & YEATMAN, 1987).

Muita atenção tem-se prestado para se reduzir a heterogeneidade ambiental, buscando aumentar a eficiência estatística de experimentos genéticos florestais (LIBBY & COKRHAM, 1980). Atualmente os experimentos florestais têm utilizado parcelas com reduzido número de árvores. SILVA et al. (2003) recomendam parcelas de cinco a 10 plantas em experimentos para seleção de clones. No entanto, a redução da unidade experimental gera algumas dificuldades de análise, devido a mortalidade dentro da parcela, além da supressão de alguns indivíduos pelos seus vizinhos, devida a competição. Nestes experimentos, observa-se que existem materiais genéticos com boa performance em certo bloco, no entanto, com baixa performance em outra repetição, indicando haver fatores ambientais que impedem a manifestação das características genéticas do material genético testado (LEONARDECZ NETO et al., 2003).

Uma falha importante das parcelas pequenas é o aumento das interações entre os indivíduos vizinhos (MAGNUSSEN & YEATMAN, 1987), devido à competição. Assim, a performance de um material genético pode ser super ou subestimada devido ao maior ou menor grau de competitividade de seu vizinho. Uma vez estabelecida uma pequena superioridade, dá-se uma rápida distorção entre o desempenho dos competidores, não dando condições ao genótipo suprimido de expressar sua real condição genotípica (HUHN, 1974).

A competição, para FUTUYMA (1992), pode assumir uma dentre duas formas gerais: a competição por exploração que ocorre quando um indivíduo consome um recurso e o torna não disponível a outros e os indivíduos que competem podem realmente nunca se encontrarem, e a competição por interferência que ocorre quando dois indivíduos interagem diretamente e um sai derrotado pelo encontro. Os indivíduos podem ser da mesma espécie (competição intra-específica) ou de espécies diferentes (competição inter-específica). Este autor também considera que os competidores podem “lutar” por alimentos ou espaço territorial, um indivíduo pode envenenar o outro (fenômeno da alelopatia) ou ainda podem preda um ao outro (o que pode ser considerado matematicamente como um tipo de competição).

Tratando de espécies ou materiais genéticos diferentes, a competição pode ocasionar diminuição na produção comercial e, com isso, comprometer o rendimento econômico ou, no caso de experimentos de melhoramento, resultar na escolha de indivíduos não superiores, mas com poder de agressividade maior (LEONARDECZ NETO et al., 2003).

Segundo DONALD (1963), uma planta não compete com outra enquanto o conteúdo de água, nutrientes, luz, temperatura, oxigênio e dióxido de carbono estão acima das necessidades de ambas. Mas quando um destes fatores diminui abaixo da demanda necessária das plantas, a competição tem início. Na fase reprodutiva ocorre além desses fatores mencionados a competição por agentes polinizadores e dispersores. Enfim, o efeito da competição sobre o desenvolvimento e produção das plantas é variável e os resultados dependem do estágio de desenvolvimento (CASTRO & GARCIA, 1996). Assim, em plantações com espécies arbóreas, atenção deve ser dada após o estágio de plântula, pois é nesta fase que as mudas são levadas ao campo, iniciando aí as possíveis competições.

Na área florestal a competição pode ser definida como habilidade que uma árvore tem para interagir com outras e produzir uma maior ou menor quantidade de volume de madeira (MORI, 1993). Segundo ASSMAN (1970) citado por MAGNUSSEN & YEATMAN (1987), a competição nos experimentos florestais pode ser definida como: a falta de espaço induzida por uma alta densidade intra-específica, onde esta densidade influi diretamente no desenvolvimento do indivíduo. Os modelos, para estimação dos valores genéticos individuais, consideram que o desenvolvimento da árvore é devido ao seu potencial genético individual, somado ao efeito ambiental, o qual pode ser estimado por vários métodos (RESENDE, 2002), no entanto tais predições, muitas vezes desconsideram o valor da competição.

Os efeitos da competição, induzidos pela densidade no crescimento das florestas e suas conseqüências em vários espaçamentos, tem sido estudados em plantações de monoculturas (MAGNUSSEN, 1994).

Índices de competição estimam a competição total de árvores adjacentes que se assume estarem afetando o desenvolvimento de outro indivíduo. Tais índices

usualmente levam em conta, direta ou indiretamente, o número de competidores, o tamanho do indivíduo, o tamanho do competidor e a distância entre os competidores (MAGNUSSEN, 1994).

As análises consideram que o crescimento dos indivíduos da parcela está correlacionada aos indivíduos das parcelas adjacentes, devido ao micro-ambiente comum ou pelo gradiente de nutrientes criado pelo desenvolvimento do vizinho. Uma variante do método do vizinho próximo é o método das médias flutuantes (WRIGHT, 1978), que tem sido aplicado com sucesso nos testes genéticos florestais em que há grande variância fenotípica dentro de blocos (MAGNUSSEN & YEATMAN, 1987).

Nos modelos utilizados para análise de dados dos testes genéticos, com o objetivo de seleção de genótipos superiores, não é comum o uso dos efeitos de competição, por não haver rotinas de análises consagradas e/ou aplicativos desenvolvidos para esse fim. Logo, é necessário se testar rotinas que já foram estabelecidas e desenvolver novas mais eficientes ou que complementem as já conhecidas, para que se possa minimizar ou até excluir o efeito da competição intergenotípica em testes genéticos florestais.

Entre as estratégias baseadas em modelagens espaciais que têm sido sugeridas no melhoramento de plantas, para exercer o controle local, atenuando o efeito competitivo, e aumentar a precisão experimental, destacam-se os métodos de análise de vizinhança, denominados médias móveis e método de Papadakis, que modelam a dependência espacial na forma de análise de covariância. Outra estratégia que tem merecido atenção é a análise espacial, em que a dependência espacial é modelada na forma de matriz de variâncias e covariâncias residuais, considerando-se a distância entre parcelas e plantas no campo experimental (COSTA et al., 2005).

Estes autores relatam ainda que o ajuste feito pelas metodologias de médias móveis e Papadakis melhoraram a eficiência do controle ambiental, porém, estas metodologias alteram as estimativas dos componentes de variância genotípica e a herdabilidade o que podem acarretar efeitos indesejáveis no ordenamento dos genótipos.

Percebe-se que, em experimentos agrícolas, vem-se utilizando o efeito de competição nos modelos de melhoramento com sucesso (BESAG & KEMPTON, 1986; CARGNELUTTI FILHO et al., 2003; STORCK et al., 2008). Entretanto, no melhoramento florestal, tal procedimento não se tornou uma rotina, sendo poucos os autores que incluem tal efeito em seus modelos de predição. Tal fato deve-se às dificuldades na estimação dos parâmetros decorrentes, pois é necessário fazer ajustes para cada indivíduo. Atualmente os índices referem-se apenas as médias de parcelas e de progênies (LEONARDECZ NETO et al., 2003).

Nos experimentos florestais o ajuste dos dados das análises pelas covariáveis de competição mais usuais são os índices de competição, que levam em conta a relação da média dos vizinhos ao do indivíduo, geralmente representado em experimentos florestais pelo índice de Hegyi (HEGYI, 1974), método do ajuste espacial o qual é representado pelo Papadakis (PAPADAKIS, 1937) e índice de falha, sendo este o número de plantas vizinhas mortas.

SOUZA et al. (2003) observaram que a utilização de covariáveis de competição, médias móveis e Papadakis, na metodologia de análise, melhorou a eficiência do controle ambiental, fazendo com que delineamentos de blocos casualizados apresentassem variação ambiental parecida com o delineamento Látice mais preciso, em experimentos genéticos de clones e progênies de eucalipto.

Em experimentos com grande número de tratamentos e com disponibilidade limitada de material de multiplicação, as observações experimentais não são espacialmente independentes, sendo que em tais condições, a análise espacial permite uma melhor discriminação entre os genótipos, pois favorece a precisão experimental, diminuindo as estimativas dos erros e aumento da amplitude entre os materiais (DUARTE & VENCOVSKY, 2005).

A análise espacial segundo DUARTE & VENCOVSKY (2005), pode conduzir a uma classificação dos materiais genéticos diferente da obtida sem controle espacial, gerando uma seleção menos influenciada pela variação local; estas diferenças podem ter conseqüências no resultado final de programas de melhoramento de plantas. Sendo desta forma a análise espacial ou ajuste da competição por meio de covariáveis

altamente recomendável para a predição de valores genéticos, sem a influência dos efeitos competicionais dos vizinhos. Assim, a determinação de que covariáveis melhor se ajustam, médias móveis ou índices de competição e suas variações, a experimentos genéticos florestais e suas influencias na seleção de genótipos superiores, são de suma importância para o sucesso de programas de melhoramento florestal.

Seleção Precoce

Em essências florestais a melhor idade para a seleção é ao final do ciclo, ou seja, na idade de corte comercial, para que, assim, possa-se escolher com maior segurança os genótipos mais produtivos e adaptados ao local de plantio. Porém, este ciclo para espécies do gênero *Eucalyptus* é longo e oneroso, com altos custos de manutenção e avaliação e pequenos ganhos por unidade de tempo comparado a outras culturas.

RESENDE (1994) ressaltam que as espécies do gênero *Eucalyptus*, na maioria das condições ecológicas brasileiras, entram 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 longo período, de forma que a demora da avaliação é colocada como o principal entrave para o progresso nos ciclos de melhoramento florestal.

A seleção genética requer testes de longa duração, nos quais os caracteres de crescimento são avaliados entre cinco e sete anos de idade (BALOCCHI et al., 1994). A aplicação da seleção precoce é de grande interesse, já que ela maximiza os resultados da seleção por unidade de tempo e reduz custos de avaliação e manutenção de testes genéticos. Muitos dos programas de melhoramento florestal usam as correlações das características de crescimento e/ou qualidade de madeira juvenil com objetivo de melhorar indiretamente nas idades adultas (DEAN et al., 2006).

Segundo MCKEAND (1988), a melhor idade para aplicação da seleção precoce é a idade que maximiza os ganhos genéticos por unidade de tempo, sendo esta um parâmetro crítico que deve ser determinada de forma mais acurada possível para possibilitar o sucesso dos programas de melhoramento florestal. Assim, a identificação da idade ótima de seleção precoce indireta é uma importante meta para os melhoristas florestais (LEKSONO et al., 2006).

A seleção precoce em espécies florestais pode reduzir consideravelmente o tempo entre as gerações (melhorando a eficiência do programa de melhoramento por permitir um melhor planejamento e gestão), resultando num ganho genético por unidade de tempo consideravelmente maior. Porém, a seleção precoce pode dar estimativas de ganhos errôneos em relação a seleção ao final do ciclo, acarretando numa seleção incorreta (DEAN & STONECYPHER, 2006).

As principais vantagens da seleção precoce são: o aumento da intensidade de seleção, redução do intervalo de geração e informação genética em testes precoces, que podem aumentar a eficiência da seleção na idade de rotação (WU, 1998). Testes de progênies com avaliações precoces podem ser retrospectivos de um teste de longa duração, o que possibilita correlacionar o desempenho das progênies quanto aos caracteres em diferentes idades (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2002).

Uma condição para aplicação de seleção precoce é uma alta correlação juvenil-adulto entre as características de interesse (NANSON, 1970). Embora estudos tenham sido publicados sobre a eficiência da seleção precoce, não há um método de avaliação que reproduza fielmente as correlações e os ganhos esperados na idade adulta com a idade juvenil (JANSSON et al., 2005).

HODGE & WHITE (1992) consideram que uma explicação para as baixas correlações juvenil-adulto podem ser a expressão de genes diferentes nas idades nas mesmas características. Outra possível explicação pode ser que os métodos utilizados não sejam adequados, por exemplo, as condições ambientais podem ser diferentes ao longo do tempo do teste, sendo a seleção precoce feita em condições ambientais muito diferentes da seleção ao final do ciclo (JANSSON et al., 2005), podendo acarretar numa alta interação genótipo x idades levando a uma baixa relação juvenil-adulto

(WELLENDORF, 1979; LAMBETH et al., 1982; EISEN & SAXTON, 1983; WU et al., 1997; SONESSON et al., 2002).

O desenvolvimento de técnicas para selecionar árvores em idades muito jovens melhora consideravelmente o desempenho da seleção, diminuindo o intervalo entre as gerações, aumentando os ganhos genéticos por unidade de tempo, assim acelerando substancialmente o melhoramento florestal (LAMBETH, 1980).

Predições confiáveis dos parâmetros genéticos averiguando o potencial da seleção precoce, principalmente em relação as correlações juvenil-adulto para as estimativas da variância genética aditiva, e mudança da herdabilidade ao longo do tempo, são necessárias para determinar a idade mínima de seleção precoce (DEAN & STONECYPHER, 2006).

LEKSONO et al. (2006) utilizaram de uma regressão de parâmetros temporais onde foi possível prever os ganhos genéticos tanto na seleção precoce indireta como na direta, sendo possível identificar a melhor idade de seleção precoce, em que idades juvenis sempre resultaram num ganho por unidade de tempo maior do que a idade ao final do ciclo.

DEAN et al. (2006) consideram que predições acuradas sobre o potencial genético e as correlações destas entre as idades juvenis e adultas e suas mudanças ao longo do tempo, principalmente a herdabilidade, são necessários para determinar o método mais eficiente de seleção precoce.

Vários autores têm citado a eficiência da seleção precoce em eucalipto no Brasil. REZENDE et al. (1994) recomendaram a seleção precoce de clones de eucalipto, no norte do Espírito Santo e sul da Bahia, para melhorar a eficiência dos programas de melhoramento de eucalipto, uma vez que a variabilidade liberada entre os clones foi proporcionalmente a mesma nas diferentes idades. PEREIRA et al. (1997), estudando a eficiência da seleção precoce em famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., observaram que dentre as 23 famílias superiores aos 17 meses, 14 delas também o foram aos 80 meses, correspondendo a uma eficiência de seleção de 56,5%. Em famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis*, SOMA (2001) observou uma eficiência da seleção precoce de 96,05%. TOLFO (2003) recomenda que a

seleção precoce seja praticada a partir dos 24 meses de idade, proporcionando boas expectativas de ganhos na idade de rotação.

Muitos são os métodos de avaliação da viabilidade e eficiência da seleção precoce. PALUDZYSZYN FILHO et al. (2002) avaliaram três formas de testar a seleção precoce em *Pinus taeda*, apesar do método seqüencial ter obtido o melhores ganhos genéticos por unidade de tempo o método de seleção indireta se destacou pela facilidade de cálculo e apresentou uma eficiência de 93% para diâmetro a altura do peito. NEBGEN & LOWE (1984), GWAZE et al. (1997), OSÓRIO et al. (2003), ZAS et al. (2004), DEAN & STONECYPHER (2006), LEKSONO et al. (2006) e WENG et al. (2007) utilizaram o mesmo método para avaliar a eficiência da seleção precoce em diversas espécies florestais.

Muitos autores têm citado que ocorre interação genótipo x idades (REZENDE et al., 1994; PEREIRA et al., 1997; TOLFO, 2003), mas a grande maioria desta interação é de natureza simples. Porém, é de grande interesse detectar a causa desta interação e minimizá-la ou até anulá-la já que alguma parte desta interação é complexa, penalizando genótipos que poderiam ser superiores. Acredita-se que parte da influência ambiental em testes genéticos seja devido a competição intergenotípica, como estudado por alguns autores (LEONARDECZ NETO et al., 2003; LINS, 2004) na idade adulta, porém como esta competição influencia nas idades juvenis e quando ela começa a se manifestar não é conhecido, podendo ser a causa da interação idades x genótipos.

BOUVET et al. (2003) consideram que, por as árvores serem organismos de vida longa, a expressão de genes relacionados a competição ao longo do tempo é um importante fator que deve ser considerado nos programas de melhoramento florestal. Numerosos estudos têm sido realizados na tentativa de compreender as interações genéticas x ambientais no decorrer dos anos, nas mais plantadas espécies de pinus (WHITE & HODGE, 1992; KUSNANDAR et al., 1998) e eucalipto (BORRALHO et al., 1992; BOUVET & VIGNERON, 1995; WEI & BORRALHO, 1998; BOUVET et al. 2003).

Alguns métodos de estimação da competição e separação deste componente da variância genotípica, fazendo com que o potencial competitivo da árvore seja

mensurado e não considerado na seleção, têm sido estudados (LEONARDECZ NETO et al., 2003; LINS, 2004; SCARPINATI, 2007), mas a influência deste efeito sobre a eficiência da seleção precoce não é conhecida. O aumento da competição ao longo da idade do teste pode influenciar tanto no aumento das variâncias como da herdabilidade (WENG et al. 2007).

BOUVET et al. (2003) relatam que o programa de melhoramento de eucalipto da República do Congo está considerando o aumento da competição ao longo do tempo e com a redução do espaçamento entre plantas, a fim de poder discernir sobre como a competição intergenotípica interfere no crescimento de clones e famílias de eucalipto. Esses mesmos autores observaram que a natureza competitiva é diferente entre famílias e clones de eucalipto, assim como a manifestação dos seus efeitos são diferenciados entre plantas da mesma família ou clone, do que entre plantas genotipicamente diferentes.

Desta forma é de suma importância para estudos de seleção precoce saber se a competição intergenotípica influencia na sua eficiência, aplicando modelos estatísticos que corrijam o viés causado na idade adulta e suas correlações com as idades juvenis, e aplicação destes mesmos modelos nas idades juvenis para identificação da idade que a competição começa a influenciar o crescimento das árvores nos testes genéticos.

CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DO EFEITO COMPETICIONAL, COM SETE COVARIÁVEIS, EM TESTES DE PROGÊNIES DE EUCALIPTO.

RESUMO - Muitos estudos têm recomendado o uso de parcelas pequenas na experimentação florestal, porém não consideram o aumento da competição intergenotípica que isto acarreta e que pode resultar na seleção incorreta dos materiais genéticos. O objetivo deste trabalho foi a avaliação de sete covariáveis de competição em dados de volume de madeira de dois testes de progênies de polinização aberta de eucalipto. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados. As sete covariáveis analisadas foram: índice de competição de Hegyi (IC), auto-competição (AT), alo-competição (AL), média da autocompetição (MAT), média da alocompetição (MAL) e media aritmética dos quatro (M4) e oito vizinhos mais próximos (M8). Essas covariáveis foram avaliadas individualmente e, em todas as suas possíveis combinações, e foram avaliados os componentes de variâncias e suas alterações com o emprego das mesmas. A competição influenciou os resultados de análises dos testes de progênies, sendo que os diversos tipos de competição, auto e alo, interferem de forma diferenciada. As covariáveis mais influentes são a MAT, MAL e IC. A rotina de análise que apresentou melhores resultados foi a que incluiu as covariáveis IC/MAT, sendo eficiente na redução do efeito competitivo em testes de progênies de eucalipto.

Palavras-Chave: *Eucalyptus* spp., competição intergenotípica, famílias de polinização aberta, variação genética.

Introdução

A separação da variação genética da não genética é um dos principais objetivos da genética quantitativa (FALCONER, 1987), sendo que o sucesso de programas de

melhoramento de plantas depende de uma ampla gama de fatores, tanto técnicos como operacionais. Dentre esses fatores, o melhoramento genético depende quase que totalmente da adoção de métodos acurados de seleção (RESENDE, 2000), que identifiquem corretamente as variáveis envolvidas no processo de seleção.

Muitos estudos têm recomendado o uso de parcelas pequenas na experimentação florestal, porém não consideram o aumento da competição intergenotípica que isto acarreta. Tratando de espécies ou materiais genéticos diferentes, a competição pode resultar na diminuição da produção, comprometendo o rendimento econômico ou, no caso de experimentos de melhoramento, resultar na escolha de indivíduos "não superiores", mas com poder de agressividade competitiva maior (LEONARDECZ NETO et al., 2003).

Os modelos para estimação dos valores genéticos consideram que o desenvolvimento da árvore é devido ao seu potencial genético individual, somado ao efeito ambiental, o qual pode ser estimado por vários métodos (RESENDE, 2002). Porém, a maioria dos experimentos florestais de seleção não leva em conta as variáveis de competição, causando desta forma um viés que não condiz com o evento biológico, o que pode acarretar em uma seleção incorreta. Mesmo quando incluída no modelo estatístico, geralmente se adota uma única variável de competição, sendo a mais comumente utilizada o Índice de HEGYI (1974), como nos trabalhos de LEONARDECZ NETO et al. (2003) e LINS (2004).

Existem diversas formas de competição entre as árvores, como a competição intergenotípica e intragenotípica e suas variantes, porém estes efeitos de competição são pouco estudados e a forma como eles interferem em testes de progênies de eucalipto é pouco conhecida. Quando consideradas nas análises, assume-se que o crescimento dos indivíduos da parcela está correlacionado aos seus vizinhos, devido ao micro-ambiente comum ou pelo gradiente de recursos (água, luz e nutrientes) criados pelos desenvolvimentos destes (LEONARDECZ NETO et al., 2003).

Nos modelos utilizados para análise de testes de progênies, com objetivo de seleção, não é comum considerar os efeitos de competição, por não haver rotinas estabelecidas e a definição de variáveis para se corrigir esse efeito. Deste modo, é

necessário o estabelecimento de rotinas de análise e a escolha de covariáveis de correção que melhor representem testes genéticos. Desta forma, procura-se minimizar o máximo possível a competição entre árvores vizinhas, como no caso de testes de progênies de eucalipto.

Sendo o efeito competitivo uma importante fonte de variação experimental, este trabalho teve como objetivo a avaliação do efeito de competição por sete covariáveis, e suas combinações, sobre volume de madeira em dois testes de progênies de polinização aberta de eucalipto.

Material e Métodos

Caracterização dos experimentos

Foram usados dados de dois testes de progênies de polinização aberta de eucalipto pertencentes à Votorantim Celulose e Papel, instalados no município de Guataporá, SP, a 21°29'0,73" de latitude sul e 47°58'59,84" de longitude oeste. O experimento 1 (EXP1) foi implantado no ano de 1996 e o experimento 2 (EXP2) em 1999. Foram avaliados o crescimento em altura (ALT) e circunferência à altura do peito (CAP), aos sete anos de idade. Destas medições foi determinado o volume cilíndrico das árvores, aplicando-se o fator de forma utilizado pela empresa para a obtenção do volume comercial com casca.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com seis repetições em ambos experimentos, sendo o EXP1 composto por quatro testemunhas (clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e 49 tratamentos (famílias de polinização aberta de *Eucalyptus grandis*) e o EXP2 por 44 tratamentos (famílias de polinização aberta de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*). As parcelas obedeceram a uma disposição linear, contendo 10 plantas, totalizando 3.180 plantas no EXP1 e 2.640 no EXP2, no espaçamento de 3,0 x 2,5 m, formando assim um teste de progênies de eucalipto de 2,385 ha no EXP1 e outro de 1,98 ha no EXP2.

Análise do efeito competitivo

Para a análise de competição foram usadas sete covariáveis. Sendo elas descritas a seguir:

1. Índice de Competição (IC) de HEGYI (1974);

Este índice consiste na distância ponderada agregada dos raios de competição pela característica silvicultural das árvores consideradas como competidoras em relação à árvore objeto.

$$IC_i = \sum_{j=1}^n (D_j / D_i) Dist_{ij} \text{ em que:}$$

IC_i = índice de competição da árvore i ;

D_j/D_i = volume do competidor j expresso em relação ao volume da árvore objeto i ;

$Dist_{ij}$ = distância entre o competidor j e a árvore objeto i ;

n = número de árvores competidoras.

No emprego desta equação foram estabelecidas as distribuições das oito árvores vizinhas, mais próximas (competidoras), seguindo o esquema 1.

2. Auto-Competição (AT):

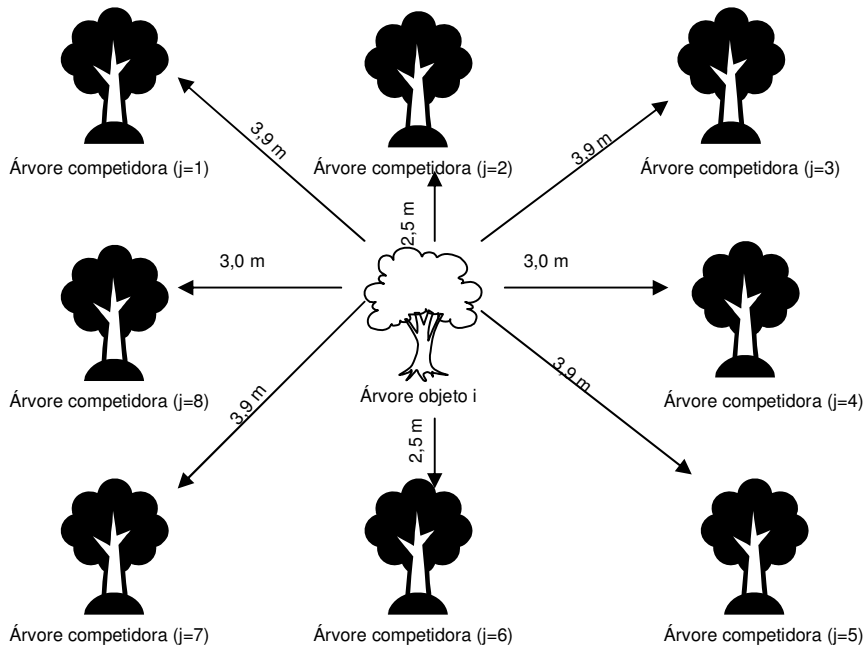
Competição estabelecida dentro da parcela, entre a árvore objeto e as árvores vizinhas do mesmo material genético, podendo variar de 0 a 0,25 (de nenhuma a duas árvores; será zero no caso de falha das duas árvores vizinhas), considerando que as oito árvores vizinhas tenham um valor de competição igual a 1. Esta competição ocorre dentro da parcela, seguindo esquema 2.

3. Média da auto-competição(MAT):

Média aritmética das características silviculturais das árvores auto-competidoras, demonstradas no esquema 2. Sendo expressa por:

$$MAT = \sum_{j=1}^n j_{au} / n \text{ sendo; } j_{au} = \text{volume da árvore auto-competidora;}$$

n = número de árvores auto-competidoras.



Esquema 1. Disposição das árvores competidoras para o Índice de Competição.

4. Alo-Competição (AL):

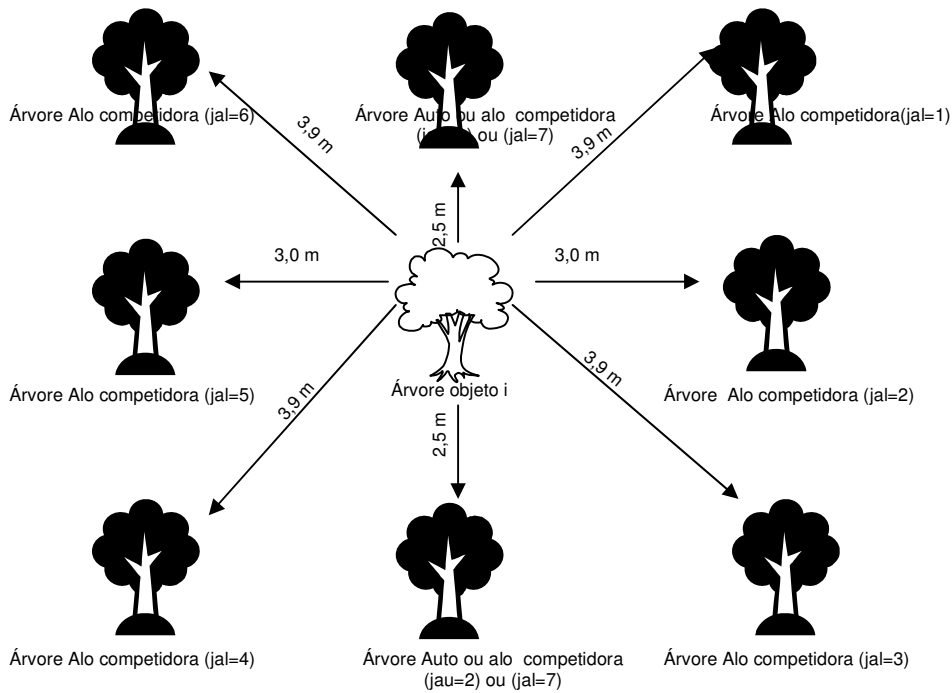
Competição estabelecida entre a parcela e as parcelas adjacentes, entre a árvore objeto e as árvores vizinhas de material genético diferente, podendo variar de 0 a 0,875 (de nenhuma a sete árvores; será zero no caso de falhas nas árvores vizinhas), considerando que as oito árvores vizinhas tenham um valor de competição igual a 1. Esta competição ocorre entre a árvore objeto e árvores de parcelas adjacentes, seguindo o esquema 2.

5. Média da Alo-Competição (MAL):

Média aritmética das características silviculturais das árvores alo-competidoras demonstradas no Esquema 2, seguindo a seguinte expressão;

$$MAL = \sum_{j=1}^n j_{al} / n \quad \text{sendo; } j_{al} = \text{volume das árvores alo-competidoras;}$$

n = número de árvores alo-competidoras.



Esquema 2. Disposição das árvores quanto à auto e alo competição.

6. Média 4 e 8 (M4, M8):

Para a determinação da média 4 e 8 foram consideradas as quatro (Média 4 – M4) e as oito (Média 8 – M8) árvores vizinhas mais próximas, sendo determinada a média aritmética do volume das árvores competidoras em questão à árvore objeto demonstradas no Esquema 1.

Efetuu-se o teste de significância do coeficiente de regressão linear simples (b), de cada covariável e se ela se ajustava a uma única regressão linear, forma ideal, ou a nenhuma ou várias regressões lineares, formas indesejadas, por covariável e tratamento.

$y = a + bx$ sendo:

y = volume de madeira;

a = constante da regressão linear simples;

b = coeficiente de regressão linear simples;

x = valor da covariável aplicada;

As covariáveis que não foram significativas, ou apresentaram alta significância para interação covariável x tratamento foram descartadas do estudo. As covariáveis foram testadas individualmente e em todas as suas combinações, duas a duas até seis a seis. Duas covariáveis não foram testadas conjuntamente por serem sobrepostas (média 4 e 8).

Estimativas de componentes de variâncias e parâmetros genéticos

A análise de variância foi realizada com base nos dados de plantas individuais sobreviventes do teste de progênies para o caráter volume. Para escolha do valor representativo de cada progênie, os valores genotípicos do caráter estudado foram obtidos pelo método de Máxima Verossimilhança Restrita - REML, aplicado ao modelo linear misto.

Ajuste pela covariável de competição e análise de covariância

O modelo linear para descrição do valor individual, comumente utilizado em um delineamento em blocos casualizados, indica que uma dada variável resposta é função dos efeitos de ambiente comum (bloco), do potencial genético (família), do indivíduo na parcela (desvio do fenótipo dentro) e de um resíduo dado pela variação que é decorrente de efeitos não mensurados ou que não são isolados no delineamento. Os fatores não incluídos no modelo matemático, e obviamente nas análises, geram inadequação do modelo. Não sendo o efeito do fator isolado do resíduo, ele poderá levar a um viés nas estimativas dos parâmetros (LEONARDECZ NETO et al., 2003).

Um dos métodos utilizados para ajustar a variável resposta, quando influenciada por uma variável adicional, é a análise de covariância. Este método permite corrigir os dados de uma forma tal que as variações devidas à covariável sejam minimizadas, ou até mesmo anuladas, deste modo, fornecendo estimativas corretas dos componentes de variância e de outros parâmetros por meio desta obtidos (RESENDE, 2000).

Considerando um modelo estatístico tradicional de delineamento em blocos casualizados e incluindo uma covariável X, tem-se:

$$Y_{ijk} = m + f_i + b_j + \beta(X_{ijk}) + e_{ij} + d_{ijk} \text{ em que;}$$

Y_{ijk} = valor do k-ésimo indivíduo no j-ésimo bloco da i-ésima progênie;

m = média geral;

f_i = efeito aleatório da progênie i ($i = 1, 2, 3, \dots, l$);

b_j = efeito fixo do bloco j ($j=1,2,3,\dots, J$);

e_{ij} = erro experimental, inerente à parcela ij ;

d_{ijk} = desvio fenotípico do indivíduo k dentro da parcela ij ($k = 1, 2, 3, \dots, K$).

β = coeficiente de regressão linear entre a variável resposta e a covariável;

X_{ijk} = valor da variável, no caso, de competição associada ao indivíduo ijk .

Considerando que X pode assumir qualquer uma das covariáveis de competição testadas no trabalho, de forma isolada ou em conjunto, o modelo estatístico pode ser corrigido com mais de uma covariável.

Sendo assim;

$$Y_{ijk} = m + f_i + b_j + \beta_1(X_{1ijk}) \dots + \beta_n(X_{nijk}) + e_{ij} + d_{ijk};$$

As pressuposições desejadas para se proceder a análise, incluindo uma covariável, conforme RAMALHO et al. (2000) são as seguintes:

- i. A covariável é uma variável quantitativa, medida sem erro e independente dos tratamentos;
- ii. A regressão entre a variável Y e a covariável X , após a remoção das diferenças de blocos e tratamentos, é linear e independente de blocos e tratamentos;
- iii. O resíduo é normalmente e independentemente distribuído, com média zero e variância σ_e^2 .

Para as covariáveis IC, MAT, MAL, M4 e M8, estas três pressuposições não são satisfeitas na íntegra, uma vez que as estimativas destas covariáveis de competição de cada indivíduo violam a primeira condição. Porém, STORCK (1989) demonstrou que a utilização de índices contendo erros de estimativas e dependentes dos dados, não deve

ser a única ou a principal preocupação para se fazer uma análise confiável. A escolha adequada do local para a realização dos experimentos, a redução da variância do erro experimental e de blocos são tão ou mais importantes do que o erro associado à covariável. Esse autor também verificou que, com número adequado de tratamentos e/ou blocos, a dependência da covariável X e a variável resposta Y, bem como os erros contidos em X provocam prejuízos mínimos à análise de covariância. Para atenuar esses efeitos, no presente trabalho, foi feita uma correção dos dados retirando-se dados discrepantes da análise (dados das árvores que apresentaram volume inferior a 0,015 m³), tornando assim a regressão mais uniforme para todos os tratamentos.

Na metodologia de modelos mistos, o ajuste de covariáveis é realizado simultaneamente à estimação e predição. Para isto foi utilizado o programa estatístico SAS (1999) por meio do procedimento Proc Mixed, utilizando o método REML.

O caráter volume foi avaliado quanto aos parâmetros genéticos e seus componentes de variância (herdabilidade, variância genotípica entre e dentro de famílias, erro experimental entre e dentro de parcelas), com e sem o emprego das covariáveis. O erro e o coeficiente de variação dentro de parcelas do EXP1 foi estimado com os dados das testemunhas (clones) gerando um erro puro, sem a presença da variância genotípica. Para o EXP2 a variação genotípica dentro de famílias foi estimada calculando a percentagem de cada componente de variância em relação ao total da variância do EXP1, e esta percentagem foi usada para calcular o erro dentro de parcelas no EXP2 e a variância genotípica dentro de famílias foi estimada subtraindo-se os demais componentes de variância (σ_e^2 , σ_{ge}^2 e σ_{ed}^2) do total de variância observada no EXP2. Assim, no EXP2 o erro dentro de parcelas foi da mesma magnitude em relação a variância total do EXP1.

As variações nos componentes de variância podem ser positivas ou negativas conforme a covariável empregada. Quando esta for positiva na estimativa de componente de variância genotípica significa que a amplitude entre os materiais genéticos será maior, ou seja, aumentará a discrepância dos melhores materiais em relação aos piores. Já para os componentes de variância do erro dentro de parcelas

($\hat{\sigma}_{ed}^2$) e entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$) a redução de ambos implicará numa melhoria ambiental proporcionando dados mais confiáveis para a seleção e vice-versa, sendo que estas variações ocorrem dentro da parcela, para $\hat{\sigma}_{ed}^2$, e entre as parcelas, para $\hat{\sigma}_e^2$, causando uma uniformidade ou desuniformidade entre as plantas da mesma parcela e entre os blocos, respectivamente, conforme as estimativas de $\hat{\sigma}_{ed}^2$ e $\hat{\sigma}_e^2$ diminuem ou aumentem.

Para a obtenção das estimativas de componentes de variância e de herdabilidade assumiu-se as famílias como sendo de meios-irmãos.

Resultados e Discussão

De maneira geral, os coeficientes da regressão linear das covariáveis apresentaram a forma ideal, exceto para o índice de competição (IC), nos dois experimentos, em que apresentou interação tratamentos x covariável, e para a alo-competição (AL) no EXP1, que foi não significativa. O IC só pode ser usado após a remoção dos dados relativos às árvores de crescimento muito inferior (discrepantes) à média do experimento, sendo, provavelmente, indivíduos com alta probabilidade de morte. Sendo, que após a remoção dos dados destas árvores esta covariável não apresentou mais interação com os tratamentos significativa.

As estimativas do coeficiente de variação experimental (CV) foram altas (Tabela 1), o que pode ser devido a característica analisada ser composta por outras duas características, altura e diâmetro a altura do peito, como comprovado por outros autores (GARCIA, 2004; ANDRADE et al., 2006) que observaram CV acima de 30% para testes clonais.

A covariável AL, que foi não significativa no EXP1, também proporcionou pouca influência na análise do EXP2, individualmente ou em associação com outras covariáveis, não justificando a sua adoção na metodologia de análise para testes de progênies de eucalipto. Por isto, esses resultados não foram aqui apresentados.

A covariável de auto-competição (AT) (Tabela 1) proporcionou redução no erro dentro de parcelas, para ambos os experimentos e no erro entre parcelas para o EXP1, não influenciando este no EXP2. Contudo, para a variância genotípica entre tratamentos o comportamento foi distinto, ocasionando leve aumento no EXP2 e pequena redução no EXP1. Para a variância genotípica dentro de progênes de eucalipto houve aumento no EXP1 e não influenciou no EXP2. A herdabilidade apresentou pequeno aumento nos dois experimentos e o coeficiente de variação experimental (CV) sofreu pequena redução.

A média da autocompetição (MAT) proporcionou aumento na variabilidade genética entre, porém de forma mais expressiva no EXP2; e aumento no erro entre parcelas e redução no erro dentro de parcelas, resultando em maiores estimativas de herdabilidade entre famílias e menores CV (Tabela 1). Os resultados desta covariável sugerem que a auto-competição influenciou nos resultados, de forma que quando as plantas de uma progênie estão sujeitas a auto-competição, as famílias se diferenciam menos umas das outras; também, a auto-competição reduz o $\hat{\sigma}_e^2$, sendo que, quando não há auto-competição nota-se uma diferenciação maior entre as parcelas de mesma família, ocasionando interação genótipo x bloco. Estes resultados corroboram com SCARPINATI (2007), que notou o mesmo efeito da auto-competição, em testes clonais de eucalipto de híbridos interespecíficos, em diferentes arranjos experimentais, sendo que arranjos experimentais com maior grau de auto-competição ocasionaram menores valores da variância genotípica e erro entre parcelas.

A média da alocompetição (MAL), também proporcionou resultados semelhantes em ambos os experimentos, causando redução generalizada nas variâncias, exceto na variação do erro dentro de parcelas. A variância que apresentou a maior queda foi $\hat{\sigma}_e^2$, no EXP1. Estes resultados sugerem que a competição entre materiais diferentes, nas parcelas adjacentes, acentua a magnitude genotípica dos materiais e também a diferença de um determinado genótipo em suas diferentes parcelas, conforme a agressividade competitiva de seu vizinho. Logo, quando o efeito da competição entre os diferentes materiais é corrigido pela covariável de competição intergenotípica, as

Tabela 1. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial em porcentagem (% de var.) e coeficiente de variação experimental (CV) de dois testes de progênies de eucalipto sem o uso (Usual) e com adoção de covariáveis de competição (Auto-competição-AT, Média da autocompetição-MAT, Alo-competição-AL, Média da alocompetição-MAL, Índice de competição-IC e Média 4 e 8 – M4, M8 respectivamente) para o caráter volume de madeira em m³.

Comp. de var. e Par. Gen.	Métodos de Análise								
	Exp1	Usual	AT	MAT	AL	MAL	IC	M4	M8
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0038	0,0037	0,0051	0,0038	0,0038	0,0036	0,0019	0,0047	0,0041
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0043	0,0045	0,0046	0,0043	0,0043	0,0042	0,0028	0,0046	0,0044
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0012	0,0011	0,0018	0,0012	0,0012	0,0010	0,0008	0,0014	0,0011
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0084	0,0081	0,0077	0,0084	0,0084	0,0084	0,0047	0,0078	0,0080
% de var. $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-	-1,86	33,52	-0,18	-4,84	-50,62	22,57	8,25	
% de var. $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-	6,75	9,19	0,16	-2,00	-34,23	7,03	2,68	
% de var. $\hat{\sigma}_e^2$	-	-5,37	50,63	-0,17	-17,55	-32,58	15,03	-5,12	
% de var. $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-	-3,99	-8,13	-0,12	0,31	-44,05	-7,85	-4,72	
\hat{h}_e^2	28,44	28,93	34,86	28,43	27,83	25,49	33,91	31,12	
\hat{h}_d^2	30,69	33,03	32,77	30,75	30,67	33,66	33,28	32,31	
CV%	36,36	35,70	34,81	36,36	36,36	27,20	35,03	35,48	
Exp2									
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,000833	0,000875	0,001462	0,000871	0,000753	0,000385	0,001265	0,001101	
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,00853	0,00853	0,00862	0,00847	0,00812	0,00452	0,00859	0,00810	
$\hat{\sigma}_e^2$	0	0	0,000878	0	0	0,000357	0,000375	0,000195	
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,00844	0,008150	0,00748	0,00842	0,00844	0,00459	0,00760	0,00791	
% de var. $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-	5,04	75,51	4,56	-9,60	-53,78	51,86	32,17	
% de var. $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-	-0,02	0,94	-0,71	-4,81	-46,99	0,64	-5,15	
% de var. $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	
% de var. $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-	-3,34	-11,27	-0,13	0,07	-45,54	-9,85	-6,25	
\hat{h}_e^2	8,99	9,70	14,89	9,37	8,19	7,22	13,69	11,97	
\hat{h}_d^2	50,30	51,15	50,75	50,15	49,05	47,75	51,85	49,98	
CV%	39,58	38,91	37,28	39,55	39,59	29,21	37,58	38,32	

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

estimativas das variâncias genotípicas e do erro experimental tendem a diminuir. Outros autores também observaram o mesmo efeito da competição intergenotípica. LEONARDECZ NETO et al. (2003), em teste de progênies de essências florestais obtiveram reduções significativas nas variâncias, em diferentes graus, nas variâncias nas diferentes espécies estudadas. LINS (2004) observou o mesmo efeito em três espécies arbóreas nativas do Brasil. Já SCARPINATI (2007) notou que a variância genotípica aumentou conforme o arranjo experimental propicia uma maior competição intergenotípica, com a redução do tamanho da parcela experimental, e esta sofreu redução quando aplica-se ao modelo matemático uma covariável de correção da competição.

O IC proporcionou as alterações mais pronunciadas nos dois experimentos, reduzindo de forma expressiva todos os componentes de variância. Isso indicou que grande parte da diferenciação dos materiais genéticos em testes de progênies é devida a competição entre e dentro de famílias. Esse mesmo efeito foi notado por LEONARDECZ NETO et al. (2003) e por LINS (2004). Porém, esta covariável deve ser aplicada com cautela, corrigindo-se os dados originais pela eliminação das plantas de baixo rendimento. SCARPINATI (2007), em testes clonais de eucalipto, não utilizou esta covariável, pois a competição que foi corrigida por este índice, pareceu ter efeito genético, em que os materiais mais produtivos geralmente também foram os mais competitivos e a média experimental foi maior quando o nível de competição intergenotípica aumentou.

As médias dos quatro e dos oito vizinhos mais próximos (M4 e M8, respectivamente) proporcionaram resultados com a mesma tendência nos dois experimentos, sendo que M4 proporcionou variações mais expressivas nas estimativas de variâncias genotípicas e erros experimentais. Esta covariável proporcionou resultados semelhantes a MAT, o que pode ser explicado pelo fato destas terem formação parecida. Já, M8 parece ter mesclado os resultados obtidos com MAT e MAL, o que se deve ao fato de ser formada pelas duas anteriores.

Das análises de associação entre as covariáveis, são apresentados apenas os resultados mais promissores (Tabela 2) e desconsiderando-se as combinações de

covariáveis semelhantes em sua formação, já que estas quando utilizadas conjuntamente resultaram na perda de significância de uma delas na análise.

A covariável AT não proporcionou resultados satisfatórios quando em combinações com outras covariáveis, perdendo a significância e não alterando os resultados obtidos isoladamente. Disto pode-se entender que o nível de falha na parcela influencia diferentemente os diversos experimentos e materiais genéticos, fato também observado por ANDRADE et al. (2006) em testes clonais de *Eucalyptus urophylla*, em que a resposta da compensação de falha na parcela foi dependente das condições edafoclimáticas e dos clones. Assim, pode-se considerar que esta característica pode ter origem genética, resultando em interações genótipo-ambiente, em que os materiais genéticos respondem de forma diferenciada a abertura de espaçamento, conforme as condições ambientais no experimento.

As associações apresentadas proporcionaram resultados semelhantes nos dois experimentos. Contudo, para algumas associações, a variância genotípica dentro de famílias no EXP2 apresentou comportamento inverso ao EXP1, o que se deve ao fato desse parâmetro ter sido obtido a partir do erro dentro de parcela do EXP1, e quando este sofreu variações de magnitudes diferentes dos outros parâmetros, isso se refletiu na estimativa da variância genotípica dentro de famílias do EXP2. Desconsiderando este fato, a associação que proporcionou maior aumento nos parâmetros genéticos foi MAT/MAL como, por exemplo, na herdabilidade, além de ter reduzido o erro dentro de parcela. Outra associação promissora foi a MAL/M4, que também ocasionou aumento da herdabilidade e redução no CV, porém, de forma menos pronunciada do que a associação anterior.

As associações do IC em relação a análise usual, de forma geral, ocasionaram quedas no CV, nos parâmetros genéticos e no erro dentro de parcelas, porém de maneira menos pronunciada para os parâmetros genéticos do que quando o IC foi aplicado isoladamente, principalmente para variação genética entre famílias, e as quedas no CV e erro dentro de parcelas sofreram o efeito contrário.

A combinação MAT/IC pode ser considerada a mais promissora por reduzir consideravelmente o erro dentro de parcela. Apesar de diminuir a variância genotípica,

Tabela 2. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial em porcentagem (% de var,) e coeficiente de variação experimental (CV) de dois experimentos de testes de progênies de Eucalipto, para o caráter volume de madeira em m³, sem o uso (Usual) e com adoção de associações de covariáveis de correção de competição (Média da autocompetição-MAT, Média da alocompetição-MAL, Índice de competição-IC e Média 4 e 8 –M4, M8) respectivamente.

Comp, de var, e Par, Gen,	Métodos de Análise									
	Exp1	Usual	MAT/MAL	MAT/IC	MAL/IC	MAL/M4	IC/M4	IC/M8	MAT MAL/IC	MAL/IC M4
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0038	0,0049	0,0020	0,0020	0,0046	0,0019	0,0017	0,0020	0,0020	0,0020
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0043	0,0045	0,0028	0,0027	0,0045	0,0028	0,0027	0,0027	0,0027	0,0028
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0012	0,0015	0,0008	0,0010	0,0013	0,0008	0,0009	0,0010	0,0010	0,0010
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0084	0,0077	0,0047	0,0047	0,0078	0,0047	0,0048	0,0047	0,0047	0,0046
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-	31,47	-47,63	-48,49	19,72	-51,19	-54,65	-47,63	-46,35	-46,35
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-	29,12	-29,81	-17,30	9,49	-32,91	-26,95	-16,46	-15,87	-15,87
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	28,80	-33,36	-35,74	6,14	-34,59	-37,50	-35,46	-34,73	-34,73
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-	-8,08	-44,55	-44,43	-7,40	-43,85	-43,08	-44,57	-44,96	-44,96
\hat{h}_e^2	28,44	34,72	26,66	25,78	33,45	25,23	23,43	26,11	26,67	26,67
\hat{h}_d^2	30,69	32,90	33,99	32,56	33,16	33,49	31,95	32,66	33,01	33,01
CV%	36,36	34,81	27,20	27,20	35,03	27,20	27,48	27,20	26,90	26,90
Exp2										
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,00083	0,00143	0,00049	0,00039	0,00119	0,00045	0,00041	0,00049	0,00045	0,00045
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,00852	0,00789	0,00416	0,00441	0,00819	0,00420	0,00415	0,00422	0,00437	0,00437
$\hat{\sigma}_e^2$	0	0,00063	0,00049	0,00036	0,00024	0,00042	0,00037	0,00047	0,00043	0,00043
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,00844	0,00703	0,00432	0,00425	0,00721	0,00434	0,00447	0,00427	0,00417	0,00417
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-	71,67	-41,18	-53,18	42,86	-45,98	-50,78	-41,18	-45,98	-45,98
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-	-7,34	-51,11	-48,24	-3,86	-50,63	-51,24	-50,45	-48,64	-48,64
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-	-16,75	-48,88	-49,64	-14,58	-48,65	-47,10	-49,42	-50,66	-50,66
\hat{h}_e^2	8,98	15,73	9,25	7,80	13,77	8,64	7,81	9,37	8,92	8,92
\hat{h}_d^2	50,21	50,74	46,41	48,86	52,35	46,92	46,19	47,09	48,76	48,76
CV%	39,61	36,14	28,32	28,11	36,61	28,38	28,81	28,17	27,82	27,82

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

esta redução foi menor do que ao usar o IC sozinho, resultando em ganho na herdabilidade. Este fato foi mais relevante no EXP2, em que a herdabilidade entre famílias foi menor.

Conclusões

1. As covariáveis mais promissoras para estudo de competição em testes de progênies de polinização aberta de eucalipto são a média da autocompetição (MAT), média da alocompetição (MAL) e índice de competição de Hegyi (IC);
2. A covariável auto-competição (AT) não proporcionou resultados conclusivos, parecendo ser dependente das condições genéticas e ambientais e, a covariável alo-competição (AL) não interfere na análise;
3. A auto-competição, representada pela covariável média da autocompetição, parece causar uma menor variabilidade genética e erro entre parcelas, já a alo-competição, representada pela covariável média da alocompetição, interfere de forma oposta em testes de progênies de eucalipto;
4. A rotina de análise que proporcionou melhores resultados foi a que incluiu as covariáveis MAT/IC, sendo promissora na redução do efeito competitivo em testes de progênies de eucalipto.

CAPÍTULO 3 - SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE EUCALIPTO CONSIDERANDO OU NÃO O EFEITO DA COMPETIÇÃO.

RESUMO - O efeito competitivo é uma importante fonte de variação nos experimentos de melhoramento. Assim, neste trabalho objetivou-se a comparação da seleção de plantas de famílias de polinização aberta de eucalipto com e sem o emprego de covariáveis de competição. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados. Foram determinados os valores genéticos para cada família e árvores para os caracteres altura, DAP e volume, obtendo-se os componentes de variância, parâmetros genéticos, ganhos com a seleção, número efetivo e coincidência de seleção, sem e com o uso de covariáveis. Observou-se que a competição intergenotípica é um importante fator de variação ambiental. A adoção de covariáveis de competição reduz de forma generalizada as estimativas dos componentes de variância, e influenciam nos ganhos genéticos para os caracteres estudados. A competição intergenotípica causa um viés na seleção em progênies de polinização aberta de eucalipto, podendo acarretar na escolha incorreta de materiais superiores e a adoção de covariáveis nos modelos diminui esta influência.

Palavras-Chaves: Competição intergenotípica, análise de covariável e *Eucalyptus* spp., ganhos com a seleção.

Introdução

A possibilidade de prever ganhos é considerada uma das maiores contribuições da genética quantitativa para o melhoramento (FALCONER, 1987). Quando diferentes critérios de seleção são considerados, a predição de ganhos referentes a cada critério tem grande importância, pois orienta os melhoristas sobre como utilizar o material

genético disponível da melhor maneira possível, visando à obtenção de ganhos máximos para as características de interesse (PAULA et al., 2002).

Porém, esses ganhos aferidos nas metodologias mais consagradas não condizem com o verdadeiro evento biológico presente nos ensaios de seleção, pois a maioria das florestas comerciais de eucalipto é formada a partir de plantios monoclonais, onde as plantas têm capacidade igual de competição, diferentemente dos testes experimentais, onde há competição intergenotípica pela proximidade das parcelas experimentais de diferentes materiais genéticos. Logo, a seleção de materiais genéticos dá-se em condições diferenciadas da qual serão plantadas comercialmente, podendo dificultar o sucesso da seleção.

Sendo a competição uma importante fonte de variação experimental ela deve ser incluída nos modelos estatísticos experimentais para estimar o valor genético dos acessos, livre desse efeito.

De acordo com RESENDE (2002), o sucesso de um programa de melhoramento genético de espécies perenes depende de conhecimentos do produto final de interesse e de metodologias de seleção e melhoramento, destacando-se o emprego eficiente das técnicas de genética quantitativa.

É possível discriminar os efeitos da competição em testes de melhoramento florestal, mas são necessários modelos estatísticos–genéticos que ajustem os dados referentes às variáveis respostas, minimizando o viés produzido pelo desenvolvimento não igualitário da vizinhança (LEONARDECZ NETO et al., 2003). Por essa via, busca-se tornar a análise estatística um reflexo do evento biológico, o qual não é perfeitamente descrito via análise usual.

Nos modelos utilizados para análise de dados dos testes genéticos, com o objetivo de seleção de genótipos superiores, não é comum o uso dos efeitos de competição, por não haver rotinas de análises consagradas e/ou aplicativos desenvolvidos para esse fim. Logo, é necessário testar rotinas para que se possa minimizar ou até excluir o efeito da competição intergenotípica em testes genéticos florestais (SCARPINATI, 2007).

Sendo o efeito competitivo uma importante fonte de variação, neste trabalho objetivou-se a comparação da seleção de plantas de famílias de polinização aberta de eucalipto com e sem o emprego de covariáveis de competição.

Material e Métodos

Os testes de progênies, pertencentes à Votorantim Celulose e Papel S. A., foram instalados no município de Guatapar, SP, a 21°29'0,73" de latitude sul e 47°58'59,84" de longitude oeste. O experimento 1 (EXP1) foi implantado no ano de 1996 e o experimento 2 (EXP2) em 1999. Foi avaliado o crescimento em altura (ALT) e circunferência  altura do peito (CAP), aos sete anos de idade. Destas medições foi determinado o diâmetro  altura do peito (DAP) e aplicando-se o fator de forma, para cada classe diamétrica, utilizado pela empresa obteve-se o volume comercial com casca (VOL).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com seis repetições em ambos experimentos, sendo o EXP1 composto por quatro testemunhas (clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e 49 tratamentos (famílias de polinização aberta de *Eucalyptus grandis*) e o EXP2 por 44 tratamentos (famílias de polinização aberta de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*). As parcelas obedeceram a uma disposição linear, contendo 10 plantas, totalizando 3.180 plantas no EXP1 e 2.640 no EXP2, no espaçamento de 3,0 x 2,5 m, formando assim um teste de progênies de eucalipto de 2,385 ha no EXP1 e outro de 1,98 ha no EXP2.

A avaliação das progênies foi feita com base nos dados de plantas sobreviventes dos experimentos. O desempenho, valor genético de cada família e planta para os caracteres estudados (volume comercial de madeira em m³ – VOL, altura do fuste em metros - ALT e diâmetro a altura do peito em cm - DAP), foram determinados pelo modelo linear misto pelo procedimento Máxima Verossimilhança Restrita – REML para DAP e ALT, nos dois experimentos, e para VOL no EXP1. Para VOL no EXP2 foi adotado o procedimento MIVQUE0, pois pelo método REML não houve convergência

para estimar a máxima verossimilhança, logo, não conseguindo estimar os valores genéticos individuais das plantas. Posteriormente a esses modelos foram adicionadas duas covariáveis de competição, sendo estas descritas a seguir:

1. Índice de competição de Hegyi:

Este índice consiste na distância ponderada agregada dos raios de competição pela característica silvicultural das árvores consideradas como competidoras em relação à árvore objeto.

$$IC_i = \sum_{j=1}^n (D_j / D_i) Dist_{ij} \text{ em que:}$$

IC_i = índice de competição da árvore i ;

D_j/D_i = valor da característica silvicultural do competidor j expresso em relação a característica silvicultural da árvore objeto i ;

$Dist_{ij}$ = distância entre o competidor j e a árvore objeto i ;

n = número de árvores competidoras.

No emprego desta equação foram consideradas as oito árvores vizinhas mais próximas (competidoras).

2. Média da auto-competição (MAT):

Média aritmética da característica silvicultural das árvores auto-competidoras, sendo expressa por:

$$MAT = \sum_{j=1}^n j_{au} / n \text{ sendo;}$$

j_{au} = valor da característica silvicultural da árvore auto-competidora;

n = número de árvores auto-competidoras.

O procedimento BLUP ajusta os dados para os efeitos ambientais identificáveis, tais como bloco, e simultaneamente prediz o valor genético. No caso do presente trabalho famílias e também simultaneamente prediz os valores genéticos dos indivíduos ajustando para blocos e famílias (RESENDE, 2002). Assim, os valores genotípicos dos indivíduos são ajustados para blocos e levam em conta o mérito da família.

As famílias foram avaliadas para cada caráter onde foi comparada a classificação das mesmas, com e sem o emprego das covariáveis de competição, para se inferir como a competição influencia a classificação das famílias e como age nos diversos caracteres estudados.

Foi adotada uma intensidade de seleção de 4% por teste em cada característica, sendo a seleção baseada nos valores genéticos das árvores com e sem o emprego das covariáveis de competição, onde foi comparado o desempenho das árvores em cada situação e a influência da competição em cada caráter estudado.

As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do programa computacional SAS (1999) pelo procedimento Proc Mixed method REML e method MIVQUE0, com e sem o emprego das covariáveis, o ajuste por análise de covariância pelo modelo linear misto é feito simultaneamente à predição, sendo necessário assim apenas a adição das covariáveis na rotina de análise.

Os caracteres estudados foram avaliados quanto aos parâmetros genéticos e seus componentes de variância e estatísticas descritivas (média geral (MG), herdabilidade entre (h_f^2) e dentro (h_{df}^2) de famílias e total (h_t^2), média da população selecionada (MPS), diferencial de seleção (DS= MPS – MG), ganho na seleção (GS = DS * h_t^2 e em percentagem em relação a média geral (GS%=((DS* h_t^2)/MG)*100), variância genotípica entre ($\hat{\sigma}_{gf}^2$) e dentro ($\hat{\sigma}_{gdf}^2$) de famílias, erro experimental entre ($\hat{\sigma}_e^2$) e dentro ($\hat{\sigma}_{ed}^2$) de parcelas e tamanho efetivo populacional da população melhorada (N_e) e coincidência de seleção (Coinc)), com e sem o emprego das covariáveis. O erro e o coeficiente de variação dentro de parcelas do EXP1 foram estimados com os dados das testemunhas (clones) gerando um erro puro, sem a presença da variância genotípica. Para o EXP2 a variação genotípica dentro de famílias foi estimada calculando a percentagem de cada componente de variância em relação ao total da variância do EXP1, e esta percentagem foi usada para calcular o erro dentro de parcelas no EXP2 e a variância genotípica dentro de famílias foi estimada subtraindo-se os demais componentes de variância ($\hat{\sigma}_e^2$, $\hat{\sigma}_{gf}^2$ e $\hat{\sigma}_{ed}^2$) do total de variância

observada no EXP2. Assim, no EXP2 o erro dentro de parcelas será da mesma magnitude em relação a variância total do EXP1.

O tamanho efetivo populacional foi estimado baseado no grau de endogamia, em que, $F=1/(2N_e)$, logo, $N_e=1/(2F)$, conforme FALCONER (1987). Assim, baseando neste princípio MORAIS (1992) chegou às seguintes expressões que foram utilizadas neste trabalho:

$$F_{FMI_{iz}} = \frac{1}{2 \sum N_s} [(1 + F_a) + (n_{iz} - 1) r]$$

$$F_{FMI_z}^* = \frac{\sum F_{FMI_z}}{p_z^*}$$

$$N_e = \frac{1}{2F_{FMI_z}^*}$$

em que:

$F_{FMI_{iz}}$ = coeficiente de endogamia estimado para família i , para o caráter z , na seleção usando valores genotípicos estimados pelo modelo linear misto pelo método REML e MIVIQUE0;

N_s = número de plantas selecionadas no experimento;

F_a = coeficiente de endogamia das plantas selecionadas;

n_{iz} = número de plantas selecionadas, para o caráter z , na família i , na seleção usando valores genotípicos estimados pelo modelo linear misto pelo método REML e MIVIQUE0;

r = coeficiente de correlação genotípica intraclasse;

$F_{FMI_z}^*$ = coeficiente de endogamia médio estimado, para o caráter z , na seleção usando valores genotípicos estimados pelo modelo linear misto pelo método REML e MIVIQUE0;

p_z^* = número de famílias selecionadas, para o caráter z , na seleção usando valores genotípicos estimados pelo modelo linear misto pelo método REML e MIVIQUE0; e

N_e = Tamanho efetivo populacional.

Para a aplicação das expressões acima, admitiu-se que:

1. o coeficiente de endogamia das plantas selecionadas (F_a) é zero, uma vez que se trata de uma população F_1 , e para saber o real valor desta variável teríamos que conhecer a genealogia das progênies; e
2. o coeficiente de correlação genotípica intraclasse (r) para famílias de meios-irmãos vale 0,25.

A coincidência de seleção é a percentagem, em relação ao total de árvores selecionadas, dos indivíduos coincidentes nas duas situações estudadas para cada caráter.

Para a obtenção das estimativas de componentes de variância e de herdabilidade assumiu-se as famílias como sendo de meios-irmãos.

Resultados e Discussão

As covariáveis estudadas se mostraram consistentes, pois apresentaram um coeficiente de regressão linear uniforme para todos os caracteres. O IC teve um coeficiente de regressão negativo, ou seja, conforme os vizinhos são maiores menor será a planta objeto; a média da auto-competição também apresentou coeficiente negativo, mas de menor magnitude comparado ao IC. Ambas covariáveis não demonstraram interação com as famílias, demonstrando que uma única inclinação das retas foi suficiente para efetuar correção ou análise de covariável. Porém, para a IC só foi possível a utilização da mesma após a remoção de plantas muito inferiores à média geral dos experimentos.

As covariáveis interferiram na análise de forma semelhante nos caracteres, reduzindo o valor dos componentes de variância de quase todos os caracteres, exceto no EXP1 para altura em que a variabilidade genética dentro de famílias aumentou, e no EXP2 para DAP nas duas variâncias genotípicas e para ALT no erro entre parcelas. De forma geral as herdabilidades aumentaram, a exceção ficou em no EXP2 para o caráter VOL onde houve uma pequena redução, mostrando que as covariáveis interferiram nos

resultados das análises melhorando o controle ambiental numa proporção superior à redução da variabilidade genética (Tabela 1).

Logo, a competição intergenotípica interfere nos experimentos genéticos tanto na amplitude da diferença entre os materiais genéticos quanto nos erros ambientais. Sendo assim, genótipos superiores pela análise usual, desconsiderando o efeito competitivo, podem deixar de sê-los após a inclusão de covariáveis de competição, por serem altamente competitivos e terem se beneficiado da baixa produtividade de seus vizinhos.

Outros autores observaram o mesmo efeito da competição intergenotípica. LEONARDECZ NETO et al. (2003) e LINS (2004) em experimentos de essências florestais também observaram a redução da variabilidade genética e do erro experimental após a aplicação de covariáveis de competição no modelo estatístico. SCARPINATI (2007) notou que experimentos com delineamentos que favorecem a competição intergenotípica tendem a ter uma maior variabilidade genética e erro experimental. Sendo assim, atribui-se a competição o maior grau de interação bloco x tratamento já que em um determinado bloco o genótipo em questão pode ter sido alocado ao lado de plantas pouco competitivas e em outro bloco ao redor de plantas muito competitivas. Este fato pode ocorrer também dentro da parcela, já que as plantas vizinhas são todas “geneticamente diferentes” umas das outras por se tratar de um teste de famílias de polinização aberta.

Quando se compara o ganho genético entre a seleção sem e com o uso de covariáveis de competição, nota-se na maioria dos casos que estes foram menores após aplicar as covariáveis, mostrando desta forma que a amplitude dos materiais diminuiu (Tabela 1). Esta superioridade dos genótipos mais produtivos se deve a baixa competitividade de seus vizinhos. Essa redução nos ganhos era esperada e desejada, pois sabe-se que materiais selecionados não apresentam a mesma média de produtividade quando são transferidos para plantios comerciais. Logo, a adoção de covariáveis de competição na seleção proporciona resultados, possivelmente, mais

Tabela 1. Componentes de variância e parâmetros afins sem e com o uso de covariáveis de competição para os caracteres altura em metros, diâmetro a altura do peito em centímetros (DAP) e volume em m³, em dois experimentos de progênies de polinização aberta de eucalipto.

Comp. de var. E Par. Gen.	CARACTERES						
	EXP1	ALTURA		DAP		VOLUME	
		sem	com	sem	com	sem	com
Uso da cov.							
$\hat{\sigma}_{gf}^2$	4,20	2,10	4,58	1,64	0,0038	0,0020	
$\hat{\sigma}_{gdf}^2$	4,76	6,19	9,01	4,36	0,0043	0,0028	
$\hat{\sigma}_e^2$	3,10	0,98	0,69	0,44	0,0012	0,0008	
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	11,54	3,23	8,24	3,08	0,0084	0,0047	
\hat{h}_f^2	22,28	33,33	33,89	31,75	28,36	26,66	
\hat{h}_{df}^2	24,55	59,53	50,21	55,33	30,69	33,99	
\hat{h}_t^2	37,97	66,34	60,34	63,01	45,76	46,60	
MG	20,10	20,10	14,38	14,38	0,181	0,181	
MPS	24,16	23,43	20,53	17,92	0,354	0,328	
DS	4,06	3,33	6,15	3,54	0,17	0,15	
GS (GS em %)	1,54 (7,66)	2,21 (12,5)	3,71 (25,8)	2,23 (15,5)	0,08 (43,7)	0,07 (37,7)	
CV%	23,62	12,49	19,96	12,19	36,36	27,20	
EXP2							
$\hat{\sigma}_{gf}^2$	1,30	0,69	0,51	0,77	0,00084	0,00031	
$\hat{\sigma}_{gdf}^2$	9,07	5,37	8,98	9,38	0,0081	0,0041	
$\hat{\sigma}_e^2$	0	0,666	1,180	0,532	0	0,00033	
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	9,93	2,34	6,16	5,10	0,0081	0,0040	
\hat{h}_f^2	11,49	18,59	6,47	12,01	9,44	6,83	
\hat{h}_{df}^2	47,77	64,10	55,04	62,49	50,07	48,75	
\hat{h}_t^2	51,09	66,82	56,39	64,31	52,54	50,61	
MG	23,19	23,19	15,44	15,44	0,230	0,230	
MPS	28,79	26,85	22,5	22,31	0,529	0,450	
DS	5,600	3,660	7,060	6,870	0,299	0,220	
GS (GS em %)	2,86 (12,3)	2,45 (10,6)	3,98 (25,8)	4,42 (28,6)	0,16 (69,6)	0,11 (47,8)	
CV%	13,59	6,60	16,07	14,62	39,09	27,34	

$\hat{\sigma}_{gf}^2$ - variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gdf}^2$ - variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ - erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ - erro experimental dentro da parcela; \hat{h}_f^2 - herdabilidade entre famílias; \hat{h}_{df}^2 - herdabilidade dentro de famílias; \hat{h}_t^2 - herdabilidade total; MG - média geral; MPS - média da população selecionada; DS - diferencial de seleção; GS - ganho de seleção; CV% - coeficiente de variação experimental.

próximos da realidade da produção comercial. A queda do diferencial de seleção foi mais expressiva do que do ganho de seleção devido, principalmente, a herdabilidade que na maioria dos casos aumentou.

A competição é um importante fator para favorecer indivíduos mais competitivos. Quando famílias que sofrem um nível de competição baixo, são submetidas a um nível médio de competição, em relação ao experimento, muitas de suas árvores selecionadas anteriormente deixam de ser, dando oportunidade a indivíduos de outras famílias.

Na Tabela 2 estão apresentados os ordenamentos e as médias das 20 melhores famílias de eucalipto nos dois experimentos. Sendo que as melhores famílias são as mesmas havendo uma pequena alteração entre as 20 progênies superiores variando de uma família para VOL no EXP1 e DAP no EXP2 a três para os demais caracteres para ambos experimentos. A maioria das alterações ocorreu na parte inferior da tabela, ou seja, as progênies superiores continuaram sendo as mesmas.

Contudo, houve uma intensa troca de posições entre as 20 melhores famílias. No EXP1 os destaques foram a família 30 que melhorou a sua classificação em todos os caracteres e a família 12 que subiu quatro, seis e duas posições para ALT, DAP e VOL respectivamente. Um exemplo, ainda no EXP1, de família estável é a 46 que manteve a sua classificação quase que inalterada, demonstrando que essa família não teve desempenho modificado pela competição. A mudança nas primeiras colocações se deveu sempre a uma perda de produção proporcionalmente menor do que as outras famílias dando a entender que elas sofreram uma competição maior nas suas diversas parcelas.

No EXP2 a troca de posições foi menos intensa, algumas famílias mantiveram a mesma posição ou quando houve alterações esta foi pequena de uma ou duas posições na maioria dos casos. Estes resultados mostram que no EXP2 as famílias, de uma forma geral sofreram um nível de competição semelhante.

A alteração causada na classificação das famílias nos dois experimentos pelo uso das covariáveis de competição foi diferente entre os caracteres, indicando que a competição age de forma diferenciada nos mesmos. A altura mostrou-se mais afetada pela competição, com mais alterações nas famílias em relação ao DAP e VOL. Porém,

Tabela 2. Ordenamento das 20 melhores famílias de polinização aberta de eucalipto e seus valores genotípicos (entre parênteses) em dois experimentos para os caracteres altura (metros), diâmetro a altura do peito (DAP em cm) e volume (em m³), sem e com o uso de covariáveis de competição.

Caráter	ALTURA (m)		DAP (cm)		VOL (m ³)	
	sem	com	sem	com	Sem	com
Uso de cov.						
Classificação	EXP1 Famílias (Médias)					
1	29 (24,56)	29 (23,14)	29 (19,09)	30 (16,99)	29 (0,319)	30 (0,277)
2	03 (23,99)	02 (22,87)	03 (18,74)	29 (16,94)	03 (0,310)	29 (0,276)
3	02 (23,88)	03 (22,68)	30 (18,43)	03 (16,46)	30 (0,305)	03 (0,270)
4	04 (23,39)	30 (22,56)	04 (18,40)	04 (16,44)	04 (0,303)	04 (0,267)
5	06 (23,25)	46 (22,42)	46 (17,82)	46 (16,44)	46 (0,281)	46 (0,255)
6	46 (23,22)	06 (22,39)	02 (17,52)	05 (16,31)	02 (0,267)	31 (0,246)
7	30 (23,18)	05 (22,28)	05 (17,50)	06 (16,12)	05 (0,264)	05 (0,239)
8	05 (23,07)	04 (22,07)	06 (17,35)	02 (16,03)	06 (0,262)	02 (0,233)
9	09 (22,32)	31 (21,81)	31 (16,71)	31 (15,97)	31 (0,259)	06 (0,231)
10	31 (22,23)	09 (21,72)	01 (16,22)	32 (15,35)	08 (0,232)	07 (0,223)
11	01 (21,97)	32 (21,52)	09 (15,98)	09 (15,25)	01 (0,229)	08 (0,222)
12	32 (21,83)	12 (20,97)	08 (15,94)	12 (15,19)	07 (0,225)	32 (0,216)
13	48 (21,74)	01 (20,71)	32 (15,67)	08 (15,15)	09 (0,225)	09 (0,207)
14	47 (21,48)	08 (20,52)	47 (15,47)	34 (15,01)	32 (0,220)	12 (0,202)
15	07 (21,21)	48 (20,49)	36 (15,46)	36 (14,74)	47 (0,212)	01 (0,195)
16	12 (20,85)	07 (20,39)	07 (15,40)	19 (14,74)	12 (0,200)	47 (0,186)
17	08 (20,72)	11 (20,25)	48 (15,07)	07 (14,67)	36 (0,195)	48 (0,186)
18	11 (20,19)	40 (20,11)	12 (14,93)	35 (14,61)	19 (0,190)	33 (0,184)
19	36 (20,10)	19 (20,06)	19 (14,58)	48 (14,55)	48 (0,184)	34 (0,184)
20	41 (19,78)	28 (20,01)	33 (13,98)	11 (14,43)	33 (0,163)	19 (0,179)
Classificação	EXP2 Famílias (média)					
1	36 (25,53)	36 (24,82)	37 (16,59)	37 (17,09)	37 (0,287)	37 (0,263)
2	42 (25,03)	09 (24,50)	42 (16,43)	42 (16,95)	36 (0,280)	36 (0,259)
3	37 (24,64)	37 (24,18)	36 (16,32)	36 (16,73)	42 (0,278)	09 (0,256)
4	41 (24,52)	42 (24,17)	08 (16,19)	08 (16,62)	09 (0,266)	42 (0,254)
5	35 (24,50)	34 (24,11)	09 (16,15)	09 (16,54)	08 (0,263)	34 (0,253)
6	08 (24,45)	41 (24,10)	43 (16,06)	43 (16,37)	43 (0,259)	8 (0,247)
7	34 (24,44)	35 (24,07)	35 (16,00)	34 (16,23)	35 (0,258)	11 (0,246)
8	43 (24,37)	39 (24,07)	19 (15,97)	19 (16,21)	32 (0,256)	43 (0,242)
9	09 (24,32)	08 (24,07)	34 (15,92)	35 (16,17)	34 (0,254)	32 (0,240)
10	32 (24,17)	40 (23,98)	41 (15,86)	41 (16,08)	19 (0,252)	35 (0,240)
11	19 (23,83)	38 (23,94)	14 (15,85)	39 (15,95)	14 (0,249)	14 (0,239)
12	14 (23,80)	32 (23,93)	44 (15,77)	14 (15,89)	41 (0,248)	04 (0,238)
13	38 (23,68)	43 (23,85)	27 (15,75)	44 (15,81)	20 (0,240)	20 (0,238)
14	15 (23,65)	33 (23,64)	39 (15,72)	27 (15,74)	44 (0,239)	21 (0,238)
15	39 (23,62)	14 (23,61)	04 (15,60)	20 (15,65)	15 (0,238)	27 (0,236)
16	33 (23,57)	11 (23,49)	28 (15,58)	15 (15,65)	27 (0,237)	19 (0,236)
17	20 (23,52)	28 (23,39)	20 (15,57)	28 (15,63)	39 (0,235)	44 (0,235)
18	40 (23,38)	04 (23,33)	15 (15,56)	40 (15,63)	04 (0,234)	23 (0,232)
19	28 (23,28)	18 (23,30)	12 (15,48)	12 (15,62)	28 (0,233)	41 (0,232)
20	04 (23,14)	05 (23,25)	30 (15,42)	04 (15,53)	21 (0,229)	40 (0,231)

esta intensa alteração de posições pode se dever às pequenas diferenças entre as progênes para o caráter altura, então qualquer pequena mudança em produtividade tem maiores chances de alterar o ordenamento.

Com a exceção do DAP no EXP2, todos os demais caracteres sofreram reduções em suas médias com o uso de covariáveis de competição, sendo essas quedas mais expressivas em DAP e VOL no EXP1, e VOL no EXP2, de forma que as famílias mais produtivas se beneficiam de um nível competitivo mais baixo ou até mesmo ausência de competição, quando há falhas nas parcelas adjacentes.

O N_e da população selecionada teve um aumento expressivo para os três caracteres no EXP1 e em ALT no EXP2; para DAP no EXP2 houve uma leve queda e em VOL se manteve inalterado. Este fato é de suma importância para o melhoramento, pois o tamanho efetivo da população base é fator limitante em gerações avançadas. No EXP2, como a variabilidade genética dentro de famílias foi muito superior à variabilidade entre famílias, favoreceu a seleção de árvores de progênes diferentes, desta forma, obteve-se um N_e alto, mesmo sem o uso de covariáveis de competição, dificultando um incremento expressivo no N_e pela adoção dessas (Tabelas 3 e 4).

No EXP1 (Tabela 3) as famílias com maior número de representantes na seleção sem o uso das covariáveis de competição sofreram perdas para todos os caracteres. Este efeito foi mais expressivo para altura, já que haviam sido selecionadas árvores de apenas cinco famílias, de forma que a seleção, sem o uso das covariáveis de competição, favoreceu a seleção das famílias mais altas.

Quando se defronta os números de indivíduos selecionados por família com a coincidência de seleção (Tabela 3), nota-se que essa foi alta para volume mostrando que as árvores selecionadas de uma família foram praticamente as mesmas pelos dois métodos. Os indivíduos que foram selecionados após a inclusão das covariáveis de competição na análise e não foram selecionadas anteriormente são principalmente de famílias que não estavam representadas na seleção anterior. Já para DAP essa troca foi mais intensa reduzindo o valor da coincidência.

Tabela 3. Número de plantas selecionadas por famílias de polinização aberta de eucalipto no EXP1, número efetivo (N_e) e Coincidência (Coinc.) de árvores selecionadas sem e com o emprego de covariáveis para os caracteres altura, diâmetro a altura do peito (DAP) e volume de madeira.

Caráter	ALTURA		DAP		VOLUME	
	Uso da covariável		Uso da covariável		Uso da covariável	
Família	sem	com	sem	com	sem	Com
1	-	-	2	-	1	1
2	25	15	2	4	2	2
3	32	9	16	9	19	16
4	7	4	15	7	19	11
5	-	7	6	8	5	6
6	-	5	6	7	5	5
7	-	-	5	3	5	5
8	-	1	4	4	3	4
9	-	4	1	1	1	1
11	-	1	-	-	-	-
12	-	1	3	4	2	3
18	-	-	-	1	-	-
19	-	-	1	3	-	1
23	-	-	-	2	-	2
24	-	-	-	1	-	-
27	-	1	-	-	-	-
28	-	-	-	1	-	-
29	52	17	18	13	23	18
30	2	21	17	14	19	17
31	-	8	5	11	4	7
32	-	6	-	5	-	1
33	-	-	-	1	-	2
34	-	1	-	1	-	1
35	-	-	-	1	-	-
38	-	1	-	1	-	-
39	-	-	1	1	-	1
40	-	-	-	2	-	-
41	-	-	1	2	-	2
45	-	-	-	2	-	-
46	-	12	13	6	10	10
47	-	-	1	-	-	1
48	-	4	1	3	-	1
N_e	17,74	49,40	51,25	63,09	41,30	58,05
Coinc.	35,6		65,3		83,9	

Tabela 4. Número de plantas selecionadas por famílias de polinização aberta de eucalipto no EXP2, número efetivo (N_e) e Coincidência (Coinc.) de árvores selecionadas sem e com o emprego de covariáveis para os caracteres altura, diâmetro a altura do peito (DAP) e volume de madeira.

Caráter	ALTURA (m)		DAP (cm)		VOLUME (m ³)	
	Uso da covariável		Uso da covariável		Uso da covariável	
	sem	com	sem	com	sem	Com
1	3	1	2	1	1	2
2	6	6	4	4	4	3
3	2	2	3	3	2	3
4	3	2	4	5	6	6
5	2	2	4	4	4	4
6	5	3	3	4	2	2
7	2	3	1	1	-	-
8	-	-	2	2	2	2
9	1	1	2	2	2	2
10	-	1	2	2	1	1
11	5	6	3	3	3	4
12	2	4	1	4	1	2
13	2	1	1	-	-	-
14	-	-	1	1	-	-
15	1	1	5	3	5	4
16	2	1	1	1	1	2
17	7	4	3	3	3	3
18	6	2	2	2	2	1
19	-	3	3	2	3	2
20	3	2	6	6	5	6
21	4	4	3	2	4	5
22	9	5	4	3	4	1
23	8	6	3	3	5	3
24	3	3	1	-	-	-
25	-	2	1	2	1	1
26	1	-	1	1	1	1
27	1	3	3	3	2	2
28	3	4	3	3	3	3
29	-	4	1	1	1	1
30	6	5	4	4	5	4
31	8	5	5	6	5	5
32	-	-	2	3	1	1
33	-	1	-	-	-	-
34	-	-	1	1	2	1
35	-	2	2	2	3	3
36	1	1	3	4	4	5
37	-	1	2	2	2	2
38	4	3	4	4	4	5
39	1	1	1	-	1	2
40	3	4	2	2	1	1
41	-	-	-	-	1	1
42	-	-	3	2	3	4
43	-	4	1	1	2	2
44	2	3	3	4	4	4
N_e	64,90	72,29	76,76	74,15	74,15	74,15
Coinc.	54,91		86,79		89,62	

No EXP2 (Tabela 4) tanto o número de famílias selecionadas quanto a representatividade de cada família foram pouco alteradas, sofrendo alterações mais significativas para altura. As alterações nas populações selecionadas, quanto de posições no ordenamento de famílias e árvores mostra que a competição intergenotípica é um importante fator de variação, podendo favorecer ou não o genótipo ou famílias e quando se aplica ao modelo matemático covariáveis para corrigir este viés as distorções parecem ser atenuadas.

Diversos autores relataram a interferência da competição intergenotípica nas estimativas dos componentes de variância, e que quando aplicadas covariáveis de correção desse efeito pode-se diminuir esta influência em menor ou maior grau dependendo da cultura e da metodologia adotada. CARGNELUTTI FILHO et al. (2003) obtiveram uma significativa redução da variação ambiental e uma melhora na discriminação de cultivares em ensaios de milho. Já DUARTE & VENCOVSKY (2005) mencionam que a análise espacial levou a um diferente ordenamento das linhagens em relação à análise não espacial e, finalmente, a uma seleção menos influenciada por efeitos da variação local. COSTA et al. (2005) relatam que a adoção de covariáveis, médias móveis e papadakis, em geral melhoraram o modelo original adotado para seleção de cultivares de feijão.

Em plantas perenes os mesmos efeitos foram detectados por alguns autores. LINS (2004), em essências florestais nativas, detectou reduções nas estimativas dos erros e mudanças no ordenamento; LEONARDECZ NETO et al. (2003) relataram o mesmo efeito em diversos graus em essências florestais nativas e exóticas para testes de progênes e procedências. SCARPINATI (2007) relatou o aumento da competição e pequenas trocas no ordenamento de clones de eucalipto conforme foi usado delineamentos que favorecem a competição.

Conclusões

1. A competição intergenotípica é um importante fator de variação ambiental, interferindo nos resultados da seleção.
2. A adoção de covariáveis de competição reduz de forma generalizada as estimativas dos componentes de variância, e influenciam nos ganhos genéticos para os caracteres estudados.
3. A competição intergenotípica causa um viés na seleção em progênies de polinização aberta de eucalipto, podendo acarretar na escolha incorreta de materiais superiores e a adoção de covariáveis nos modelos diminui esta influência.

CAPÍTULO 4 - SELEÇÃO PRECOCE EM FAMÍLIAS DE POLINIZAÇÃO ABERTA DE EUCALIPTO COM AUXÍLIO DE COVARIÁVEIS DE COMPETIÇÃO.

RESUMO - Neste trabalho objetivou-se identificar a influência da competição em três diferentes idades de seleção em dois testes de progênies de polinização aberta de eucalipto e suas relações com a eficiência da seleção precoce. Os dois testes foram avaliados para o caráter volume em três idades, sob delineamento de blocos casualizados. Os resultados foram obtidos pelos componentes de variância, parâmetros genéticos, ganhos com a seleção, número efetivo, eficiência da seleção precoce, ganho de seleção por unidade de tempo e coincidência de seleção sem e com o uso de covariáveis nas três idades avaliadas e coincidência de seleção entre as idades avaliadas. A competição não influencia os testes em idades inferiores a 3 anos, sendo a correção por covariáveis de competição não recomendada. A seleção precoce para famílias é eficiente, mas famílias de hábito de crescimento tardio são prejudicadas, podendo ficar fora da seleção. Essas famílias também são mais vulneráveis à competição, prejudicando a sua classificação ao final do ciclo de forma mais pronunciada. A seleção precoce mostrou-se eficiente em todos os critérios adotados, sendo a idade em torno de 3 anos a mais recomendada pela alta eficiência e índice de acerto na indicação de árvores e famílias. A adição de covariáveis de competição ao final do ciclo melhorou a eficiência da seleção precoce para quase todos os critérios estudados.

Palavras-Chaves: competição intergenotípica, *Eucalyptus* spp., métodos de seleção testes de progênies.

Introdução

Em essências florestais a melhor idade de seleção é ao final do ciclo, ou seja, na idade de corte comercial, para que, assim, possa-se escolher com maior segurança os genótipos mais produtivos e adaptados ao local de plantio. Porém, este ciclo para espécies florestais é longo e oneroso, com altos custos de manutenção e avaliação e pequenos ganhos por unidade de tempo comparado a outras culturas.

A aplicação da seleção precoce é de grande interesse, já que ela maximiza os resultados da seleção por unidade de tempo e reduz custos de avaliação e manutenção de testes genéticos. Muitos são os métodos de avaliação da viabilidade e eficiência da seleção precoce. PALUDZYSZYN FILHO et al. (2002) avaliaram três formas de testar a seleção precoce em *Pinus taeda*, apesar do método seqüencial ter proporcionado o melhores ganhos genéticos por unidade tempo, o método de seleção indireta se destacou pela facilidade de cálculo e apresentou uma eficiência de 93% para diâmetro a altura do peito. NEBGEN & LOWE (1984), GWAZE et al. (1997), OSÓRIO et al. (2003), ZAS et al. (2004), DEAN & STONECYPHER (2006), LEKSONO et al. (2006) e WENG et al. (2007) utilizaram o mesmo método para avaliar a eficiência da seleção precoce em diversas espécies florestais.

Muitos autores têm citado que ocorre interação genótipo x idades (REZENDE et al., 1994; PEREIRA et al., 1997; TOLFO, 2003), mas a grande maioria desta interação é de natureza simples, porém, é de grande interesse detectar a causa desta interação e minimizá-la ou até anulá-la, já que alguma parte desta interação é complexa, penalizando genótipos que poderiam ser superiores. Acredita-se que parte da influência ambiental em testes genéticos é devido a competição intergenotípica como estudado por alguns autores (LEONARDECZ NETO et al., 2003; LINS, 2004) na idade adulta, porém como esta competição influencia nas idades juvenis e quando ela começa a se manifestar não é conhecido, pode ser a causa da interação idades x genótipos.

Alguns métodos de estimação da competição e separação deste componente da variância genotípica, fazendo com que o potencial competitivo da árvore seja mensurado e não considerado na seleção, têm sido estudados (LEONARDECZ NETO

et al., 2003; LINS, 2004; SCARPINATI, 2007), mas a influência deste efeito sobre a eficiência da seleção precoce não é conhecida. O aumento da competição ao longo da idade do teste pode influenciar o aumento das variâncias assim como da herdabilidade (WENG et al., 2007).

Desta forma é de suma importância para estudos de seleção precoce saber se a competição intergenotípica influencia na sua eficiência, aplicando modelos estatísticos que corrijam o viés causado na idade adulta e suas correlações com as idades juvenis. E, para identificar a idade em que a competição começa influenciar nos testes genéticos, aplicar os modelos matemáticos que corrijam a competição em idades juvenis.

Logo, o objetivo deste trabalho foi identificar a influência da competição intergenotípica em três diferentes idades de seleção em dois testes de progênies de polinização aberta de eucalipto e suas relações com a eficiência da seleção precoce.

Material e Métodos

Os testes de progênies, pertencentes à Votorantim Celulose e Papel S.A., foram instalados no município de Guataporã, SP, a 21°29'0,73" de latitude sul e 47°58'59,84" de longitude oeste. O experimento 1 (EXP1) foi implantado no ano de 1996 e o experimento 2 (EXP2) em 1999. Foi avaliado o crescimento em altura (ALT) e circunferência à altura do peito (CAP) aos dois, quatro e sete anos de idade para o EXP1 e aos três, cinco (idades juvenis) e sete (adulta) anos de idade para o EXP2. Destas medições foi determinado o volume comercial com casca aplicando-se o fator de forma utilizado pela empresa. Para simulação de ganhos com seleção, a idade de sete anos, nos dois testes de progênies, foi considerada adulta (idade de rotação) e as demais como idades juvenis.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com seis repetições em ambos experimentos, sendo o EXP1 composto por quatro testemunhas (clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) e 49 tratamentos (famílias de polinização

aberta de *Eucalyptus grandis*) e o EXP2 por 44 tratamentos (famílias de polinização aberta de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*). As parcelas obedeceram a uma disposição linear, contendo 10 plantas, totalizando 3.180 plantas no EXP1 e 2.640 no EXP2, no espaçamento de 3,0 x 2,5 m, formando assim um teste de progênes de eucalipto de 2,385 ha no EXP1 e outro de 1,98 ha no EXP2.

A avaliação das progênes foi feita com base nos dados de plantas sobreviventes dos experimentos nas três idades. O desempenho, valor genético de cada família e planta, para o caráter estudado foi determinado pelo modelo linear misto pelo procedimento Máxima Verossimilhança Restrita – REML nas três idades para EXP1 e para as idades juvenis para EXP2. Para a idade de sete anos, no EXP2, foi adotado o procedimento MIVQUE0, pois pelo método REML não houve convergência para estimar a máxima verossimilhança, não conseguindo estimar os valores genéticos individuais das plantas. Posteriormente a esses modelos foram adicionadas duas covariáveis de competição para todas as idades de seleção, sendo estas descritas a seguir.

1. Índice de competição de Hegyi.

Este índice consiste na distância ponderada agregada dos raios de competição pela característica silvicultural das árvores consideradas como competidoras em relação à árvore objeto.

$$IC_i = \sum_{j=1}^n (D_j / D_i) Dist_{ij} \text{ em que:}$$

IC_i = índice de competição da árvore i ;

D_j/D_i = valor do caráter volume de madeira do competidor j expresso em relação ao volume da árvore objeto i ;

$Dist_{ij}$ = Distância entre o competidor j e a árvore objeto i ;

n = número de árvores competidoras.

No emprego desta equação foram consideradas as oito árvores vizinhas mais próximas (competidoras).

2. Média da auto-competição(MAT):

Média aritmética da característica silvicultural das árvores auto-competidoras.

Sendo expressa por:

$$MAT = \sum_{j=1}^n j_{au} / n$$

sendo;

j_{au} = valor da característica silvicultural da árvore auto-competidora;

n = número de árvores auto-competidoras.

Antes de se proceder à análise de covariância foi testado o coeficiente de regressão linear, sendo este significativo para ambos experimentos e a interação de covariável x famílias foi não significativa, mostrando ser possível o uso destas covariáveis para análise. Porém, para a covariável Índice de Hegyi foi necessário a eliminação das árvores que apresentaram desempenho inferior a 10 vezes a média.

O procedimento BLUP ajusta os dados para os efeitos ambientais identificáveis, tais como bloco, e simultaneamente prediz o valor genético. No caso do presente trabalho famílias e também simultaneamente prediz os valores genéticos dos indivíduos ajustando para blocos e famílias (RESENDE, 2002). Assim, os valores genotípicos dos indivíduos são ajustados para blocos e levam em conta o mérito da família.

As famílias foram avaliadas comparando-se a classificação das mesmas com e sem o emprego das covariáveis de competição nas três idades, de forma a se poder inferir sobre como a competição influencia a classificação das famílias e como age nas diferentes idades de seleção.

Foi adotada uma intensidade de seleção de 4% por teste em cada idade, sendo a seleção com base nos valores genéticos das árvores com e sem o emprego das covariáveis de competição. Foi comparado o desempenho das árvores em cada situação e a influência da competição em cada idade estudada, e como o emprego das covariáveis influencia na eficiência da seleção precoce nas idades adotadas.

As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do programa computacional SAS (1999) pelo procedimento Proc Mixed method REML e method MIVQUE0, com e sem o emprego das covariáveis. O ajuste por análise de covariância pelo modelo linear

misto é feito simultaneamente à predição sendo necessário assim apenas a adição das covariáveis na rotina de análise.

O caráter estudado foi avaliado nas três idades quanto aos parâmetros genéticos e seus componentes de variância e estatísticas descritivas (média geral (MG); herdabilidade (h_i^2); média da população selecionada (MPS); ganho na seleção (GS = (MPS-MG) * h_i^2 e em percentagem em relação a média geral GS% = (((MPS-MG) * h_i^2) / MG) * 100; variância genotípica entre ($\hat{\sigma}_{gf}^2$) e dentro ($\hat{\sigma}_{gdf}^2$) de famílias; erro experimental entre ($\hat{\sigma}_e^2$) e dentro ($\hat{\sigma}_{ed}^2$) de parcelas; tamanho efetivo populacional da população melhorada (N_e) e coincidência de seleção (Coinc.1)) com e sem o emprego das covariáveis.

O tamanho efetivo populacional foi estimado baseado no grau de endogamia, em que, $F=1/(2N_e)$, logo, $N_e=1/(2F)$, conforme FALCONER (1987). Assim, baseado neste princípio MORAIS (1992) chegou as seguintes expressões que foram utilizadas neste trabalho:

$$F_{FMI_{iz}} = \frac{1}{2 \sum N_s} [(1 + F_a) + (n_{iz} - 1) r]$$

$$F_{FMI_z}^* = \frac{\sum F_{FMI_z}}{p_z^*}$$

$$N_e = \frac{1}{2F_{FMI_z}^*}$$

em que

$F_{FMI_{iz}}$ = coeficiente de endogamia estimado para família i , para caráter z , na seleção;

N_s = número de plantas selecionadas no experimento;

F_a = coeficiente de endogamia das plantas selecionadas;

n_{iz} = número de plantas selecionadas, para o caráter z , na família i , na seleção;

r = coeficiente de correlação genotípica intraclasse;

$F_{FMI_z}^*$ = coeficiente de endogamia médio estimado, para caráter z na seleção;

p_z^* = número de famílias selecionadas, para caráter z, na seleção e

N_e = Tamanho efetivo populacional.

Para a aplicação das expressões acima, admitiu-se que:

1. o coeficiente de endogamia das plantas selecionadas (F_a) é zero, uma vez que se trata de uma população F_1 , e para saber o real valor desta variável teríamos que conhecer a genealogia das progênies; e
2. o coeficiente de correlação genotípica intraclasse (r) para famílias de meios-irmãos vale 0,25.

A Coinc. 1 de seleção é a percentagem, em relação ao total de árvores selecionadas, dos indivíduos coincidentes na seleção das duas situações estudadas (sem e com o uso de covariáveis) para cada idade nos dois experimentos.

Foram determinados também, nas duas idades juvenis, para ambos experimentos, a coincidência de seleção entre a idade juvenil com e sem o emprego das covariáveis e a idade adulta com e sem o emprego das covariáveis de competição (Coinc.2), fornecendo quatro comparações por idade juvenil adotada. Esta foi calculada com o uso do mesmo princípio adotado em Coinc1. mudando apenas as situações de seleção. Ainda, nas idades juvenis foram determinadas a eficiência da seleção precoce que foi calculada com base nas árvores selecionadas na idade juvenil e seus valores genotípicos na idade adulta, gerando um novo ganho de seleção que foi comparado ao ganho alcançado na idade adulta em forma de percentagem, sendo o ganho da idade adulta considerado 100%. Esse parâmetro foi comparado nas mesmas situações de Coinc.2. Em todas idades foi calculado a ganho por unidade de tempo, onde o ganho gerado pela seleção em relação ao tempo de rotação foi dividido pelos anos.

O erro e o coeficiente de variação dentro de parcelas do EXP1 foram estimados com os dados das testemunhas (clones) gerando um erro puro, sem a presença da variância genotípica. Para o EXP2 a variação genotípica dentro de famílias foi estimada calculando a percentagem de cada componente de variância em relação ao total da variância do EXP1, e esta percentagem foi usada para calcular o erro dentro de

parcelas no EXP2 e a variância genotípica dentro de famílias foi estimada subtraindo-se os demais componentes de variância ($\hat{\sigma}_e^2$, $\hat{\sigma}_{gf}^2$ e $\hat{\sigma}_{ed}^2$) do total de variância observada no EXP2. Assim, no EXP2, o erro dentro de parcelas será da mesma magnitude em relação a variância total do EXP1.

Para a obtenção das estimativas de componentes de variância e de herdabilidade assumiu-se as famílias como sendo de meios-irmãos.

Resultados e Discussão

Os coeficientes de variação (CV, Tabela 1) variaram de 18,89% a 40,05% no EXP1 e de 19,18% a 44,49% no EXP2, com aumento expressivo, nos dois experimentos, entre as duas primeiras idades de avaliação, e com uma ligeira redução na idade de sete anos. Esta resposta era esperada já que com a permanência das árvores no campo muitas variações ambientais não controláveis vão incidindo sobre elas. O CV aos dois anos de idade no EXP1 foi o menor e pouco foi influenciado pela adição de covariáveis de competição, variando de 22,83 para 18,89%, mostrando que a competição teve pouca influência sobre a variação ambiental aos dois anos de idade. Contudo, aos três anos para o EXP2 e nas demais situações nos dois experimentos houve uma grande influência das covariáveis de competição. Estes resultados demonstram que a competição intergenotípica começa a interferir no resultado experimental já em idades jovens. BOUVET et al. (2003) observaram em seu trabalho que a variação ambiental aumentou com a idade, sendo este aumento consideravelmente maior numa primeira fase de crescimento tendendo a se estabilizar nas idades mais avançadas.

Comportamento semelhante ocorreu com os componentes de variância, sendo que o uso de covariável quase não interferiu nesses parâmetros aos 2 anos no EXP1 e num grau menor aos 3 anos do EXP2 do que nas demais idades deste experimento. Esses resultados confirmam que a competição interfere de maneira significativa nos testes genéticos mesmo em idade jovens. Porém, esses resultados não podem ser

Tabela 1. Componentes de variância e parâmetros afins com (sim) e sem (não) o uso de covariáveis de competição para o caráter volume de madeira (m³) de dois experimentos de testes de progênies de polinização aberta de eucalipto em três idades.

Idade (anos)	EXP1					
	2		4		7	
	sem	com	sem	com	sem	com
Uso da cov.						
$\hat{\sigma}_{gf}^2$	0,00004	0,00003	0,0009	0,0006	0,0038	0,0020
$\hat{\sigma}_{gdf}^2$	0,00007	0,00006	0,0010	0,001124	0,0043	0,0028
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00003	0	0,0002	0,0002	0,0012	0,0008
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,00004	0,00003	0,0018	0,0011	0,0084	0,0047
\hat{h}_T^2	0,63	0,76	0,49	0,58	0,46	0,47
MG	0,027		0,105		0,181	
MPS	0,050	0,049	0,191	0,190	0,354	0,328
GS (%)	0,014(53,7)	0,017(62,1)	0,042(40,3)	0,050(47,2)	0,08(43,7)	0,07(37,7)
CV%	22,83	18,89	40,05	31,54	36,36	27,20
ES P	85,1 / 81,2	83,2 / 80,4	97,5 / 91,3	93,1 / 94,0	-	-
GSUT	0,03 / 0,03	0,03 / 0,02	0,019 / 0,016	0,018 / 0,016	0,011	0,010
Idade (anos)	EXP2					
	3		5		7	
	não	sim	não	sim	não	Sim
Uso da cov.						
$\hat{\sigma}_{gf}^2$	0,00007	0,00004	0,0005	0,0002	0,00084	0,00031
$\hat{\sigma}_{gdf}^2$	0,00074	0,00048	0,0029	0,0020	0,0081	0,0041
$\hat{\sigma}_e^2$	0	0,00003	0	0,00022	0	0,00033
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,00097	0,00038	0,0081	0,0029	0,0081	0,0040
\hat{h}_T^2	0,45	0,56	0,30	0,41	0,53	0,51
MG	0,101		0,202		0,230	
MPS	0,185	0,161	0,426	0,357	0,529	0,450
GS (%)	0,038 (37,8)	0,034 (33,5)	0,067 (32,9)	0,064 (31,5)	0,16 (69,6)	0,11 (47,83)
CV%	30,79	19,18	44,49	26,45	39,09	27,34
ESP	87,7 / 88,7	88,4 / 86,9	97,4 / 98,5	96,2 / 98,8	-	-
GSUT	0,05 / 0,03	0,05 / 0,03	0,03 / 0,02	0,03 / 0,02	0,023	0,016

$\hat{\sigma}_{gf}^2$ - variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gdf}^2$ - variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ - erro experimental

entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ - erro experimental dentro da parcela; \hat{h}_T^2 - herdabilidade total; MG média geral; MPS - média da população selecionada; GS - ganho de seleção; CV% - coeficiente de variação experimental; ESP - Eficiência da seleção precoce em relação a idade "adulta" sem e com o emprego de covariáveis de competição; GSUT – ganho de seleção por unidade de tempo (ano) em relação ao ganho da idade adulta sem e com o uso de covariáveis de competição.

extrapolados para outros testes genéticos, pois o nível competitivo dos materiais, assim como graus de competição gerados pelo espaçamento de plantio e fertilidade do solo exercem grande influência sobre como e quando a competição irá se manifestar.

Espera-se que espaçamentos maiores posterguem a competição entre os indivíduos e vice-versa, assim como outros fatores que beneficiam ou prejudicam o rápido crescimento das árvores. BOUVET et al. (2003) verificaram o aumento da competição entre famílias e clones de eucalipto com o aumento da idade e que este efeito foi mais rápido e pronunciado em espaçamentos menores.

De maneira geral o uso das covariáveis fizeram com que o ganho com a seleção fosse menor em todas idades, exceto para as idades juvenis no EXP1. Mas como no EXP1 foi constatado que não houve um nível de competição considerável aos dois anos de idade, pode-se afirmar que estas estimativas estão incorretas, gerando um viés, já que as covariáveis alinham-se a um fator que não existe, fazendo uma falsa correção. SCARPINATI (2007) notou o mesmo efeito para covariáveis de competição em testes clonais de eucalipto aos 3 anos de idade, sendo que duas das covariáveis testadas não interferiram na análise e a que interferiu prejudicou os resultados. Sendo assim, esse aumento no GS deve ser desconsiderado.

Aos quatro anos de idade no EXP1 o aumento no GS com o uso das covariáveis de competição ocorreu, principalmente, devido a $\hat{\sigma}_{gdf}^2$ ter apresentado um leve aumento em detrimento da queda nos demais parâmetros, acarretando desta forma maior herdabilidade sem prejudicar a média dos indivíduos selecionados (MPS). Este fato pode estar aliado a forma que a competição se manifestou nesta idade no EXP1, podendo ter causado maior interferência nas árvores da mesma parcela dos clones (testemunhas), mas não nas árvores das progênies por terem ritmos de crescimentos diferentes. BOUVET et al. (2003) notaram que o aumento da variação ambiental foi mais fortemente notado em testes clonais do que de progênies, com o passar dos anos do teste e com o estreitamento do espaçamento. Este mesmo fato não ocorreu no EXP2, pois este experimento apresentou um ritmo de crescimento superior ao EXP1 fazendo com que a competição se manifestasse de forma mais pronunciada em idades

inferiores. Porém, para σ_{gf}^2 do EXP1 houve uma leve queda, demonstrando que a competição intergenotípica interfere na magnitude de diferenças entre as famílias já nesta idade.

O efeito da competição sobre a classificação das famílias ao longo do tempo, pode ser observado na Tabela 2, notando-se que a classificação dentro de cada idade não foi muito alterada com o uso de covariáveis de competição, mas quando compara-se a classificação das mesmas famílias ao longo dos anos observa-se que famílias que apresentam um ritmo de crescimento tardio são prejudicadas pela competição e na seleção precoce. Como exemplo pode-se citar a família 30, 31 e 34 no EXP1, e famílias 34, 04 e 21 e, em menor grau, a 09 no EXP2: estas famílias apresentaram um bom desempenho ao final do ciclo, principalmente, após o uso das covariáveis demonstrando que famílias de hábito de crescimento tardio não apresentam seu real potencial no final do ciclo, por sofrerem uma maior supressão de seus vizinhos que apresentam hábitos de crescimento diferentes. As mesmas famílias também são altamente prejudicadas no início do ciclo, pois ainda não apresentaram seu real potencial de crescimento.

No EXP1, aos quatro e sete anos de idade, houve aumento expressivo no N_e (Tabela 3) após a adição das covariáveis de competição, mostrando pouca variação no N_e aos dois anos de idade. Com o uso dessas covariáveis, selecionou-se árvores de famílias que antes não haviam sido selecionadas numa mesma idade, mas que tinham sido selecionadas aos dois anos, demonstrando que a competição prejudica árvores boas de famílias medianas, dificultando a sua seleção. Ou ainda, o efeito competitivo das famílias beneficia as árvores medianas de famílias boas fazendo com que estas sejam selecionadas e após a correção do efeito da competição deixem de ser. Esse mesmo efeito não foi observado no EXP2 (Tabela 4) devido a sua baixa variabilidade genética entre famílias, não apresentando famílias com alta incidência de seleção.

Assim, este efeito parece estar mais aliado a competição entre famílias do que entre indivíduos. BOUVET et al. (2003) comentaram que a competição parece ter natureza e efeitos diferentes entre e dentro de famílias. O aumento do N_e aos quatro e sete anos no EXP1 e a manutenção no EXP2 é um resultado de grande interesse para

Tabela 2. Classificação de famílias de polinização aberta de eucalipto e seus valores genotípicos em dois experimentos para três idades de seleção para o caráter volume de madeira (m³) com e sem o uso de covariáveis de competição.

Idade (anos)	2		4		7	
Uso de cov.	sem	com	sem	com	sem	com
EXP1						
Famílias (média)						
Classificação						
1	29 (0,042)	29 (0,040)	04 (0,177)	04 (0,164)	29 (0,319)	30 (0,277)
2	04 (0,042)	04 (0,039)	29 (0,175)	29 (0,160)	03 (0,310)	29 (0,276)
3	03 (0,039)	48 (0,038)	03 (0,167)	03 (0,157)	30 (0,305)	03 (0,270)
4	46 (0,039)	46 (0,037)	30 (0,162)	46 (0,153)	04 (0,303)	04 (0,267)
5	02 (0,039)	02 (0,037)	46 (0,157)	30 (0,151)	46 (0,281)	46 (0,255)
6	30 (0,038)	03 (0,036)	02 (0,150)	02 (0,139)	02 (0,267)	31 (0,246)
7	47 (0,035)	30 (0,035)	05 (0,147)	05 (0,137)	05 (0,264)	05 (0,239)
8	06 (0,033)	47 (0,032)	06 (0,142)	06 (0,133)	06 (0,262)	02 (0,233)
9	05 (0,031)	06 (0,032)	31 (0,133)	31 (0,130)	31 (0,259)	06 (0,231)
10	12 (0,031)	31 (0,031)	47 (0,129)	08 (0,120)	08 (0,232)	07 (0,223)
11	31 (0,031)	12 (0,031)	09 (0,125)	47 (0,120)	01 (0,229)	08 (0,222)
12	08 (0,030)	05 (0,030)	01 (0,122)	09 (0,119)	07 (0,225)	32 (0,216)
13	09 (0,029)	08 (0,029)	08 (0,122)	07 (0,116)	09 (0,225)	09 (0,207)
14	32 (0,029)	32 (0,029)	32 (0,118)	12 (0,115)	32 (0,220)	12 (0,202)
15	48 (0,029)	09 (0,029)	12 (0,117)	32 (0,114)	47 (0,212)	01 (0,195)
16	01 (0,028)	28 (0,028)	07 (0,115)	01 (0,114)	12 (0,200)	47 (0,186)
17	36 (0,028)	19 (0,027)	19 (0,115)	48 (0,114)	36 (0,195)	48 (0,186)
18	19 (0,028)	36 (0,027)	36 (0,114)	23 (0,112)	19 (0,190)	33 (0,184)
19	28 (0,027)	01 (0,027)	48 (0,112)	19 (0,111)	48 (0,184)	34 (0,184)
20	33 (0,027)	07 (0,027)	10 (0,099)	36 (0,109)	33 (0,163)	19 (0,179)
EXP2						
Famílias (média)						
Idade (anos)	3		5		7	
1	42 (0,113)	42 (0,110)	42 (0,242)	37 (0,222)	37 (0,287)	37 (0,263)
2	36 (0,111)	34 (0,109)	36 (0,241)	36 (0,222)	36 (0,280)	36 (0,259)
3	37 (0,110)	36 (0,109)	37 (0,237)	42 (0,221)	42 (0,278)	09 (0,256)
4	43 (0,107)	37 (0,107)	08 (0,227)	08 (0,217)	09 (0,266)	42 (0,254)
5	09 (0,106)	08 (0,104)	09 (0,225)	09 (0,216)	08 (0,263)	34 (0,253)
6	35 (0,105)	27 (0,104)	43 (0,225)	34 (0,215)	43 (0,259)	08 (0,247)
7	08 (0,105)	09 (0,104)	34 (0,222)	11 (0,210)	35 (0,258)	11 (0,246)
8	27 (0,104)	43 (0,104)	35 (0,219)	43 (0,209)	32 (0,256)	43 (0,242)
9	34 (0,103)	35 (0,103)	19 (0,214)	14 (0,208)	34 (0,254)	32 (0,240)
10	23 (0,102)	39 (0,101)	32 (0,213)	32 (0,206)	19 (0,252)	35 (0,240)
11	39 (0,102)	41 (0,100)	14 (0,213)	27 (0,203)	14 (0,249)	14 (0,239)
12	41 (0,100)	23 (0,100)	41 (0,211)	20 (0,203)	41 (0,248)	04 (0,238)
13	32 (0,100)	20 (0,099)	27 (0,208)	35 (0,202)	20 (0,240)	20 (0,238)
14	20 (0,100)	14 (0,099)	20 (0,204)	04 (0,202)	44 (0,239)	21 (0,238)
15	15 (0,100)	32 (0,099)	44 (0,204)	19 (0,201)	15 (0,238)	27 (0,236)
16	14 (0,100)	11 (0,098)	15 (0,203)	44 (0,200)	27 (0,237)	19 (0,236)
17	28 (0,099)	04 (0,098)	39 (0,200)	39 (0,198)	39 (0,235)	44 (0,235)
18	30 (0,098)	28 (0,098)	21 (0,199)	21 (0,198)	04 (0,234)	23 (0,232)
19	19 (0,098)	30 (0,097)	11 (0,198)	23 (0,198)	28 (0,233)	41 (0,232)
20	10 (0,097)	26 (0,097)	04 (0,197)	41 (0,197)	21 (0,229)	40 (0,231)

Tabela 3. Número de plantas selecionadas por famílias de polinização aberta de eucalipto, número efetivo (N_e) e coincidência de árvores selecionadas na mesma idade sem e com o emprego de covariáveis (Coinc.1) e coincidência de seleção entre idades juvenis (2 e 4 anos) com aos sete anos com e sem o uso de covariáveis de competição (Coinc. 2) para o caráter volume de madeira (m^3) no EXP1.

Idade (anos)	2		4		7	
	sem	com	sem	com	sem	com
Família	Número de árvores selecionadas					
1	1	1	-	2	1	1
2	9	8	2	2	2	2
3	9	9	17	14	19	16
4	21	19	31	20	19	11
5	2	1	1	4	5	6
6	5	5	4	4	5	5
7	3	3	2	5	5	5
8	2	2	2	4	3	4
9	-	-	-	1	1	1
11	1	1	-	-	-	-
12	4	4	1	4	2	3
15	2	2	-	-	-	-
18	-	-	-	1	-	-
19	2	2	-	1	-	1
23	1	2	-	2	-	2
24	1	1	-	-	-	-
28	2	3	-	1	-	-
29	20	18	27	19	23	18
30	9	9	15	10	19	17
31	3	3	2	3	4	7
33	3	3	-	1	-	-
36	1	1	-	1	-	-
39	-	-	-	1	-	1
41	-	-	-	1	-	2
46	14	14	13	13	10	10
47	2	1	1	1	-	1
48	1	5	-	-	-	1
N_e	58,05	60,90	39,08	60,90	41,30	62,39
Coinc. 1	89,9		75,4		83,9	
Coinc. 2	51,7 / 49,1	49,1 / 50,8	77,1 / 63,3	73,7 / 69,5	-	-

Tabela 4. Número de plantas selecionadas por famílias de polinização aberta de eucalipto, número efetivo (N_e) e coincidência de árvores selecionadas na mesma idade sem e com o emprego de covariáveis (Coinc.1) e coincidência de seleção entre idades juvenis (2 e 4 anos) com aos sete anos com e sem o uso de covariáveis de competição (Coinc. 2) para o caráter volume de madeira (m^3) no EXP2.

Idade (anos)	3		5		6	
Uso da Cov.	sem	com	sem	com	sem	com
Famílias	Número de árvores selecionadas					
1	2	2	1	1	1	1
2	3	3	3	3	4	4
3	1	1	2	1	2	2
4	5	3	5	4	6	5
5	4	4	4	4	4	3
6	2	2	3	3	2	3
7	1	1	-	-	-	1
8	2	2	2	2	2	1
9	2	2	2	2	2	2
10	1	1	2	2	1	1
11	3	3	3	3	3	3
12	2	2	2	2	1	2
14	3	2	-	-	-	2
15	4	4	5	6	5	4
16	2	1	1	1	1	1
17	4	3	2	2	3	2
18	1	-	2	1	2	1
19	1	1	3	4	3	3
20	5	5	6	6	5	5
21	3	3	4	4	4	4
22	3	3	4	3	4	4
23	6	6	6	5	5	4
24	1	1	1	1	-	-
25	2	2	2	2	1	1
26	2	2	1	-	1	1
27	2	3	2	2	2	2
28	1	1	2	3	3	3
29	1	-	2	2	1	1
30	2	3	4	4	5	5
31	6	7	5	5	5	3
32	1	2	-	1	1	1
33	1	1	-	-	-	-
34	1	1	1	1	2	1
35	4	4	3	2	3	4
36	4	6	3	4	4	5
37	3	3	2	2	2	2
38	3	2	4	4	4	4
39	2	2	1	1	1	1
40	1	3	1	1	1	2
41	-	-	-	-	1	1
42	4	4	4	5	3	5
43	2	3	2	3	2	2
44	3	2	4	4	4	4
N_e	76,76	75,04	73,24	73,24	74,15	75,58
Coinc. 1	88,68		93,39		89,62	
Coinc. 2	70,7 / 67,0		87,7 / 84,9		86,8 / 81,1	

os melhoristas, já que a redução excessiva da base populacional, assim como alto nível de endogamia é um risco para a continuidade dos programas de melhoramento genético.

Reforçando o que foi comentado, a Coinc.1 (Tabelas 3 e 4) foi maior no EXP2 do que no EXP1, demonstrando que a competição intergenotípica beneficia as árvores das famílias melhores e mais competitivas em detrimento dos melhores indivíduos, fazendo com que árvores das famílias superiores sejam selecionadas em um número maior. Este efeito pode ser melhor observado nas Tabelas 2, 3 e 4 onde estão apresentadas as 20 melhores famílias e suas médias em todas as situações para ambos experimentos (Tabela 2) e o número de indivíduos selecionados por família (Tabelas 3 e 4).

Já as famílias que apresentam ritmo de crescimento inicial forte parecem se beneficiar da competição por suprimir seus vizinhos precocemente. As famílias que apresentam ritmo de crescimento regular (constante) não demonstraram serem influenciadas pela competição, a exemplo da família 29 no EXP1 e a 36 no EXP2. JANSSON et al. (2005) relatam que as estimativas de parâmetros genéticos não são perfeitamente estimadas para cada material na relação adulto-juvenil. Este efeito pode ser a principal causa da interação idade x genótipos citados por outros autores como TOLFO (2003).

De maneira geral a classificação das 20 melhores famílias alterou pouco ao longo dos anos com ou sem a adição de covariáveis, sendo que na idade mais jovem (2 e 3 anos), sem o uso de covariáveis, apresentou uma família diferente entre as cinco superiores da idade adulta e na idade intermediária (4 e 5 anos) não apresentou nenhuma família diferente para EXP1 e uma diferente para o EXP2. Desta forma a seleção precoce para o mérito de famílias foi considerada altamente eficiente, já que apresentou pequena alteração na detecção de famílias superiores. No entanto, é recomendável que se adote menor intensidade de seleção em idades inferiores a 4 anos para não se correr o risco de desprezar famílias que apresentam hábito de crescimento tardio.

Na seleção precoce, para o mérito individual das árvores (Tabelas 3 e 4), fica evidenciado a eficiência desta quando se compara a seleção na idade mais jovem sem a adição das covariáveis com a seleção feita ao final do ciclo com o uso das covariáveis de competição. Nesta situação, principalmente no EXP1, verificou-se (Tabelas 2 e 3) que as árvores de famílias medianas que foram selecionadas aos dois anos, também foram selecionadas ao final do ciclo. As mesmas precauções devem ser tomadas em relação a seleção de indivíduos em idades jovens, já que árvores de famílias de hábito de crescimento tardio ficam prejudicadas na seleção precoce, ocorrendo também o inverso. LEKSONO et al. (2006) concluíram que a idade ótima de seleção para *Eucalyptus pellita*, na Indonésia, é em torno de 4 a 5 anos, para idades de rotação de 8 a 9 anos.

A adição de covariáveis de competição, aos dois anos no EXP1 e aos três anos no EXP2, não foi interessante já que não beneficiou a eficiência da seleção precoce nos critérios adotados. Contudo, a correção feita ao final do ciclo mostrou que a seleção precoce feita em comparação a esta situação é mais eficiente, pois o efeito competitivo se manifesta em idades mais avançadas.

A eficiência da seleção precoce (ESP) nas duas idades juvenis (Tabela 1), apresentou valores superiores a 80% em relação a seleção na idade de corte. DEAN & STONECYPHER (2006) encontraram resultados semelhantes para pinus, sendo que em idades menores a eficiência da seleção precoce ficou acima de 80% e para idades intermediárias acima de 95%. PALUDZYSZYN FILHO et al. (2002) encontraram eficiência acima de 90% para diâmetro a altura do peito para *Pinus taeda*. Apesar da Coinc. 2 ter sido proporcionalmente menor, em torno de 50 e 70% para os dois e quatro anos no EXP1, respectivamente, evidenciando que a seleção precoce não seleciona todas as melhores árvores ao final do ciclo, no entanto identifica indivíduos superiores à média, não prejudicando consideravelmente o ganho esperado ao final do ciclo.

No EXP1, a Coinc. 2 (Tabela 3) foi, em geral, superior nos casos em que se comparou a seleção precoce com a seleção ao final do ciclo sem o uso de covariáveis de competição, porém a ESP não teve a mesma tendência para as duas situações testadas por idade juvenil, levando a crer que apesar da coincidência de seleção ser

menor com o uso das covariáveis de competição ao final do ciclo, as árvores selecionadas que não coincidiram foram de desempenho superior às de mesma situação sem o uso de covariáveis de competição. O mesmo efeito foi notado no EXP2, mas como as diferenças das coincidências foram, em geral, menores nas situações testadas, a ESP foi superior em relação a idade adulta com o uso de covariáveis de competição.

Desta forma, o uso de covariáveis de competição ao final do ciclo beneficiou a seleção precoce, principalmente pelo aumento do N_e , deixando este parâmetro similar entre a idade mais jovem e a idade adulta. Já o uso de covariáveis de competição em idades muito jovens (2 e 3 anos) não beneficiou a seleção precoce, sendo seu uso nestas idades não recomendado. Em idades intermediárias (4 e 5 anos) as covariáveis de competição alteraram pouco a eficiência da seleção precoce e a coincidência de seleção, mas, o aumento do N_e e as pequenas alterações no ordenamento das famílias podem colaborar com uma melhor seleção nessa idade visando ganhos em idades adultas e na continuidade do programa de melhoramento.

O ganho por unidade de tempo (Tabela 1) foi expressivamente superior nas idades juvenis quando comparado ao ganho esperado com a idade de corte, demonstrando, por essa comparação, que a seleção precoce é mais eficiente nas idades mais jovens do que em idades intermediárias, e estas superiores do que ao final do ciclo. Desta forma, pela alta eficiência e uma grande coincidência de árvores e famílias selecionadas na seleção precoce, em relação a idade de corte, e por proporcionar ganhos por unidade de tempo superior à idade adulta, a seleção aos dois ou três anos é recomendada para a seleção de famílias e indivíduos de famílias de polinização aberta de eucalipto, para uma idade de rotação de sete anos.

Conclusões

1. A competição intergenotípica não influencia a eficiência da seleção precoce em idades inferiores a 3 anos, em teste de progênies de polinização aberta de eucalipto, sendo a correção por covariáveis de competição não recomendada nessas idades.
2. A competição beneficia a seleção de indivíduos medianos de famílias superiores, fazendo com que árvores superiores de famílias medianas deixem de ser selecionadas, diminuindo o tamanho efetivo da população selecionada e prejudicando assim a continuidade de programas de melhoramento.
3. A seleção precoce para famílias é eficiente, mas famílias de hábito de crescimento tardio são prejudicadas podendo não ser selecionadas. Essas famílias também são mais vulneráveis à competição, prejudicando a sua classificação ao final do ciclo de forma mais pronunciada.
4. A seleção precoce mostrou-se eficiente em todos os critérios adotados, sendo a idade em torno de 3 anos a mais recomendada pela alta eficiência e índice de acerto na indicação de árvores e famílias superiores. A adição de covariáveis de competição ao final do ciclo melhorou a eficiência da seleção precoce para quase todos critérios estudados.

CAPÍTULO 5 - IMPLICAÇÕES

De forma geral a competição intergenotípica é uma importante fonte de variação em testes genéticos de progênies de eucalipto, de maneira que a sua não consideração pode acarretar em uma seleção e identificação errônea de indivíduos superiores.

Isso fica claro nas discussões apresentadas nos capítulos anteriores que, por todas as formas estudadas, a competição influenciou nos resultados da seleção e a adoção de covariáveis de competição parece ter corrigido e, ou minimizado o viés causado pela competição entre os materiais genéticos diferentes em parcelas adjacentes. No capítulo 1, onde foram discutidos as formas de competição e quais as covariáveis que mais se ajustam para identificar e tentar corrigir o efeito competitivo, verificou-se que a forma mais importante da competição é a intergenotípica e que esta faz com que a amplitude dos materiais aumente e se diferencie mais uns dos outros. Essa é uma importante contribuição para futuros testes genéticos para seleção de genótipos superiores, pois como a competição influencia no desempenho dos materiais de forma diferenciada entre os mesmos, isso pode acarretar na supressão de alguns materiais que poderiam ser promissores, ou ainda, na super valorização de materiais altamente competitivos.

A competição intragenotípica não influencia tanto o desempenho dos materiais de mesma família, apesar de ser um teste de famílias de polinização aberta em que o parentesco fica condicionado somente à mãe, os materiais de mesma família não competem de forma tão intensa entre si, ou como apresentam potencial competitivo semelhante os efeitos causados pela alo-competição, como maior variância ambiental e genotípica, não são notados na auto-competição. Ainda, considerando que a competição intergenotípica pode ser maior pelo número de competidores, já que a planta em questão pode estar competindo com até sete árvores das parcelas vizinhas e no máximo duas dentro da mesma parcela, e pelas características destes competidores já que os vizinhos da parcela adjacente podem ter potencial competitivo semelhante, superior ou inferior ao da parcela em questão, fazendo com que a planta objeto do estudo seja suprimida ou supressora de três árvores de cada lado das parcelas

vizinhas, potencializando a competição intergenotípica em conjunto da parcela adjacente.

Uma das formas de se minimizar ou anular o efeito da competição intergenotípica seria adotar parcelas maiores, com formato retangular, com grande número de plantas em que seriam avaliadas somente as árvores no interior da parcela. Porém, com a necessidade de se testar um grande número de materiais genéticos diferentes e pelas características das árvores, demandaria grandes áreas o que aumentaria os custos e dificultaria a experimentação pela heterogeneidade do ambiente. Logo, a adoção de métodos estatísticos que possibilitem a redução deste efeito se justifica.

Dentre as diversas formas de se avaliar o efeito da competição em testes genéticos se destaca a análise de covariável. Contudo, saber qual covariável e como esta se ajusta de forma a representar com fidelidade o efeito biológico é uma incógnita. Com o presente estudo pode-se avaliar diversas covariáveis que são baseadas no desenvolvimento e na distância dos vizinhos em relação a árvore objeto e os efeitos que estas causam nas análises e nos parâmetros genéticos. Assim constatou-se que a competição intergenotípica influencia nos resultados e as covariáveis que melhor se ajustaram gerando resultados mais promissores, foram aquelas que em sua formação consideraram as árvores das parcelas vizinhas, sendo elas a Média da Alocompetição (MAL) e o Índice de Competição de Heyge (IC). Porém, estas covariáveis usadas em conjunto não apresentaram resultados promissores, uma covariável se sobrepõe a outra, fazendo duas vezes ajustes dos dados para o mesmo efeito.

Quando associadas na análise de covariável, os efeitos da alo com os efeitos da auto-competição, adotando-se na mesma análise as covariáveis que as representam, obteve-se resultados promissores com a adoção das covariáveis IC e da Média da autocompetição (MAT), simultaneamente, de forma que o IC interfere expressivamente na análise e a MAT interfere de forma oposta, equilibrando o efeito muito severo de IC.

Após a escolha das covariáveis que melhor se ajustaram para a correção do efeito competitivo em testes de progênies, no Capítulo 2 foi simulada a seleção considerando ou não as covariáveis de competição, para poder aferir sobre como a

competição intergenotípica e a adoção de covariáveis de competição interferem no resultado da seleção para três características: Altura, Diâmetro a Altura do Peito e Volume.

Notou-se que a competição agiu de forma pronunciada nas três características estudadas e a adoção de covariáveis de competição interferiu tanto no ordenamento dos indivíduos e famílias como nas estimativas dos parâmetros genéticos e de ganhos com a seleção.

Assim, a competição intergenotípica interfere nos resultados da seleção de testes de progênies de polinização aberta de eucalipto. A competição beneficia principalmente árvores medianas de famílias boas. Este efeito ficou bem demonstrado na seleção para altura em que foram selecionadas árvores de poucas famílias, e que quando do uso das covariáveis de competição mais famílias foram representadas na seleção. O resultado mais promissor pela adoção de covariáveis de competição está ligado diretamente a este fato que foi o aumento considerável de tamanho efetivo populacional, já que uma seleção feita com base em poucas famílias restringe a base genética e pode ser um complicador para o futuro do programa de melhoramento.

Ainda no Capítulo 2 observou-se que ao adotar as covariáveis de competição, as estimativas de ganhos genéticos diminuíram, principalmente, pela redução na amplitude da diferença entre os materiais. Isto leva a crer que os materiais mais competitivos, e que também são os mais produtivos, se beneficiam da baixa competitividade de seus vizinhos. Ao incluir na análise o efeito competitivo, esses genótipos tiveram a sua produção reduzida e os genótipos com poder competitivo menor, um aumento na produtividade.

Esta é uma constatação importante, já que os plantios comerciais atualmente são feitos com talhões monoclonais ou provenientes de uma mesma família, onde todos os indivíduos têm capacidade igual ou semelhante de competição e, desta forma, materiais que foram selecionados por serem altamente competitivos poderão não apresentar boa produtividade.

É importante salientar ainda que a correção da competição, por meio de covariáveis, não tem como objetivo selecionar materiais pouco produtivos e

competitivos. A principal função desta análise é o estabelecimento de igualdade de competição entre os genótipos, de forma, pelo menos, a minimizar o efeito benéfico que alguns materiais podem ter recebido e se destacado dentro do teste por sofrerem um nível de competição muito baixo. Este fato é mais importante em testes de progênes onde o objetivo é avaliar indivíduos, os quais não se repetem em outro local do teste por constituição genética diferenciada, também pelo fato de os vizinhos serem diferentes e com capacidade competitiva diferenciada das demais situações experimentais.

No Capítulo 3 objetivou-se o estudo da competição em idades inferiores à de rotação e a influência das covariáveis de competição na eficiência da seleção precoce. Observou-se que a competição intergenotípica nos testes de progênes de polinização aberta de eucalipto iniciou a partir do terceiro ano de idade e sua influência é mais forte a partir dos quatro anos.

Assim, a adoção de covariáveis de competição para a correção do efeito competitivo não se justifica em idades inferiores a estas, já que a competição não se manifesta de forma expressiva nestas idades. A manifestação da competição está diretamente associada ao fechamento do sítio da floresta, quando as árvores começam a competir por luz e nutrientes, logo, o início da competição é dependente das condições edafoclimáticas e do espaçamento de plantio do teste.

A adoção de covariáveis de competição ao final do ciclo melhorou a eficiência da seleção precoce.

Como conclusão final, a adoção de covariáveis de competição com o intuito de corrigir o efeito competitivo é uma importante ferramenta estatística para se conseguir resultados mais condizentes com a realidade biológica dos testes genéticos. Estas devem ser incluídas com maior frequência no modelos matemáticos adotados na seleção pelos melhoristas florestais, porém a sua adoção em testes de seleção precoce não é necessária e a seleção precoce quando comparada com a seleção ao final do ciclo com o uso de covariáveis de competição torna-se mais eficiente.

No entanto, se as covariáveis de competição, assim como a competição, interferem em outros testes de progênes de eucalipto, com diferentes materiais e

espaçamentos, estes devem ser melhor estudados, para assim, poder-se definir uma rotina de análise que possa atender a todas demais situações. Também, é importante fazer estudos com os mesmos critérios para as demais espécies florestais, para poder averiguar se existe um padrão do efeito competitivo nas diversas espécies florestais.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. N. **O eucalipto**. 2 ed. Jundiaí: Companhia Paulista de Estradas de Ferro. 1961. 170 p.

ANDRADE, H. B.; RAMALHO, M. A. P.; BUENO FILHO, J. S. S.; RESENDE, M. D. V.; XAVIER, A.; SCOLFORO, J. R.S. Alternativas para atenuar a diferença de estande nos experimentos de avaliação de clones de *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p.11-18, 2006.

BALOCCHI, C. E.; BRIDGWATER, F. E.; BRYANT, R. Selection efficiency for a non-selected population of loblolly pine. **Forest Science**, Bethesda, v. 40, n. 3, p. 452-473, 1994.

BERTOLUCCI, F.; REZENDE, G.; PENCHEL, R. Produção e utilização de híbridos de eucalipto. **Silvicultura**, São Paulo, v. 51, p. 12-16, 1995.

BESAG, J.; KEMPTON, R. Statistical analysis of field experiments using neighbouring plots. **Biometrics**, Washington –DC, v.42, p.231-251, 1986.

BIRK, E.M.; TURNER, J. Response of flooded greens (*E. grandis*) to intensive cultural treatments: Biomass and content of eucalypt plantations and native forest. **Forest Ecology and Management**, Ottawa, v.47, n.1-4, p.1-28, 1992

BORRALHO, N. M. G.; COTTERILL, P. P.; KANOWSKI, P. J. Genetic control of growth of *Eucalyptus globulus* in Portugal. II. Efficiencies of early selection. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 41, p. 70–77, 1992.

BOUVET, J. M.; VIGNERON, P. H.: Age trends in variance and heritabilities in eucalyptus factorial mating design. **Silvae Genetica**. Frankfurt, n. 44, v. 4, p. 206–216, 1995.

BOUVET, J. M.; VIGNERON, PH.; GOUMA, R.; SAYA, A. Trends in variances and heritabilities with age for growth traits in eucalyptus spacing experiments. **Silvae Genetica**, Frankfurt, n. 52, v. 3-4, p. 121-133, 2003.

BRACELPA. Informes anuais: desempenho do setor de papel e celulose. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/booklet/fevereiro2009.pdf>. Acesso em: 28 de Abril de 2009.

BUENO FILHO, J. S. S. **Seleção combinada versus seleção seqüencial no melhoramento de populações florestais**. 1992. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Piracicaba.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Ajuste do quadrado médio do erro em ensaios de competição de cultivares de milho pelo método Papadakis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília- DF, v. 38, n. 4, p. 467-473, 2003.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n.1, p. 167-174, 1996.

COSTA, J. R. et al. Análise espacial e de vizinhança no melhoramento genético de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 40, n. 11, p. 1073-1079, 2005.

CROSSA, J. Statistical analysis of multi-location trials. **Advance in Agronomy**, San Diego, v. 44, p. 55-85, 1990.

CRUZ C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 390 p.

CRUZ, C. D. **Programa genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa: UFV, 1997. 422 p.

DEAN, C. A.; COTTERILL, P. P.; BURDON, R. D. Early selection of Radiata Pine. I. trends over time in additive and dominance genetic variances and covariances of growth traits. **Silvae Genetica**. Frankfurt, n. 55, v. 4-5, p. 182-191, 2006.

DEAN, C. A.; STONECYPHER, R. W. Early selection of douglas-fir across south central coastal Oregon, USA. **Silvae Genetica**, Frankfurt, n. 55, v. 3, p. 135-141, 2006.

DONALD, C. M. Competitions among crop and pasture plants. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 5, p. 1-17, 1963.

DUARTE, J.B.; VENCOVSKY. R. Estimação e predição por modelo linear misto com ênfase na ordenação de médias de tratamentos genéticos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.109-117, jan/mar.2001

DUARTE, J. B.; VENCOVSK, R. Spatial statistical analysis and selection of genotypes in plant breeding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 40, n. 2, p. 107-114, 2005.

EISEN, E. J.; SAXTON, A. M. Genotype by environment interactions and genetic correlations involving two environmental factors. **Theoretical and Applied Genetics**. Berlin, n. 67, p. 75–86, 1983.

ELDRIDGE, K. **Eucalipt domestication and breeding**. ed. Oxford, New York: Clarendon Press; Oxford University Press, 1994.

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

FERREIRA, M. Escolha de espécies de eucalipto. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 47, p. 1-30. jul./dez. 1993.

FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. Melhoramento genético florestal de *Eucalyptus* no Brasil: breve histórico e perspectivas. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA-CNPq, 1997. v. 1, p. 14-34.

FLYNN, R. *Eucalyptus*: **Progress in higher value utilization - a global review**. R. Flynn & Associates and Economic Forestry Associates (eds). Washington, 1999. 212 p.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. 2. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992. 646p.

GARCIA, C. G. **Aplicação de equações de modelos mistos em testes clonais de *Eucalyptus* spp.** 2004. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração: Estatística e Experimentação Agrônômica), Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", USP, 2004.

GARCIA, C.; MORA, A. **A Cultura do Eucalipto no Brasil**, 1 ed. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000.

GARCIA, C. H.; NOGUEIRA, M. C. S. N. Utilização da metodologia REML/BLUP na seleção de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.68, p.107-112, 2005.

GWAZE, D. P.; WOOLLIAMS, J. A.; KANOWSKI, P. J. Optimum selection age for height in *Pinus taeda* L. in Zimbabwe. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 46, n. 6, p. 358-365, 1997.

GWAZE, D.P.; BRIDGWATER, F.E.; BYRAM, T.D.; WOOLLIAMS, J.A.; WILLIAMS, C.G. Predicting age-age genetic correlations in tree-breeding programs: a case study of *Pinus taeda* L. **Theoretical and Applied Genetics**. Berlin, n. 100, p. 199–206, 2000.

HAMRICK, J. L.; LOVELESS, M. D. Isozyme variation in tropical trees: procedures and preliminary results. **Biotropica**, New Orleans, v. 18, n. 3, p. 201-207, 1986.

HEGYI, F. A simulation model for managing jack pine stands. In FRIES, J. (Ed) **Growth models for tree and stand simulation**. Stockholm: Department forest yield reserarch. 1974. p 74-85.

HENDERSON, C. R. Estimation of changes in herd environment. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.32, p.709, 1949.

HENDERSON, C. R.; KEMPTHORNE, O.; SEARLE, S. R.; VON KROSIGH, C. M. The estimation of environmental and genetic trends from records subject to culling. **Biometrics**, Washington –DC, v. 15, p. 192, 1959.

HENDERSON, C. R. Sire evaluation and genetic trends. In: ANIMAL BREEDING AND GENETICS SYMPOSIUM IN HONOR OF J. LUSH, 1973, Champaign. **Proceedings**. Champaign: America Society of Animal Science, 1973. p.10-41.

HENDERSON, C. R. Prediction of future records. POLLACK, E.; KEMPTHORNE, O.; BAILEY, I. In: International Conference on Quantitative genetics. Ames, 1977. **Proceedings**. Ames: Iowa State University, 1977.

HENDERSON, C. R. **Applications of linear models in animal breeding**. Guelph: University Guelph, 1984. 439 p.

HIGA, A. R. **Pesquisa com eucalipto no Brasil: Evolução e Contribuição**. Curitiba: EMBRAPA/CNPF, 1995. 12 p.

HIGA, A. R.; RESENDE, M. D. V. de; KODAMA, A. S.; LAVORANTI, O. J. Programa de melhoramento de eucalipto na Embrapa. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1997. v. 1, p. 377-385.

HODGE, G. R.; WHITE, T. L. Genetic parameter estimates for growth traits at different ages in slash pine and some implications for breeding. **Silvae Genetica**. Frankfurt, n. 41, p. 252–262, 1992.

HÜHN, M. Über den Einfluß der Konkurrenz auf die Aussagefähigkeit forstlicher und landwirtschaftlicher Versuche: Experimentelle Ergebnisse aus einer Feldeversuchsserie mit Fichtenkreuzgen. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 23, p.74-94, 1974.

JANSSON, G.; JONSSON, A.; ERIKSSON, G. Use of trait combinations for evaluating juvenile–mature relationships in *Picea abies* (L.). **Tree Genetics & Genomes**. Berlin, v. 1, p. 21-29, fev. 2005.

KAGEYAMA, P. Y.; DIAS, I. S.. Aplicación de conceptos genéticos a espécies florestais nativas en Brasil. **Información sobre Recursos Genéticos Forestales**, Roma, v. 13, p. 2-10, 1985.

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

KUSNANDAR, D., GALWEY, N. W., HERTZLER, G. L. and BUTCHER, T. B.: Age trends in variances and heritabilities for diameter and height in maritime Pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Western Australia. **Silvae Genética**, Frankfurt. n. 47, v. 2–3, p. 136–141, 1998.

LAMBETH, C. C.; STONECYPHER, R. W.; ZOBEL, B. J. Early testing of Douglas-fir phytotron environments—the effect of selection trait and genotype–environment interaction. In: **Proc. 7th N Am For Biol Conf**, Lexington, p. 137–148, 1982.

LAMBETH, C. C. Juvenile-mature correlations in Pinaceae and implications for early selection. **Forest Science**, Bethesda, v. 26, p. 571–580, 1980.

LEKSONO, B.; KURINOBU, S.; IDE, Y. Optimum age for selection based on a time trend of genetic parameters related to diameter growth in seedling seed orchards of *Eucalyptus pellita* in Indonesia. **Journal Forest Research**. Tóquio, n. 11, p. 359–364, 2006.

LEONARDECZ NETO, E.; VENCOVSKY, R.; SEBBENN, A. M. Ajuste para a competição entre plantas em teste de progênes e procedências de essências florestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, n. 63, p. 136-149, jun. 2003.

LIBBY, W. J.; COCKERHAM, C. C. Random non-contiguous plots in interlocking field layouts. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 29, p. 183-190, 1980.

LINS, V. S. **Variação genética e competição intergenotípica em testes de progênie de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., *Terminalia argentea* Mart. Et Succ. e *Astronium fraxinifolium* Schott em consórcio**. Ilha Solteira, 2004. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração: Sistemas de Produção), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP, 2004.

- MAGNUSSEM, S.; YEATMAN, C. W. Adjusting for inter-row competition in jack pine provenance trial. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 36, n. 5-6, p. 206-214, 1987.
- MAGNUSSEM, S. A method to adjust simultaneously for spatial microsite and competition effects. **Canadian Journal Forestry Research**, New Westminster, v. 24, p. 985-995, 1994.
- MCKEAND, S. E. Optimum age for family selection for growth in genetic tests of loblolly pine. **Forest Science**, Bethesda, v. 34, n. 2, p. 400-411, 1988.
- MILLIKEN, G. A.; JOHNSON, D. E. **Analysis of messy data**. New York: Chapman & Hall. 1992. v. 1. 473p.
- MORAIS, O. P. **Análise multivariada da divergência genética dos progenitores, índices de seleção e seleção combinada numa população de arroz oriunda de inter cruzamento, usando macho esterilidade**. 1992, 251f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- MORAN, G. F.; BELL, J. C. Eucalypts. In: TANSLEY, D. S.; ORTON, T. J. (Ed.). **Isoenzymes in plant genetics and breeding**. Amsterdam: Elsevier, 1983. Part B, p. 423-441.
- MORI, E, S. **Variabilidade izoenzimática em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetida a diferentes intensidades de seleção**, Piracicaba, 1993, Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- NANSON, A. Juvenile and correlated trait selection and its effect on selection programs. In: **Proc. of IUFRO working group on quantitative genetics**, section 22. New Orleans, 1969, p. 17-26, 1970.

NEBGEN, R. J.; LOWE, W. J. The efficiency of early and indirect selection in three sycamore genetic tests. **Silvae Genetica**, Frankfurt, n. 34, v. 2-3, p. 72-75, 1984.

OLIVEIRA, R. A. **Seleção de famílias de maturação precoce em cana-de-açúcar via REML/ BLUP**. 2007. 127p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

OSORIO, L.F.; WHITE, T.L.; HUBER, D.A. Age–age and trait–trait correlations for *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden and their implications for optimal selection age and design of clonal trials. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, n. 106, p. 735–743, 2003.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; FERNANDES, J. S. C.; RESENDE, M. D. V. de. Avaliação e seleção precoce para crescimento de *Pinus taeda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 37, n. 12, p. 1719-1726, 2002.

PAPADAKIS, J. S. **Méthode statistique pour des expériences sur champ**. Thessalonike: Institutut d'amélioration dès Plantes à Salonique, 1937. 30 p. (Bulletin, 23).

PAULA, R. C. de et al. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, n. 2, v. 37, p. 159-165, fev. 2002.

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.

PINTO JUNIOR, J. E. **REML / BLUP para a análise de múltiplos experimentos, no melhoramento genético de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden**. Curitiba, 2004. 113f. Tese Doutorado (Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, UFPR, 2004.

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. 191-97, 1996.

POGIANNI, F. As implicações ecológicas dos reflorestamentos. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, I., Rio de Janeiro, RJ, 1988. **Anais...** p. 17-43

PRYOR, L. *Eucalyptus*. In: A. **Halevy CRC Handbook of flowering**. 1. ed. Boca Raton: Franklin Book Company, Incorporated. 1985, v. 2, p. 476 – 482.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 322p.

RESENDE, M. D. V. de.; OLIVEIRA, E. B. de.; HIGA, A. R. Utilização de índices de seleção no melhoramento do *Eucalyptus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 21, p. 1-13, 1990.

RESENDE, M. D. V. de; HIGA, A. R. Estimacão de parâmetros genéticos no melhoramento de *Eucalyptus*: seleo em um caráter com base em informaoes do indivíduo e de seus parentes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28/29, p. 11-36, 1994.

RESENDE, M, D, V. Seleo precoce no melhoramento genético florestal, In: WORKSHOP SIF/UNIVERSIDADE FEDERAL DE VICOSA: Métodos de Seleo, 1,, 1994, Belo Horizonte, Anais,,, Belo Horizonte: Sociedade de Investigaoes Florestais, 1994, p, 58-73.

RESENDE, M. D. V. de; OLIVEIRA, E. B.; MELINSKI, L. C.; GOULART JUNIOR, F. S.; Oaida, G. R. P. **Seleo genética computadorizada – Selegem “Best Prediction”**: Manual do usuário. Colombo: Embrapa-CNPf, 1994, 31 p.

RESENDE, M. D. V. de.; STURION, J. A.; MENDES, S. Genética e melhoramento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1995a. 33 p. **Embrapa Florestas. Documentos**, 25).

RESENDE, M. D .V. de.; ARAUJO, A. J.; SAMPAIO, P. T. B.; WIECHETECK, A. S. Acurácia seletiva, intervalos de confiança e variância de ganhos genéticos associados a 22 métodos de seleo em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 24, n. 1/2, p. 35-45, 1995b.

RESENDE, M. D. V.; MENDES, S. Estimacão de valores genéticos no melhoramento de *Eucalyptus*: seleo em um caráter com base em informaoes do indivíduo e de seus parentes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28/29, p. 11-36, jan./dez. 1996.

RESENDE, M. D. V. de.; PRATES, D. F.; YAMADA, C. K.; JESUS, A. de. Estimacão de componentes de variância e predico de valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e melhor predico não viciada (BLUP) em *Pinus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 32/33, p. 23-42, 1996.

RESENDE, M. D. V. de. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 589-648.

RESENDE, M. D. V. **Análise estatística de modelos mistos via REML/BLUP na experimentaco em melhoramento de plantas perenes**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. 101p. (EMBRAPA Florestas. documentos 47).

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa informao Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 65 p. (Documentos 100).

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

ROCHA, M. das G. de B.; PIRES, I. E.; ROCHA, R. B.; XAVIER, A.; CRUZ, C. D. Seleo de genitores de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla* para produo de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informao de divergência genética. **Revista rvore**. Viçosa, v. 31, n. 6, p. 977-987, 2007.

RODRIGUEZ, L. C. E. (Coord.). Melhoramento e conservação genética. In: **CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO**: diagnóstico, prioridades e modelo de financiamento. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 2002. 187 p. IPEF on line. Disponível em: <<http://www.ipef.br/mct>>. 8. Anexos: C Melhoramento e Conservação Genética. Acesso em: 17 de novembro de 2008.

SAS. Institute inc. **SAS procedures guide**. Version 8 (TSMO). Cary: SAS institute Inc., 1999. 454p.

SBS. Sociedade brasileira de Silvicultura. Estatísticas do setor. <http://www.sbs.org.br> . data de acesso 12 de fevereiro de 2009.

SCARPINATI, E. A. **Influência do modelo de análise estatística e da forma das parcelas experimentais na seleção de clones de Eucalyptus spp.** Jaboticabal, 2007. 58f. Dissertação (mestrado em Agronomia – Genética e Melhoramento de Plantas). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, 2007.

SILVA, J. de C. **Vantagens comparativas e competitivas da madeira de eucalipto.** 2003. Disponível em: <<http://www.amda.org.br/downloads/21SILVA.doc>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2009.

SILVA, M. A. A. Horto florestal Navarro de Andrade, <http://www.geocities.com/motorCity/street/4741/museurc.html>, 1999, acesso 15 de janeiro de 2009.

SILVA, R, L.; XAVIER, A.; LEITE, H, G.; PERES, I, E. Determinação do tamanho ótimo da parcela experimental pelos métodos da máxima curvatura modificado, do coeficiente de correlação intraclasse e da análise visual em testes clonais com Eucalipto, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v,27, n,5, p,669-676, 2003.

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 UNESP - Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

SONESSON, J.; JANSSON, G.; ERIKSSON, G. Retrospective genetic testing of *Picea abies* under controlled temperature and moisture regimes. **Canadian Journal Forest Research**. New Westminster, v. 32, n. 1, p. 81–91, 2002.

SOUZA, E.A.; GERALDI, I.O.; RAMALHO, M.A.P.; BERTOLUCCI, F.L.G. Experimental alternatives for evaluation of progenies and clones in eucalyptus breeding programs. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, p.427-434, 2003.

STORCK, L. **Modelos de regressão bi-segmentada descontínua com erros de medida aplicada na análise de estabilidade de cultivares**. Piracicaba, 1989. 217f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, USP.

STORCK, L.; STECKLING, C.; ROVERSI, T.; LOPES, S. J. Utilização do método Papadakis na melhoria da qualidade experimental em ensaios de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília-DF, v. 43, n. 5, p. 581-587, 2008.

TOLFO, A. L. T. **Estudo da viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. E qualidade da madeira para polpa celulósica**. Jaboticabal, 2003, 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia genética e melhoramento de plantas) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Jaboticabal, 2003.

TOMASELLI, I. Processing young Eucalyptus, In: THE FUTURE OF EUCALYPTUS FOR WOOD PRODUCTS, 2000, Launceston, Tasmania, **Proceedings...** Launceston: IUFRO, 2000, p, 167-174.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**, Ribeirão Preto-SP, 496p, p.93-109, 1992.

WAUGH, G. Sawing of young fast-grow eucalypts. In: SEMINÁRIO Internacional Sobre Produtos Sólidos De Madeira De Alta Tecnologia, 1 e Encontro Sobre Tecnologias Apropriadas de Desdobro, Secagem e Utilização da Madeira de Eucalipto, 1: **Anais...** Belo Horizonte. 1998. p. 69-81.

WEI, X.; BORRALHO, N. M. G. Genetic control of growth traits of *Eucalyptus urophylla* S T Blake in South East China. **Silvae Genetica**, Frankfurt, n. 47, p. 158–165, 1998.

WELLENDORF, H. How can the present knowledge of breeding be used for optimization of spruce breeding programs? In: **Proceedings...** IUFRO Joint Meet. W. P. Norway Spruce Prov. and Norway Spruce Breed. Lower Saxony For Res Inst, Dep For Tree Breed, pp 256–279, 1979.

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, n. 56, v. 5, p. 242-252, 2007.

WHITE, T. L.; HODGE, G. R. Test designs and optimal age for parental selection in an advanced-generation test. **Silvae Genetica**, Frankfurt, n. 41, p. 293–302, 1992.

WRIGHT, J.W. An analysis method to improve statistical efficiency of a randomized complete block design. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.27, p.12-14, 1978.

WU, H. X.; YEH, F. C.; DHIR, N. K.; PHARIS, R. P.; DANCİK, B. P. Genotype by environment interaction and genetic correlation of greenhouse and field performance in *Pinus contorta* ssp. *latifolia*. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 46, p. 170–175, 1997.

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

ZAS, R.; MERLO, E.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. Juvenile – Mature genetic correlations in *Pinus pinaster* Ait. under different nutrient x water regimes. **Silvae Genetica**, Frankfurt, n. 53, v. 3, p. 124-129, 2004.

APÊNDICES

Tabela 1A. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial em porcentagem (% de var,) e coeficiente de variação experimental (CV) de dois experimentos de testes de progênes de Eucalipto sem o uso (Usual) e com adoção de covariáveis de competição e suas associações ((Auto-competição-AT, Média da autocompetição-MAT, Alo-competição-AL, Média da alocompetição-MAL, Índice de competição-IC e Média 4 e 8 – M4, M8 respectivamente) para o caráter volume de madeira (m³).

Comp. de var. e Par. Gen.	Métodos de Análise								
	Exp1	Usual	AT	MAT	AL	MAL	IC	M4	M8
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0038	0,0037	0,0051	0,0038	0,0038	0,0036	0,0019	0,0047	0,0041
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0043	0,0045	0,0046	0,0043	0,0043	0,0042	0,0028	0,0046	0,0044
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0012	0,0011	0,0018	0,0012	0,0012	0,0010	0,0008	0,0014	0,0011
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0084	0,0081	0,0077	0,0084	0,0084	0,0084	0,0047	0,0078	0,0080
% de var. $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-	-1,86	33,52	-0,18	-4,84	-50,62	22,57	8,25	
% de var. $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-	6,75	9,19	0,16	-2,00	-34,23	7,03	2,68	
% de var. $\hat{\sigma}_e^2$	-	-5,37	50,63	-0,17	-17,55	-32,58	15,03	-5,12	
% de var. $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-	-3,99	-8,13	-0,12	0,31	-44,05	-7,85	-4,72	
\hat{h}_e^2	28,44	28,93	34,86	28,43	27,83	25,49	33,91	31,12	
\hat{h}_d^2	30,69	33,03	32,77	30,75	30,67	33,66	33,28	32,31	
CV%	36,36	35,70	34,81	36,36	36,36	27,20	35,03	35,48	
Exp2									
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,000833	0,000875	0,001462	0,000871	0,000753	0,000385	0,001265	0,001101	
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,00853	0,00853	0,00862	0,00847	0,00812	0,00452	0,00859	0,00810	
$\hat{\sigma}_e^2$	0	0	0,000878	0	0	0,000357	0,000375	0,000195	
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,00844	0,008150	0,00748	0,00842	0,00844	0,00459	0,00760	0,00791	
% de var. $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-	5,04	75,51	4,56	-9,60	-53,78	51,86	32,17	
% de var. $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-	-0,02	0,94	-0,71	-4,81	-46,99	0,64	-5,15	
% de var. $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	
% de var. $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-	-3,34	-11,27	-0,13	0,07	-45,54	-9,85	-6,25	
\hat{h}_e^2	8,99	9,70	14,89	9,37	8,19	7,22	13,69	11,97	
\hat{h}_d^2	50,30	51,15	50,75	50,15	49,05	47,75	51,85	49,98	
CV%	39,58	38,91	37,28	39,55	39,59	29,21	37,58	38,32	

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

Continua...

Tabela 1A. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial..., continuação.

Comp, de var, e Par, Gen,	Métodos de Análise									
	Exp1	AT/MAT	AT/AL	AT/MAL	AT/IC	AT/P4	AT/P8	MAT/AL	MAT/MAL	MAT/IC
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0049	0,0037	0,0037	0,0019	0,0046	0,0041	0,0051	0,0049	0,0020	
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0048	0,0046	0,0046	0,0029	0,0047	0,0046	0,0047	0,0045	0,0028	
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0017	0,0011	0,0011	0,0008	0,0013	0,0011	0,0018	0,0015	0,0008	
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0076	0,0080	0,0080	0,0046	0,0076	0,0078	0,0077	0,0077	0,0047	
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	29,14	-2,33	-2,33	-50,90	19,90	6,31	33,31	29,12	-47,63	
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	11,76	8,02	8,02	-31,88	10,60	7,83	9,41	6,87	-33,36	
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	42,65	-5,88	-5,88	-35,77	11,08	-8,31	51,30	28,80	-29,81	
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-9,32	-4,74	-4,74	-45,21	-9,71	-7,51	-8,27	-8,08	-44,55	
\hat{h}_e^2	34,6	29,0	29,0	25,9	33,9	31,4	34,8	34,7	26,7	
\hat{h}_d^2	33,7	33,5	33,5	35,0	34,5	34,1	32,8	32,9	34,0	
CV%	48,5	49,7	49,7	37,7	48,4	49,0	48,8	48,9	38,0	
Exp2										
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0015	0,0009	0,0008	0,0004	0,0013	0,0011	0,0016	0,0014	0,0005	
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0082	0,0086	0,0086	0,0044	0,0083	0,0081	0,0082	0,0079	0,0042	
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00088	0	0	0,00035	0,00035	0,00015	0,00078	0,00063	0,00049	
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0071	0,0081	0,0079	0,0043	0,0071	0,0075	0,0070	0,0070	0,0043	
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	75,63	11,76	-5,28	-52,94	51,86	33,49	86,31	71,55	-41,18	
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-3,80	0,62	0,06	-48,79	-2,68	-5,35	-4,22	-7,62	-50,86	
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-16,91	-5,07	-6,96	-50,02	-16,51	-12,31	-17,54	-17,99	-50,03	
\hat{h}_e^2	15,50	10,30	9,03	7,83	14,47	12,71	16,56	15,77	9,35	
\hat{h}_d^2	50,81	51,53	51,90	48,73	52,71	51,49	51,21	50,92	46,97	
CV%	36,31	38,81	38,42	28,16	36,40	37,30	36,17	36,08	28,16	

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

Continua...

Tabela 1A. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial..., continuação.

Comp, de var, e Par, Gen,	Métodos de Análise									
	Exp1	MAT/P4	MAT/P8	AL/MAL	AL/IC	AL/P4	AL/P8	MAL/IC	MAL/P4	MAL/P8
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0051	0,0050	0,0036	0,0019	0,0047	0,0041	0,0020	0,0046	0,0050	
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0047	0,0046	0,0042	0,0027	0,0046	0,0044	0,0027	0,0045	0,0047	
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0016	0,0015	0,0010	0,0008	0,0014	0,0011	0,0010	0,0013	0,0015	
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0076	0,0076	0,0084	0,0047	0,0078	0,0080	0,0047	0,0078	0,0075	
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	33,62	30,14	-4,79	-51,06	22,36	8,43	-48,49	19,72	32,13	
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	10,18	8,35	-1,88	-35,43	7,15	2,75	-35,74	6,14	10,56	
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	34,93	27,54	-17,38	-33,67	14,61	-4,28	-17,30	9,49	29,72	
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-9,99	-9,20	0,30	-43,75	-7,87	-4,72	-44,43	-7,40	-10,48	
\hat{h}_e^2	35,7	35,2	27,8	25,3	33,9	31,1	25,8	33,4	35,7	
\hat{h}_d^2	33,8	33,5	30,7	33,2	33,3	32,3	32,6	33,2	34,1	
CV%	48,4	48,6	51,0	38,2	48,9	49,7	38,0	49,0	48,2	
Exp2										
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0015	0,0015	0,0008	0,0004	0,0013	0,0011	0,0004	0,0012	0,0012	
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0081	0,0079	0,0081	0,0043	0,0083	0,0080	0,0044	0,0082	0,0087	
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00075	0,00069	0	0,00036	0,00028	0,00014	0,00036	0,00024	0,00024	
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0069	0,0069	0,0086	0,0044	0,0072	0,0077	0,0042	0,0072	0,0067	
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	77,55	75,03	-7,08	-54,14	56,54	33,25	-53,66	42,38	42,38	
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-5,31	-7,86	-4,98	-50,20	-3,60	-6,92	-48,47	-4,15	1,45	
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-19,50	-19,04	0,20	-48,67	-15,70	-10,27	-50,33	-15,39	-21,00	
\hat{h}_e^2	16,24	16,09	8,29	7,46	14,85	12,45	7,75	13,71	14,52	
\hat{h}_d^2	51,54	50,94	48,75	47,37	52,49	50,54	48,99	52,39	55,45	
CV%	35,74	35,84	39,88	28,54	36,58	37,74	28,07	36,64	35,41	

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

Continua...

Tabela 1A. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial..., continuação.

Comp, de var, e Par, Gen,	Métodos de Análise									
	Exp1	IC/P4	IC/P8	AT/MAT AL	AT/MAT MAL	AT/MAT IC	AT/MAT P4	AT/MAT P8	AT/AL MAL	AT/AL IC
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0019	0,0017	0,0049	0,0048	0,0019	0,0049	0,0048	0,0036	0,0019	
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0028	0,0027	0,0048	0,0047	0,0029	0,0048	0,0047	0,0045	0,0028	
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0008	0,0009	0,0017	0,0015	0,0008	0,0015	0,0014	0,0009	0,0008	
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0047	0,0048	0,0076	0,0076	0,0046	0,0075	0,0075	0,0081	0,0047	
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-51,19	-54,65	28,12	24,98	-49,75	29,46	26,16	-6,73	-51,24	
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-34,59	-37,50	12,60	9,62	-31,70	12,39	10,79	6,04	-33,53	
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-32,91	-26,95	41,98	22,25	-34,51	27,96	21,41	-22,42	-36,02	
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-43,85	-43,08	-9,80	-9,35	-45,32	-11,01	-10,31	-4,33	-44,65	
\hat{h}_e^2	25,2	23,4	34,5	34,4	26,3	35,4	34,9	28,4	25,6	
\hat{h}_d^2	33,5	32,0	34,0	33,9	35,1	34,7	34,4	33,4	34,3	
CV%	38,2	38,4	48,4	48,5	37,7	48,1	48,3	49,9	37,9	
Exp2										
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0004	0,0004	0,0015	0,0014	0,0005	0,0015	0,0015	0,0008	0,0004	
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0042	0,0041	0,0082	0,0079	0,0042	0,0081	0,0079	0,0083	0,0043	
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00042	0,00037	0,00075	0,00064	0,00050	0,00077	0,00072	0,00000	0,00035	
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0044	0,0045	0,0070	0,0070	0,0043	0,0069	0,0069	0,0082	0,0043	
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-46,34	-51,02	85,47	72,27	-40,70	78,39	76,23	-1,08	-53,54	
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-51,31	-51,64	-3,83	-7,59	-50,97	-5,50	-8,05	-3,17	-49,48	
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-48,82	-47,54	-17,70	-18,03	-50,03	-19,30	-18,97	-4,43	-49,33	
\hat{h}_e^2	8,54	7,76	16,57	15,80	9,38	16,24	16,12	9,17	7,64	
\hat{h}_d^2	46,55	46,07	51,45	50,88	46,82	51,38	50,77	50,40	48,07	
CV%	28,50	28,85	36,14	36,07	28,16	35,79	35,86	38,94	28,36	

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

Continua...

Tabela 1A. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial..., continuação.

Comp, de var, e Par, Gen, Exp1	Métodos de Análise								
	AT/AL P4	AT/AL P8	AT/MAL IC	AT/MAL P4	AT/MAL P8	AT/IC P4	AT/IC P8	MAT/AL MAL	MAT/AL IC
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0046	0,0041	0,0020	0,0044	0,0049	0,0018	0,0017	0,0049	0,0020
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0047	0,0046	0,0028	0,0047	0,0048	0,0029	0,0028	0,0045	0,0028
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0013	0,0011	0,0009	0,0012	0,0015	0,0008	0,0008	0,0015	0,0008
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0076	0,0078	0,0046	0,0076	0,0075	0,0046	0,0047	0,0077	0,0047
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	19,19	6,13	-48,81	16,29	28,41	-52,34	-55,38	29,14	-48,28
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	11,26	8,04	-33,76	9,80	12,51	-32,57	-34,99	6,96	-34,59
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	9,74	-8,90	-21,07	4,20	23,93	-36,78	-30,81	29,05	-30,90
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-10,00	-7,56	-45,40	-9,32	-11,37	-44,87	-44,43	-8,07	-44,23
\hat{h}_e^2	33,9	31,4	26,1	33,4	35,4	25,2	23,7	34,7	26,4
\hat{h}_d^2	34,8	34,1	33,7	34,5	34,9	34,7	33,5	32,9	33,5
CV%	48,3	49,0	37,7	48,5	48,0	37,8	38,0	48,9	38,1
Exp2									
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0013	0,0011	0,0004	0,0012	0,0014	0,0004	0,0004	0,0015	0,0005
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0084	0,0082	0,0045	0,0083	0,0080	0,0042	0,0042	0,0079	0,0042
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00023	0,00006	0,00034	0,00019	0,00071	0,00042	0,00036	0,00055	0,00049
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0071	0,0075	0,0042	0,0071	0,0068	0,0043	0,0044	0,0070	0,0043
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	57,02	35,29	-52,94	41,66	72,75	-46,34	-50,78	76,35	-41,78
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-2,23	-4,66	-47,80	-2,93	-6,15	-50,81	-50,75	-7,27	-51,40
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-16,96	-12,42	-50,94	-16,37	-20,29	-49,28	-48,36	-18,11	-49,44
\hat{h}_e^2	15,15	13,00	7,96	13,86	16,06	8,60	7,91	16,30	9,17
\hat{h}_d^2	53,35	51,99	49,66	53,14	51,67	47,02	46,93	51,30	46,43
CV%	36,30	37,28	27,90	36,43	35,57	28,37	28,63	36,05	28,33

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

Continua...

Tabela 1A. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial..., continuação.

Comp, de var, e Par, Gen,	Métodos de Análise								
	Exp1	MAT/AL P4	MA/AL P8	MAT MAL/IC	MAT/P4 MAL	MAT MAL/P8	MAT/IC P4	MAT/IC P8	AL/MAL IC
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0051	0,0050	0,0020	0,0050	0,0051	0,0020	0,0020	0,0019	0,0046
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0047	0,0046	0,0027	0,0046	0,0047	0,0028	0,0027	0,0027	0,0045
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0016	0,0015	0,0010	0,0015	0,0016	0,0008	0,0010	0,0009	0,0013
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0076	0,0076	0,0047	0,0076	0,0075	0,0047	0,0047	0,0047	0,0078
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	33,52	30,14	-47,63	31,03	32,91	-48,08	-48,52	-48,97	19,77
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	10,32	8,39	-35,46	8,86	10,51	-34,26	-36,12	-36,49	6,28
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	34,93	27,71	-16,46	27,62	31,07	-28,88	-18,05	-20,82	9,57
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-10,05	-9,17	-44,57	-9,62	-10,44	-44,17	-44,14	-44,14	-7,43
\hat{h}_e^2	35,7	35,2	26,1	35,4	35,8	26,3	25,7	25,7	33,5
\hat{h}_d^2	33,8	33,5	32,7	33,7	34,1	33,5	32,4	32,4	33,2
CV%	48,3	48,6	37,9	48,5	48,2	38,1	38,1	38,1	49,0
Exp2									
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0015	0,0015	0,0005	0,0014	0,0015	0,0005	0,0005	0,0004	0,0012
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0081	0,0079	0,0042	0,0079	0,0080	0,0042	0,0042	0,0044	0,0082
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00066	0,00061	0,00047	0,00064	0,00071	0,00048	0,00048	0,00035	0,00017
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0069	0,0069	0,0042	0,0068	0,0068	0,0043	0,0043	0,0043	0,0072
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	85,83	79,11	-40,94	73,95	76,11	-40,46	-40,94	-54,38	46,46
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-5,35	-7,44	-50,41	-7,40	-6,39	-51,32	-51,06	-48,98	-3,72
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-19,80	-19,11	-50,39	-19,97	-20,63	-49,65	-49,77	-49,79	-15,47
\hat{h}_e^2	17,09	16,55	9,46	16,23	16,38	9,40	9,35	7,57	14,17
\hat{h}_d^2	51,93	51,32	47,42	51,48	51,71	46,58	46,78	48,51	52,75
CV%	35,68	35,83	28,06	35,64	35,49	28,27	28,23	28,23	36,63

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

Continua...

Tabela 1A. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial..., continuação.

Comp, de var, e Par, Gen,	Métodos de Análise								
	Exp1	AL/MAL P8	AL/IC P4	AL/IC P8	MAL/IC P4	MAL/IC P8	AT/MAT AL/MAL	AT/MAT AL/IC	AT/MAT AL/P4
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0050	0,0019	0,0017	0,0020	0,0020	0,0048	0,0019	0,0049	0,0048
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0047	0,0027	0,0026	0,0028	0,0028	0,0047	0,0028	0,0048	0,0047
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0015	0,0008	0,0008	0,0010	0,0010	0,0015	0,0008	0,0015	0,0014
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0075	0,0047	0,0048	0,0046	0,0047	0,0076	0,0046	0,0075	0,0075
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	32,16	-51,40	-54,62	-46,35	-47,47	24,74	-49,80	28,72	25,98
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	10,67	-35,62	-38,14	-34,73	-35,34	9,99	-33,27	13,00	11,05
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	29,89	-33,59	-29,55	-15,87	-16,46	22,00	-34,34	27,04	21,16
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-10,48	-43,63	-42,92	-44,96	-44,62	-9,48	-44,80	-11,30	-10,38
\hat{h}_e^2	35,7	25,1	23,5	26,7	26,2	34,4	26,1	35,4	34,9
\hat{h}_d^2	34,1	33,1	31,8	33,0	32,7	34,0	34,3	34,9	34,5
CV%	48,2	38,3	38,5	37,8	37,9	48,5	37,9	48,0	48,2
Exp2									
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0015	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0015	0,0005	0,0015	0,0015
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0081	0,0041	0,0041	0,0044	0,0043	0,0080	0,0042	0,0081	0,0079
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00062	0,00042	0,00038	0,00043	0,00047	0,00055	0,00051	0,00065	0,00063
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0068	0,0044	0,0045	0,0042	0,0042	0,0070	0,0043	0,0069	0,0069
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	75,63	-46,82	-51,38	-45,86	-43,58	76,47	-41,42	85,59	79,59
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-5,55	-51,75	-52,10	-49,04	-50,01	-7,01	-51,54	-5,27	-7,50
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-20,54	-48,44	-47,20	-51,17	-50,44	-18,25	-49,45	-19,77	-19,17
\hat{h}_e^2	16,49	8,41	7,65	8,93	9,09	16,33	9,19	17,08	16,57
\hat{h}_d^2	52,20	46,14	45,65	48,69	47,66	51,41	46,27	51,96	51,28
CV%	35,51	28,61	28,95	27,84	28,04	36,02	28,32	35,68	35,82

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

Continua...

Tabela 1A. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial..., continuação.

Comp, de var, e Par, Gen, Exp1	Métodos de Análise								
	AT/MAT MAL/IC	AT/MAT MAL/P4	AT/MAT MAL/P8	AT/MAT IC/P4	AT/MAT IC/P8	AT/AL MAL/IC	AT/AL MAL/P4	AT/AL MAL/P8	AT/AL IC/P4
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0019	0,0048	0,0049	0,0019	0,0019	0,0019	0,0044	0,0049	0,0018
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0028	0,0047	0,0048	0,0029	0,0028	0,0028	0,0047	0,0048	0,0028
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0009	0,0014	0,0015	0,0008	0,0009	0,0009	0,0012	0,0015	0,0008
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0046	0,0075	0,0075	0,0046	0,0046	0,0046	0,0076	0,0074	0,0047
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-49,80	26,92	29,04	-50,22	-50,77	-49,12	16,21	28,23	-52,29
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-33,95	11,26	12,44	-32,54	-34,45	-34,66	10,39	12,89	-33,98
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-22,00	21,24	25,02	-33,67	-23,51	-23,34	3,86	23,68	-36,61
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-45,26	-10,74	-11,32	-44,95	-44,93	-45,02	-9,57	-11,50	-44,40
\hat{h}_e^2	25,7	35,1	35,5	26,0	25,3	26,0	33,4	35,4	25,1
\hat{h}_d^2	33,7	34,6	34,8	34,6	33,5	33,4	34,7	35,0	34,1
CV%	37,7	48,2	48,0	37,8	37,8	37,8	48,5	47,9	38,0
Exp2									
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0005	0,0015	0,0015	0,0005	0,0005	0,0004	0,0012	0,0015	0,0004
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0042	0,0079	0,0080	0,0042	0,0042	0,0044	0,0084	0,0081	0,0042
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00049	0,00067	0,00074	0,00050	0,00050	0,00034	0,00011	0,00063	0,00043
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0042	0,0068	0,0068	0,0043	0,0043	0,0042	0,0071	0,0068	0,0044
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-40,46	75,03	77,43	-39,98	-40,34	-53,66	46,34	75,63	-46,94
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-50,66	-7,61	-6,85	-51,46	-51,26	-48,30	-2,30	-5,49	-51,37
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-50,26	-19,88	-20,41	-49,65	-49,70	-50,42	-16,66	-20,48	-48,79
\hat{h}_e^2	9,47	16,25	16,39	9,43	9,39	7,78	14,43	16,47	8,43
\hat{h}_d^2	47,15	51,31	51,42	46,41	46,56	49,18	53,67	52,19	46,48
CV%	28,09	35,66	35,54	28,27	28,25	28,05	36,37	35,52	28,51

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

Continua...

Tabela 1A. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial..., continuação.

Comp, de var, e Par, Gen, Exp1	Métodos de Análise								
	AT/AL IC/P8	AT/MAL IC/P4	AT/MAL IC/P8	MAT/AL MAL/IC	MAT/AL MAL/P4	MAT/AL MAL/P8	MAT/AL IC/P4	MAT/AL IC/P8	MAT/MA L IC/P4
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0017	0,0020	0,0019	0,0020	0,0050	0,0051	0,0020	0,0020	0,0020
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0027	0,0028	0,0028	0,0027	0,0046	0,0047	0,0028	0,0027	0,0028
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0008	0,0010	0,0009	0,0010	0,0015	0,0016	0,0008	0,0009	0,0010
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0047	0,0046	0,0046	0,0047	0,0076	0,0075	0,0047	0,0047	0,0046
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-55,25	-47,45	-49,54	-48,08	31,06	32,94	-48,63	-48,91	-47,19
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-35,81	-33,29	-33,95	-36,19	8,96	10,60	-35,27	-36,80	-34,89
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-32,33	-19,82	-21,58	-20,07	27,79	31,32	-30,39	-21,58	-16,79
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-44,09	-45,64	-45,27	-44,28	-9,62	-10,44	-43,92	-43,92	-44,84
\hat{h}_e^2	23,7	26,6	25,8	26,0	35,4	35,8	26,1	25,7	26,4
\hat{h}_d^2	33,1	33,9	33,6	32,5	33,7	34,1	33,2	32,2	33,0
CV%	38,1	37,6	37,7	38,0	48,5	48,2	38,2	38,2	37,9
Exp2									
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0015	0,0015	0,0005	0,0005	0,0005
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0042	0,0044	0,0043	0,0042	0,0080	0,0081	0,0041	0,0042	0,0043
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00037	0,00043	0,00048	0,00047	0,00057	0,00063	0,00048	0,00048	0,00048
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0044	0,0042	0,0042	0,0043	0,0068	0,0068	0,0043	0,0043	0,0042
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-51,14	-45,86	-43,22	-41,90	78,63	80,19	-41,30	-41,66	-40,46
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-51,27	-48,82	-50,18	-50,92	-7,06	-5,95	-51,80	-51,54	-50,21
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-47,97	-51,35	-50,33	-49,85	-20,08	-20,73	-49,16	-49,26	-50,70
\hat{h}_e^2	7,79	8,95	9,10	9,24	16,76	16,85	9,20	9,17	9,57
\hat{h}_d^2	46,44	48,88	47,47	46,94	51,86	52,12	46,12	46,31	47,64
CV%	28,73	27,79	28,08	28,21	35,61	35,47	28,41	28,38	27,97

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

Continua...

Tabela 1A. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial..., continuação.

Comp, de var, e Par, Gen, Exp1	Métodos de Análise								
	MAT/ IC MAL /P8	AL/MAL IC/P4	AL/MAL IC/P8	AT/AL/IC MAT/MAL	MAT/ MAL AL/ AT P4	AT/ P8/AL MAL/ MAT	AT/MAT AL/IC/P4	AT/MAT AL/IC/P8	AT/MAT MAL/IC/P4
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0020	0,0020	0,0020	0,0019	0,0048	0,0049	0,0019	0,0019	0,0019
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0027	0,0027	0,0027	0,0028	0,0048	0,0048	0,0028	0,0028	0,0028
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0010	0,0010	0,0010	0,0009	0,0014	0,0015	0,0008	0,0009	0,0009
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0047	0,0047	0,0047	0,0046	0,0075	0,0075	0,0047	0,0047	0,0046
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-47,50	-46,87	-47,94	-49,86	26,71	28,80	-50,22	-50,77	-49,36
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-35,36	-35,53	-36,09	-34,80	11,69	12,81	-33,95	-35,27	-33,48
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-16,37	-19,65	-20,07	-24,01	20,91	24,69	-33,92	-25,52	-22,17
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-44,58	-44,65	-44,33	-44,91	-10,88	-11,44	-44,50	-44,59	-45,50
\hat{h}_e^2	26,2	26,5	26,1	25,7	35,1	35,5	25,8	25,3	26,0
\hat{h}_d^2	32,7	32,8	32,5	33,4	34,7	34,9	34,0	33,2	33,9
CV%	37,9	37,9	38,0	37,8	48,1	48,0	38,0	37,9	37,6
Exp2									
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0005	0,0004	0,0005	0,0005	0,0015	0,0015	0,0005	0,0005	0,0005
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0043	0,0043	0,0042	0,0042	0,0080	0,0080	0,0041	0,0041	0,0043
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00046	0,00043	0,00047	0,00049	0,00058	0,00065	0,00051	0,00050	0,00048
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0042	0,0042	0,0043	0,0043	0,0068	0,0068	0,0043	0,0043	0,0042
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-41,42	-46,70	-44,42	-41,42	78,99	80,79	-40,82	-39,86	-40,94
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-50,19	-49,60	-50,54	-51,11	-7,03	-6,20	-51,98	-51,78	-50,20
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-50,48	-50,59	-49,89	-49,83	-20,11	-20,59	-49,14	-49,26	-50,58
\hat{h}_e^2	9,43	8,72	8,88	9,27	16,77	16,85	9,23	9,39	9,48
\hat{h}_d^2	47,65	48,16	47,16	46,71	51,83	51,95	45,90	46,09	47,60
CV%	28,03	28,00	28,20	28,22	35,61	35,50	28,41	28,38	28,00

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

Continua...

Tabela 1A. Componentes de variância, parâmetros genéticos, diferencial..., continuação.

Comp, de var, e Par, Gen,	Métodos de Análise							
	Exp1	AT/MAT MAL/IC/P8	AT/AL MAL/IC/P4	AT/AL MAL/IC/P8	MAT/AL/IC MAL/P4	MAT/AL/IC MAL/P8	AT/MAT/AL IC/MAT/P4	AT/MAT/AL IC/MAT/P8
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0019	0,0020	0,0019	0,0019	0,0019	0,0020	0,0019	0,0019
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0027	0,0028	0,0028
$\hat{\sigma}_e^2$	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0010	0,0009	0,0009
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0046	0,0046	0,0046	0,0046	0,0046	0,0047	0,0046	0,0046
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-49,75	-47,71	-49,62	-49,62	-47,94	-49,44	-49,80	-49,80
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-33,95	-34,16	-34,78	-34,78	-36,12	-34,31	-34,78	-34,78
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-21,91	-22,17	-23,76	-23,76	-19,98	-24,18	-23,93	-23,93
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-45,24	-45,27	-44,93	-44,93	-44,30	-45,14	-44,89	-44,89
\hat{h}_e^2	25,7	26,5	25,8	25,8	26,1	25,9	25,7	25,7
\hat{h}_d^2	33,6	33,6	33,4	33,4	32,5	33,6	33,3	33,3
CV%	37,7	37,7	37,8	37,8	38,0	37,7	37,8	37,8
Exp2								
$\hat{\sigma}_{ge}^2$	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00037
$\hat{\sigma}_{gd}^2$	0,0043	0,0043	0,0042	0,0042	0,0042	0,0040	0,0040	0,0040
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00043	0,00048	0,00048	0,00046	0,00050	0,00048	0,00042	0,00042
$\hat{\sigma}_{ed}^2$	0,0042	0,0042	0,0043	0,0043	0,0043	0,0040	0,0039	0,0039
% de var, $\hat{\sigma}_{ge}^2$	-46,70	-44,06	-41,42	-42,26	-40,82	-41,78	-55,58	-55,58
% de var, $\hat{\sigma}_{gd}^2$	-49,66	-49,91	-50,92	-50,66	-51,22	-53,74	-53,67	-53,67
% de var, $\hat{\sigma}_e^2$	-	-	-	-	-	-	-	-
% de var, $\hat{\sigma}_{ed}^2$	-50,52	-50,62	-49,96	-49,99	-49,83	-52,66	-53,80	-53,80
\hat{h}_e^2	8,70	9,02	9,32	9,23	9,34	9,68	7,81	7,81
\hat{h}_d^2	48,08	47,72	46,96	47,20	46,62	46,70	47,60	47,60
CV%	28,02	27,99	28,18	28,17	28,22	27,41	27,08	27,08

$\hat{\sigma}_{ge}^2$ = variância genotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ = variância genotípica dentro de famílias; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância do erro experimental entre parcelas; $\hat{\sigma}_{ed}^2$ = variância do erro experimental dentro de parcelas; \hat{h}_e^2 = herdabilidade no sentido restrito entre famílias; \hat{h}_d^2 = herdabilidade no sentido restrito dentro de famílias de meios-irmãos; CV% coeficiente de variação experimental.

Tabela 2A. Classificação de famílias de polinização aberta de eucalipto no experimento 1 (EXP1) e seus valores genotípicos para altura, diâmetro a altura do peito (DAP) e volume de madeira com e sem o uso de covariáveis de competição.

Caráter Uso da Covariável Classificação	ALTURA (m)		DAP (cm)		VOLUME (m ³)	
	sem	com	sem	com	sem	com
	Família (média)					
1	29 (24,56)	29 (23,14)	29 (19,09)	30 (16,99)	29 (0,319)	30 (0,277)
2	03 (23,99)	02 (22,87)	03 (18,74)	29 (16,94)	03 (0,309)	29 (0,276)
3	02 (23,88)	03 (22,68)	30 (18,43)	03 (16,46)	30 (0,305)	03 (0,270)
4	04 (23,39)	30 (22,56)	04 (18,40)	04 (16,44)	04 (0,303)	04 (0,267)
5	06 (23,25)	46 (22,42)	46 (17,82)	46 (16,44)	46 (0,281)	46 (0,255)
6	46 (23,22)	06 (22,39)	02 (17,52)	05 (16,31)	02 (0,267)	31 (0,249)
7	30 (23,18)	05 (22,28)	05 (17,50)	06 (16,12)	05 (0,264)	05 (0,239)
8	05 (23,07)	04 (22,07)	06 (17,35)	02 (16,03)	06 (0,261)	02 (0,232)
9	09 (22,32)	31 (21,81)	31 (16,71)	31 (15,97)	31 (0,255)	06 (0,231)
10	31 (22,23)	09 (21,72)	01 (16,22)	32 (15,35)	08 (0,232)	07 (0,223)
11	01 (21,97)	32 (21,52)	09 (15,98)	09 (15,25)	01 (0,229)	08 (0,222)
12	32 (21,83)	12 (20,97)	08 (15,94)	12 (15,19)	07 (0,225)	32 (0,215)
13	48 (21,74)	01 (20,71)	32 (15,67)	08 (15,15)	09 (0,225)	09 (0,206)
14	47 (21,48)	08 (20,52)	47 (15,47)	34 (15,01)	32 (0,224)	12 (0,199)
15	07 (21,21)	48 (20,49)	36 (15,46)	36 (14,74)	47 (0,211)	01 (0,195)
16	12 (20,85)	07 (20,39)	07 (15,40)	19 (14,74)	12 (0,202)	48 (0,190)
17	08 (20,72)	11 (20,25)	48 (15,07)	07 (14,67)	36 (0,195)	47 (0,186)
18	11 (20,19)	40 (20,11)	12 (14,93)	35 (14,61)	19 (0,189)	33 (0,184)
19	36 (20,10)	19 (20,06)	19 (14,58)	48 (14,55)	48 (0,180)	34 (0,184)
20	41 (19,78)	28 (20,01)	35 (13,98)	11 (14,43)	33 (0,163)	40 (0,183)
21	40 (19,68)	24 (20,00)	24 (14,02)	40 (14,38)	34 (0,161)	19 (0,179)
22	24 (19,52)	37 (19,98)	33 (14,01)	28 (14,32)	24 (0,158)	36 (0,177)
23	19 (19,50)	10 (19,93)	10 (13,84)	10 (14,31)	11 (0,157)	28 (0,173)
24	10 (19,35)	13 (19,87)	11 (13,84)	45 (14,21)	10 (0,157)	45 (0,170)
25	20 (19,33)	36 (19,79)	34 (13,75)	37 (14,11)	41 (0,156)	11 (0,169)
26	35 (19,29)	34 (19,74)	39 (13,75)	24 (14,05)	35 (0,155)	23 (0,165)
27	49 (19,24)	23 (19,72)	41 (13,64)	39 (14,04)	40 (0,154)	10 (0,163)
28	13 (19,22)	45 (19,72)	49 (13,59)	21 (14,04)	15(0,151)	35 (0,163)
29	18 (19,13)	16 (19,70)	40 (13,58)	33 (14,03)	49 (0,151)	21 (0,160)
30	28 (19,11)	35 (19,67)	20 (13,57)	23 (14,00)	28 (0,149)	49 (0,158)
31	15 (19,10)	47 (19,53)	28 (13,49)	20 (13,78)	39 (0,146)	24 (0,158)
32	23 (19,03)	20 (19,45)	15 (13,48)	16 (13,77)	20 (0,146)	38 (0,157)
33	43 (18,98)	38 (19,39)	16 (13,46)	13 (13,74)	23 (0,141)	15 (0,153)
34	34 (18,98)	44 (19,36)	14 (13,33)	38 (13,73)	18 (0,139)	41 (0,153)
35	33 (18,93)	39 (19,35)	27 (13,31)	22 (13,61)	13 (0,138)	20 (0,151)
36	44 (18,92)	14 (19,29)	18 (13,21)	1 (13,60)	14 (0,138)	39 (0,150)
37	37 (18,85)	18 (19,13)	13 (13,17)	14 (13,50)	16 (0,137)	16 (0,149)
38	14 (18,79)	21 (19,10)	23 (13,06)	44 (13,41)	27 (0,134)	18 (0,148)
39	42 (18,71)	22 (19,07)	25 (13,04)	18 (13,29)	38 (0,133)	14 (0,147)
40	39 (18,66)	43 (19,04)	38 (12,97)	49 (13,16)	44 (0,132)	13 (0,147)
41	16 (18,52)	33 (18,96)	44 (12,89)	27 (13,12)	42 (0,127)	37 (0,145)
42	45 (18,45)	49 (18,88)	43 (12,86)	43 (13,07)	43 (0,127)	27 (0,142)
43	26 (18,37)	41 (18,84)	37 (12,77)	47 (13,07)	45 (0,126)	44 (0,141)
44	38 (18,32)	27 (18,80)	42 (12,70)	41 (12,96)	37 (0,125)	22 (0,139)
45	17 (18,21)	15 (18,47)	26 (12,66)	15 (12,55)	26 (0,125)	42 (0,130)
46	27 (18,12)	25 (18,47)	45 (12,56)	25 (12,50)	25 (0,125)	43 (0,129)
47	22 (18,09)	17 (18,22)	17 (12,37)	17 (12,43)	17 (0,118)	26 (0,126)
48	21 (17,89)	42 (17,97)	21 (12,34)	42 (11,89)	21 (0,118)	17 (0,124)
49	25 (17,72)	26 (17,60)	22 (12,14)	26 (11,64)	22 (0,111)	25 (0,123)

Tabela 3A. Classificação de famílias de polinização aberta de eucalipto no experimento 2 (EXP2) e seus valores genotípicos para altura, diâmetro a altura do peito (DAP) e volume de madeira com e sem o uso de covariáveis de competição.

Caráter Uso da Covariável Classificação	ALTURA (m)		DAP (cm)		VOLUME (m ³)	
	sem	com	sem	com	sem	com
	Família (Média)					
1	36 (25,53)	36 (24,82)	37 (16,59)	37 (17,09)	37 (0,263)	37 (0,263)
2	42 (25,03)	09 (24,50)	42 (16,43)	42 (16,95)	36 (0,259)	36 (0,259)
3	37 (24,64)	37 (24,18)	36 (16,32)	36 (16,73)	09 (0,256)	09 (0,256)
4	41 (24,52)	42 (24,17)	08 (16,19)	08 (16,62)	42 (0,254)	42 (0,254)
5	35 (24,50)	34 (24,11)	09 (16,15)	09 (16,54)	34 (0,253)	34 (0,253)
6	08 (24,45)	41 (24,10)	43 (16,06)	43 (16,37)	08 (0,247)	08 (0,247)
7	34 (24,44)	35 (24,07)	35 (16,00)	34 (16,23)	11 (0,246)	11 (0,246)
8	43 (24,37)	39 (24,07)	19 (15,97)	19 (16,21)	43 (0,242)	43 (0,242)
9	09 (24,32)	08 (24,07)	34 (15,92)	35 (16,17)	32 (0,240)	32 (0,240)
10	32 (24,17)	40 (23,98)	41 (15,86)	41 (16,08)	35 (0,240)	35 (0,240)
11	19 (23,83)	38 (23,94)	14 (15,85)	39 (15,95)	14 (0,239)	14 (0,239)
12	14 (23,80)	32 (23,93)	44 (15,77)	14 (15,89)	04 (0,238)	04 (0,238)
13	38 (23,68)	43 (23,85)	27 (15,75)	44 (15,81)	20 (0,238)	20 (0,238)
14	15 (23,65)	33 (23,64)	39 (15,72)	27 (15,74)	21 (0,238)	21 (0,238)
15	39 (23,62)	14 (23,61)	04 (15,60)	20 (15,65)	27 (0,236)	27 (0,236)
16	33 (23,57)	11 (23,49)	28 (15,58)	15 (15,65)	19 (0,236)	19 (0,236)
17	20 (23,52)	28 (23,39)	20 (15,57)	28 (15,63)	44 (0,235)	44 (0,235)
18	40 (23,38)	04 (23,33)	15 (15,56)	40 (15,63)	23 (0,232)	23 (0,232)
19	28 (23,28)	18 (23,30)	12 (15,48)	12 (15,62)	41 (0,232)	41 (0,232)
20	04 (23,14)	05 (23,25)	30 (15,42)	04 (15,53)	40 (0,231)	40 (0,231)
21	11 (23,13)	20 (23,25)	40 (15,39)	30 (15,38)	15 (0,230)	15 (0,230)
22	05 (23,12)	07 (23,09)	21 (15,37)	11 (15,36)	39 (0,229)	39 (0,229)
23	07 (23,00)	21 (23,05)	23 (15,34)	33 (15,34)	28 (0,229)	28 (0,229)
24	30 (22,95)	16 (23,05)	33 (15,33)	23 (15,24)	28 (0,228)	38 (0,228)
25	12 (22,92)	15 (23,04)	38 (15,29)	21 (15,22)	22 (0,227)	22 (0,227)
26	21 (22,86)	06 (22,95)	11 (15,28)	38 (15,20)	30 (0,227)	30 (0,227)
27	01 (22,78)	30 (22,90)	24 (15,20)	02 (15,16)	18 (0,226)	18 (0,226)
28	10 (22,74)	24 (22,89)	05 (15,19)	05 (15,13)	17 (0,226)	17 (0,226)
29	02 (22,72)	19 (22,81)	29 (15,17)	32 (15,00)	31 (0,226)	31 (0,226)
30	44 (22,71)	13 (22,74)	10 (15,17)	29 (14,91)	02 (0,224)	02 (0,224)
31	29 (22,70)	29 (22,64)	02 (15,16)	13 (14,89)	12 (0,224)	12 (0,224)
32	27 (22,69)	12 (22,60)	25 (15,15)	24 (14,89)	05 (0,224)	05 (0,224)
33	23 (22,53)	23 (22,57)	18 (15,09)	18 (14,86)	01 (0,221)	01 (0,221)
34	24 (22,46)	02 (22,56)	26 (15,03)	10 (14,83)	24 (0,220)	24 (0,220)
35	25 (22,41)	31 (22,56)	06 (15,03)	26 (14,82)	06 (0,219)	06 (0,219)
36	06 (22,39)	22 (22,54)	03 (15,01)	06 (14,80)	29 (0,217)	29 (0,217)
37	22 (22,35)	26 (22,47)	13 (15,00)	25 (14,79)	03 (0,215)	03 (0,215)
38	26 (22,27)	10 (22,43)	07 (14,95)	7 (14,77)	10 (0,214)	10 (0,214)
39	13 (22,26)	27 (22,37)	31 (14,93)	31 (14,66)	07 (0,213)	07 (0,213)
40	18 (21,94)	01 (22,35)	22 (14,93)	22 (14,64)	13 (0,212)	13 (0,212)
41	16 (21,85)	44 (22,19)	17 (14,92)	03 (14,60)	26 (0,210)	26 (0,210)
42	03 (21,60)	25 (22,03)	01 (14,92)	01 (14,59)	33 (0,208)	33 (0,208)
43	31 (21,40)	17 (21,75)	32 (14,59)	17 (14,54)	25 (0,204)	25 (0,204)
44	17 (20,96)	03 (21,57)	16 (14,37)	16 (13,86)	16 (0,203)	16 (0,203)

Tabela 4A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias de polinização aberta de eucalipto e seus valores genotípicos pertencentes ao experimento 1 (EXP1) para altura, diâmetro a altura do peito (DAP) e volume de madeira com e sem o uso de covariáveis de competição (a família correspondente do indivíduo é igual ao seu número dividido por 60 arredondando-se para o próximo nº inteiro).

Caráter	ALTURA (m)		DAP (cm)		VOLUME (m ³)	
	sem	com	sem	com	sem	com
Classificação	Indivíduos (valor genotípico)					
1	1697 (24,73)	1880 (24,65)	1789 (22,94)	691 (20,23)	1789 (0,438)	1789 (0,430)
2	1719 (24,71)	1796 (24,60)	151 (22,86)	1789 (19,91)	151 (0,433)	151 (0,412)
3	1707 (24,69)	191 (24,23)	211 (22,48)	141 (19,54)	211 (0,421)	141 (0,402)
4	1720 (24,63)	1707 (24,17)	141 (22,45)	1763 (19,51)	141 (0,419)	2716 (0,399)
5	1725 (24,63)	1916 (24,07)	1763 (22,39)	2716 (19,47)	1763 (0,416)	1763 (0,396)
6	1735 (24,62)	2716 (24,03)	1719 (22,11)	2297 (19,13)	2716 (0,412)	211 (0,393)
7	1706 (24,61)	80 (24,01)	2716 (22,10)	2720 (19,00)	1719 (0,409)	691 (0,392)
8	1733 (24,59)	1706 (23,98)	238 (22,01)	211 (18,99)	238 (0,401)	1719 (0,380)
9	1734 (24,59)	281 (23,89)	1697 (21,84)	2831 (18,93)	1697 (0,399)	2720 (0,372)
10	1736 (24,59)	1826 (23,86)	1800 (21,72)	238 (18,69)	224 (0,396)	1697 (0,366)
11	1740 (24,59)	1919 (23,86)	224 (21,70)	151 (18,67)	187 (0,390)	238 (0,365)
12	1699 (24,57)	1778 (23,85)	691 (21,66)	1828 (18,61)	126 (0,388)	224 (0,363)
13	1716 (24,57)	254 (23,85)	163 (21,62)	1342 (18,52)	1684 (0,387)	1834 (0,362)
14	1727 (24,56)	2859 (23,84)	1684 (21,53)	1769 (18,51)	163 (0,386)	126 (0,358)
15	1717 (24,55)	100 (23,84)	126 (21,51)	1719 (18,50)	2720 (0,384)	1684 (0,357)
16	1718 (24,55)	1708 (23,83)	2720 (21,49)	1777 (18,50)	1800 (0,380)	187 (0,355)
17	1701 (24,53)	1702 (23,81)	187 (21,43)	251 (18,47)	1717 (0,379)	163 (0,353)
18	1702 (24,53)	1763 (23,80)	1717 (21,34)	224 (18,44)	691 (0,379)	1800 (0,353)
19	1705 (24,53)	104 (23,80)	1724 (21,33)	191 (18,41)	1754 (0,376)	378 (0,351)
20	1708 (24,53)	1709 (23,79)	351 (21,21)	281 (18,41)	1724 (0,374)	1769 (0,350)
21	1684 (24,52)	73 (23,76)	130 (21,20)	1684 (18,38)	1769 (0,374)	1828 (0,349)
22	1731 (24,51)	537 (23,75)	1769 (21,16)	1724 (18,38)	235 (0,373)	1754 (0,347)
23	1732 (24,51)	1789 (23,75)	1754 (21,14)	1793 (18,32)	130 (0,373)	1784 (0,345)
24	1739 (24,51)	107 (23,72)	1834 (21,12)	80 (18,30)	1767 (0,370)	1717 (0,344)
25	1724 (24,47)	1819 (23,72)	1793 (221,10)	2751 (18,29)	191 (0,370)	1767 (0,342)
26	1726 (24,47)	1828 (23,70)	235 (21,09)	344 (18,28)	1784 (0,369)	1777 (0,342)
27	1709 (24,46)	147 (23,69)	1714 (21,03)	107 (18,28)	210 (0,368)	2297 (0,342)
28	1683 (24,44)	1816 (23,69)	170 (21,00)	147 (18,27)	1834 (0,367)	2751 (0,341)
29	1737 (24,43)	1777 (23,69)	344 (20,90)	1767 (18,25)	1793 (0,367)	344 (0,340)
30	1698 (24,41)	105 (23,67)	80 (20,87)	434 (18,25)	1777 (0,366)	351 (0,338)
31	1730 (24,38)	74 (23,64)	174 (20,86)	1754 (18,23)	153 (0,365)	1793 (0,338)
32	1710 (24,37)	2751 (23,64)	153 (20,86)	1707 (18,21)	174 (0,365)	1836 (0,338)
33	1711 (24,31)	1767 (23,64)	1767 (20,85)	1834 (18,19)	2751 (0,364)	1724 (0,338)
34	1713 (24,31)	98 (23,63)	1777 (20,80)	303 (18,18)	195 (0,364)	371 (0,336)
35	1714 (24,31)	1775 (23,62)	1784 (20,79)	473 (18,16)	1725 (0,364)	130 (0,336)
36	1721 (34,30)	1773 (23,60)	147 (20,76)	1713 (18,11)	1714 (0,363)	235 (0,335)
37	1728 (34,30)	83 (23,59)	150 (20,76)	689 (18,11)	147 (0,662)	434 (0,334)
38	1682 (24,28)	1776 (23,59)	1687 (20,76)	535 8,09)	1707 (0,362)	80 (0,333)
39	1692 (24,25)	1913 (23,59)	1725 (20,72)	1714 (18,09)	150 (0,361)	1807 (0,333)
40	1694 24,25)	2857 (23,59)	210 (20,69)	1800 8,08)	344 (0,361)	303 (0,333)
41	151 (24,23)	2831 (23,57)	2751 (20,68)	666 (18,05)	351 (0,361)	666 (0,332)

Continua...

Tabela 4A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias..., continuação.

Caráter	ALT (m)		DAP (cm)		VOL (m ³)	
	sem	com	sem	com	sem	Com
Classificação	Indivíduos (valor genotípico)					
42	1685 (24,21)	1743 (23,57)	191 (20,67)	1725 (18,05)	170 (0,361)	375 (0,331)
43	1687 (24,21)	141 (23,53)	195 (20,67)	1741 (18,04)	1701 (0,360)	191 (0,330)
44	141 (24,21)	1822 (23,51)	303 (20,63)	150 (18,04)	80 (0,60)	153 (0,330)
45	144 (24,21)	325 (23,50)	378 (20,63)	170 (17,98)	1687 (0,355)	1725 (0,329)
46	171 (24,19)	1740 (23,48)	1701 (20,63)	1765 (17,94)	1727 (0,353)	147 (0,329)
47	176 (24,19)	150 (23,47)	473 (20,59)	254 (17,93)	378 (0,353)	387 (0,329)
48	1738 (24,19)	1732 (23,47)	1713 (20,57)	235 7,91)	1770 (0,353)	372 (0,329)
49	1691 (24,18)	2712 (23,45)	1836 (20,51)	290 (17,89)	303 (0,352)	150 (0,328)
50	120 (24,18)	2713(23,44)	375 (20,48)	163 (17,89)	1731 (0,352)	210 (0,328)
51	1695 (24,17)	2718 (23,44)	233 (20,48)	1804 (17,87)	1765 (0,351)	1707 (0,328)
52	80 (24,16)	72 (23,44)	1707 (20,48)	100 (17,86)	1828 (0,351)	2721 (0,328)
53	1693 (24,15)	1725 (23,43)	434 (20,47)	1880 (17,83)	1713 (0,351)	170 (0,328)
54	163 (24,15)	1915 (23,43)	336 (20,45)	351 (17,83)	233 (0,350)	473 (0,327)
55	83 (24,12)	253 (23,43)	2297 (20,44)	195 (17,82)	2744 (0,350)	535 (0,327)
56	126 (24,12)	1823 (23,43)	535 (20,43)	1807 (17,78)	2721 (0,350)	2744 (0,326)
57	174 (24,11)	1587 (23,42)	1731 (20,42)	1086 (17,78)	1836 (0,349)	1770 (0,326)
58	177 (24,11)	1765 (23,41)	1828 (20,41)	2744 (17,77)	202 (0,348)	2412 (0,326)
59	1700 (24,09)	142 (2,,38)	1727 (20,41)	675 (17,74)	139 (0,346)	195 (0,325)
60	73 (24,08)	1741 (23,37)	1765 (20,40)	267 (17,73)	1735 (0,344)	1701 (0,324)
61	1681 (24,08)	1736 (23,37)	2744 (20,37)	1717 (17,73)	123 (0,343)	174 (0,323)
62	152 (24,07)	344 (23,37)	107 (20,37)	1721 (17,73)	1778 (0,343)	1342 (0,323)
63	153 (24,07)	2852 (23,,37)	2776 (20,31)	322 (17,72)	434 (0,343)	1714 (0,322)
64	122 (24,05)	1769 (23,36)	2721 (20,28)	2018 (17,71)	1741 (0,342)	1804 (0,321)
65	147 (24,05)	1701 (23,36)	139 (20,28)	2412 (17,69)	1720 (0,342)	1765 (0,320)
66	180 (24,05)	1747 (23,34)	267 (20,27)	2877 (17,69)	178 (0,342)	251 (0,318)
67	1703 (24,05)	1705 (23,33)	1721 (20,26)	1934 (17,68)	1721 (0,341)	2018 (0,317)
68	123 (24,04)	1710 (23,32)	251 (20,25)	387 (17,68)	336 (0,341)	689 (0,317)
69	178 (24,03)	1841 (23,30)	1770 (20,24)	1122 (17,68)	1699 (0,341)	322 (0,315)
70	116 (24,02)	287 (23,29)	1807 (20,23)	336 (17,67)	1683 (0,341)	2734 (0,315)
71	117 (24,02)	149 (23,29)	292 (20,22)	1355 (17,67)	144 (0,340)	336 (0,315)
72	150 (24,02)	1721 (23,26)	1760 (20,22)	355 (17,66)	1807 (0,339)	20 (0,314)
73	139 (24,01)	2754 (23,26)	20 (20,20)	287 (17,66)	155 (0,339)	447 (0,314)
74	74 (24,00)	2746 (23,24)	447 (20,19)	292 (17,63)	185 (0,339)	1727 (0,314)
75	157 (23,99)	484 (23,24)	461 (20,12)	1826 (17,63)	1743 (0,339)	107 (0,313)
76	98 (23,98)	290 (23,23)	178 (20,09)	1701 (17,61)	171 (0,339)	1778 (0,313)
77	100 (23,98)	2720 (23,23)	155 (20,09)	1778 (17,60)	473 (0,338)	1713 (0,313)
78	104 (23,98)	2719 (23,23)	202 (20,07)	1836 (17,58)	107 (0,338)	1741 (0,312)
79	149 (23,97)	691 (23,22)	1741 (20,06)	2407 (17,58)	1760 (0,338)	2407 (0,312)
80	1704 (23,96)	114 (23,22)	322 (20,04)	461 (17,57)	1716 (0,337)	2831 (0,310)
81	107 (23,96)	1754 (23,21)	231 (20,02)	375 (17,55)	219 (0,337)	267 (0,310)
82	86 (23,96)	144 (23,20)	666 (20,00)	1743 (17,53)	535 (0,337)	1731 (0,310)
83	112 (23,96)	1770 (23,19)	355 (19,99)	2242 (17,53)	322 (0,337)	292 (0,309)
84	130 923,96)	251 (23,18)	123 (19,97)	2733 (17,52)	2734 (0,337)	1743 (0,309)
85	72 (23,94)	148 (23,17)	1735 (19,96)	1639 (17,51)	375 (0,337)	2726 (0,309)

Continua...

Tabela 4A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias..., continuação.

Caráter	ALT (m)		DAP (cm)		VOL (m ³)	
	sem	com	sem	com	sem	com
Classificação	Indivíduos (valor genotípico)					
86	78 (23,94)	1772 (23,17)	2734 (19,92)	1843 (17,51)	2726 (0,336)	1687 (0,308)
87	131 (23,93)	143 (23,16)	294 (19,91)	378 (17,50)	1733 (0,336)	2722 (0,308)
88	191 (23,92)	483 (23,15)	281 (19,90)	142 (17,49)	231 (0,336)	2776 (0,308)
89	155 (23,91)	1871 (23,14)	387 (19,89)	1855 (17,49)	251 (0,336)	281 (0,307)
90	165 (23,91)	2251 (23,14)	1778 (19,88)	2675 (17,49)	220 (0,335)	461 (0,307)
91	167 (23,91)	1744 (23,13)	689 (18,87)	1784 (17,48)	197 (0,335)	1843 (0,307)
92	170 (23,91)	1720 (23,13)	213 (19,87)	1095 (17,48)	20 (0,335)	202 (0,306)
93	1712 (23,91)	2744 (23,11)	220 (19,87)	2734 (17,48)	227 (0,334)	139 (0,305)
94	1789 (23,90)	256 (23,11)	371 (19,87)	1841 (17,46)	2722 (0,334)	1934 (0,304)
95	224 (23,90)	1784 (23,11)	2722 (19,82)	1697 (17,45)	267 (0,333)	1923 (0,304)
96	105 (23,90)	120 (23,09)	2726 (19,82)	1414 (17,45)	292 (0,333)	1788 (0,304)
97	108 (23,90)	1719 (2,09)	265 (19,82)	98 (17,43)	387 (0,333)	233 (0,304)
98	142 (23,89)	434 (23,09)	1720 (19,81)	2360 (17,41)	203 (0,333)	1355 (0,304)
99	148 (23,89)	1745 (23,09)	171 (19,78)	1731 (17,36)	213 (0,333)	123 (0,303)
100	64 (23,87)	303 (23,08)	2412 (19,77)	139 (17,31)	1775 (0,332)	2733 (0,303)
101	66 (23,87)	75 (23,07)	1743 (19,76)	447 (17,30)	371 (0,332)	1683 (0,303)
102	70 (23,87)	1716 (23,06)	1086 (19,76)	2680 (17,30)	176 (0,332)	1720 (0,302)
103	114 (23,86)	2733 (23,06)	185 (19,75)	1916 (17,30)	1788 (0,331)	1735 (0,302)
104	1696 (23,85)	197 (23,06)	1843 (19,73)	2081 (17,29)	142 (0,330)	2709 (0,300)
105	158 (2,85)	2013 (23,05)	1783 (19,71)	1080 (17,29)	666 (0,330)	1880 (0,300)
106	197 (23,84)	196 (23,04)	219 (19,71)	325 (17,29)	1705 (0,330)	144 (0,298)
107	71 (23,84)	139 (23,04)	372 (19,71)	2859 (17,27)	1739 (0,330)	1760 (0,298)
108	77 (23,84)	1793 (23,04)	40 (19,71)	2396 (17,27)	215 (0,329)	265 (0,297)
109	169 (23,83)	641 (23,02)	1683 (19,69)	261 (17,26)	447 (0,329)	1841 (0,297)
110	1784 (23,82)	103 (23,01)	1699 (19,68)	1854 (17,26)	2709 (0,328)	142 (0,296)
111	211 (23,82)	1803 (23,01)	133 (19,66)	1751 (17,25)	1737 (0,328)	1721 (0,296)
112	96 (23,82)	322 (23,01)	2705 (19,64)	1919 (17,24)	372 (0,328)	1775 (0,296)
113	210 (23,80)	117 (22,99)	2709 (19,64)	1702 (17,23)	1745 (0,327)	254 (0,296)
114	145 (23,79)	535 (22,97)	2831 (19,61)	1803 (17,23)	281 (0,327)	178 (0,296)
115	173 (23,79)	2710 (22,97)	2732 (19,61)	1914 (17,21)	265 (0,327)	1086 (0,295)
116	187 (23,79)	195 (22,96)	2733 (19,61)	1908 (17,20)	177 (0,326)	155 (0,295)
117	61 (23,79)	1739 (22,96)	2735 (19,61)	126 (17,20)	1781 (0,326)	185 (0,295)
118	238 (23,78)	353 (22,95)	1758 (19,60)	187 (17,19)	2705 (0,326)	1699 (0,295)

Tabela 5A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias de polinização aberta de eucalipto e seus valores genotípicos pertencentes ao experimento 2 (EXP2) para altura, diâmetro a altura do peito (DAP) e volume de madeira com e sem o uso de covariáveis de competição (a família correspondente do indivíduo é igual ao seu número dividido por 60 arredondando-se para o próximo nº inteiro).

Caráter	ALT (m)		DAP (cm)		VOL (m ³)	
	sem	com	sem	com	sem	com
Uso de cov.						
Classificação	Indivíduos (valor genotípico)					
1	744 (30,46)	310 (28,84)	1960 (26,78)	880 (25,52)	1190 (0,769)	1190 (0,673)
2	310 (30,25)	454 (28,54)	2477 (25,90)	143 (25,42)	2220 (0,731)	1677 (0,635)
3	2357 (30,08)	744 (28,53)	880 (25,89)	1068 (25,34)	1748 (0,725)	1108 (0,620)
4	1540 (29,84)	2464 (28,19)	298 (25,61)	224 (25,27)	1677 (0,698)	2220 (0,609)
5	666 (29,77)	2213 (27,99)	224 (25,34)	1585 (24,95)	1108 (0,690)	2600 (0,599)
6	298 (29,74)	1977 (27,98)	2213 (25,04)	2477 (24,82)	1324 (0,673)	843 (0,587)
7	1977 (29,73)	653 (27,94)	143 (25,02)	49 (24,71)	843 (0,655)	1748 (0,587)
8	616 (29,66)	208 (27,79)	492 (24,89)	1960 (24,65)	249 (0,651)	1109 (0,567)
9	1527 (29,64)	33 (27,74)	1585 (24,41)	298 (24,46)	2600 (0,647)	113 (0,558)
10	1361 (29,57)	1710 (27,74)	49 (24,32)	433 (24,43)	113 (0,629)	1324 (0,556)
11	102 (29,57)	2357 (27,64)	2570 (24,26)	2213 (24,12)	2583 (0,624)	1595 (0,539)
12	1490 (29,54)	1960 (27,55)	1068 (24,09)	492 (24,01)	271 (0,618)	2102 (0,534)
13	1691 (29,52)	1626 (27,55)	2592 (23,83)	2592 (23,83)	2102 (0,611)	2392 (0,521)
14	2213 (29,44)	1540 (27,40)	433 (23,79)	1069 (23,55)	1109 (0,606)	2583 (0,520)
15	1110 (29,43)	894 (27,37)	352 (23,78)	721 (23,51)	127 (0,604)	271 (0,514)
16	454 (29,40)	70 (27,36)	1043 (23,69)	208 (23,24)	2392 (0,602)	2124 (0,513)
17	1960 (29,37)	27 (27,30)	1069 (23,43)	917 (23,19)	1595 (0,589)	2541 (0,505)
18	216 (29,36)	149 (27,29)	35 (23,43)	1043 (23,05)	2320 (0,588)	312 (0,504)
19	208 (29,35)	872 (27,27)	917 (23,33)	1626 (23,04)	2124 (0,586)	2251 (0,503)
20	1045 (29,30)	327 (27,26)	1361 (23,29)	1858 (22,98)	2061 (0,573)	249 (0,500)
21	2477 (29,29)	2319 (27,25)	27 (23,25)	2447 (22,98)	183 (0,570)	2114 (0,497)
22	2592 (29,19)	2418 (27,25)	2447 (23,19)	27 (22,96)	2114 (0,570)	2061 (0,495)
23	2503 (29,17)	1045 (27,22)	1252 (23,07)	1301 (22,91)	2461 (0,565)	2320 (0,490)
24	2057 (29,15)	803 (27,18)	1691 (23,04)	48 (22,91)	2541 (0,562)	2211 (0,480)
25	1626 (29,12)	497 (27,18)	33 (23,00)	1962 (22,87)	983 (0,560)	1208 (0,480)
26	27 (29,12)	2494 (27,16)	310 (22,95)	1252 (22,85)	1810 (0,554)	127 (0,475)
27	1819 (29,12)	185 (27,13)	1221 (22,92)	2561 (22,79)	2251 (0,551)	2461 (0,474)
28	33 (29,08)	2635 (27,04)	1301 (22,92)	352 (22,78)	312 (0,546)	849 (0,468)
29	2418 (29,03)	196 (27,04)	149 (22,90)	744 (22,66)	207 (0,545)	1344 (0,461)
30	653 (29,00)	943 (26,98)	634 (22,88)	1868 (22,58)	575 (0,545)	602 (0,460)
31	236 (28,96)	2401 (26,96)	721 (22,84)	2494 (22,52)	2026 (0,545)	2472 (0,457)
32	833 (28,96)	623 (26,92)	208 (22,84)	109 (22,52)	602 (0,542)	1154 (0,455)
33	894 (28,96)	557 (26,91)	102 (22,84)	149 (22,51)	2211 (0,541)	957 (0,453)
34	492 (28,96)	1104 (26,89)	2464 (22,77)	2464 (22,50)	2242 (0,539)	2063 (0,452)
35	497 (28,96)	666 (26,89)	744 (22,75)	1045 (22,49)	2 (0,538)	1614 (0,451)
36	2420 (28,94)	1110 (26,88)	454 (22,71)	454 (22,49)	1208 (0,537)	2026 (0,449)
37	2494 (28,936)	59 (26,87)	632 (22,70)	2418 (22,45)	1344 (0,532)	74 (0,449)
38	2401 (28,93)	1490 (26,86)	2096 (22,54)	450 (22,43)	521 (0,528)	183 (0,448)

Continua...

Tabela 5A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias..., continuação.

Caráter	ALT (m)		DAP (cm)		VOL (m ³)	
	sem	com	sem	com	sem	com
Uso de cov.						
Classificação	Indivíduos (valor genotípico)					
39	1710 (28,91)	1301 (26,85)	109 (22,54)	1104 (22,39)	185 (0,526)	1638 (0,448)
40	924 (28,86)	833 (26,84)	794 (22,49)	1221 (22,39)	225 (0,526)	1691 (0,445)
41	1999 (28,86)	1716 (26,82)	1795 (22,49)	47 (22,29)	609 (0,526)	1810 (0,444)
42	1695 (28,85)	546 (26,81)	2357 (22,43)	22 (22,28)	1814 (0,525)	2588 (0,440)
43	2138 (28,83)	2477 (26,80)	2418 (22,35)	35 (22,28)	421 (0,524)	1626 (0,437)
44	669 (28,82)	102 (26,79)	1223 (22,32)	601 (22,27)	849 (0,521)	1152 (0,436)
45	1776 (28,80)	718 (26,79)	1626 (22,24)	634 (22,27)	1101 (0,521)	1146 (0,436)
46	173 (28,79)	2138 (26,78)	2494 (22,21)	2096 (22,25)	1497 (0,521)	2255 (0,435)
47	718 (28,78)	2057 (26,75)	2424 (22,20)	1223 (22,20)	1154 (0,519)	2242 (0,434)
48	1104 (28,76)	1614 (26,75)	1710 (22,19)	2051 (22,20)	1853 (0,519)	521 (0,432)
49	70 (28,73)	657 (26,74)	2 (22,16)	940 (22,15)	432 (0,516)	983 (0,431)
50	738 (28,71)	1819 (26,72)	1517 (22,15)	718 (22,14)	957 (0,515)	207 (0,431)
51	1841 (28,70)	357 (26,71)	1962 (22,11)	2357 (22,11)	1754 (0,512)	1794 (0,430)
52	696 (28,69)	981 (26,71)	1104 (22,10)	196 (22,09)	247 (0,511)	1350 (0,430)
53	2319 (28,67)	1488 (26,68)	173 (22,10)	1196 (22,08)	1836 (0,510)	609 (0,430)
54	2371 (28,65)	1163 (26,67)	1819 (22,08)	1183 (22,07)	2588 (0,510)	1497 (0,428)
55	109 (28,62)	22 (26,67)	1540 (22,07)	1517 (22,07)	1300 (0,510)	1836 (0,428)
56	2464 (28,61)	1611 (26,65)	1234 (22,07)	102 (22,05)	74 (0,507)	1814 (0,428)
57	1493 (28,60)	247 (26,64)	1841 (22,06)	1977 (22,04)	1686 (0,506)	719 (0,426)
58	1183 (28,60)	477 (26,63)	411 (22,03)	632 (22,02)	1152 (0,504)	1177 (0,426)
59	1937 (28,59)	669 (26,63)	1868 (22,02)	812 (21,99)	2063 (0,503)	432 (0,424)
60	1488 (28,59)	788 (26,62)	22 (21,97)	891 (21,91)	1291 (0,502)	1300 (0,423)
61	1329 (28,57)	1585 (26,61)	512 (21,94)	794 (21,87)	1146 (0,502)	1886 (0,422)
62	1927 (28,57)	69 (26,60)	718 (21,93)	33 (21,87)	1336 (0,501)	2055 (0,421)
63	1043 (28,54)	2424 (26,59)	276 (21,93)	2179 (21,86)	2614 (0,500)	2614 (0,420)
64	1050 (28,54)	998 (26,59)	696 (21,90)	438 (21,86)	1794 (0,500)	588 (0,419)
65	1545 (28,52)	276 (26,59)	1183 (21,88)	2570 (21,83)	1781 (0,498)	1754 (0,419)
66	143 (28,50)	2159 (26,57)	1061 (21,88)	1110 (21,80)	1205 (0,498)	185 (0,418)
67	1323 (28,47)	2485 (26,57)	734 (21,87)	1795 (21,68)	2509 (0,494)	225 (0,418)
68	1325 (28,47)	128 (26,57)	2051 (21,86)	54 (21,67)	719 (0,492)	2509 (0,417)
69	276 (28,47)	1527 (26,56)	2561 (21,84)	1531 (21,67)	1067 (0,491)	248 (0,416)
70	1234 (27,47)	837 (26,55)	1858 (21,83)	1856 (21,66)	2255 (0,490)	862 (0,416)
71	1099 (28,46)	1338 (26,55)	196 (21,83)	2002 (21,66)	248 (0,490)	2232 (0,415)
72	557 (28,45)	1776 (26,54)	2179 (21,82)	1786 (21,64)	349 (0,489)	122 (0,414)
73	546 (28,44)	2135 (26,53)	1531 (21,82)	1695 (21,64)	1516 (0,488)	2130 (0,414)
74	224 (28,42)	2430 (26,53)	601 (21,80)	173 (21,64)	1242 (0,486)	2 (0,413)
75	734 (28,42)	42 (26,50)	2392 (21,77)	1361 (21,64)	2232 (0,485)	1516 (0,412)
76	1771 (28,42)	891 (26,50)	1754 (21,74)	2337 (21,63)	862 (0,484)	2413 (0,412)

Continua...

Tabela 5A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias..., continuação.

Caráter	ALT (m)		DAP (cm)		VOL (m ³)	
	sem	Com	sem	com	sem	com
Uso de cov.						
Classificação	Indivíduos (valor genotípico)					
77	1697 (28,42)	298 (26,50)	205 (21,74)	852 (21,61)	200 (0,484)	1242 (0,411)
78	54 (28,37)	705 (26,49)	833 (21,71)	1632 (21,55)	864 (0,484)	1781 (0,410)
79	1754 (28,35)	2624 (26,49)	2319 (21,71)	1937 (21,55)	1307 (0,482)	677 (0,409)
80	2434 (38,35)	2202 (26,48)	1045 (21,68)	2319 (21,54)	1482 (0,482)	648 (0,402)
81	634 (28,35)	1608 (26,48)	1196 (21,66)	1625 (21,52)	1429 (0,481)	421 (0,402)
82	1046 (28,35)	2302 (26,46)	1977 (21,66)	1844 (21,49)	524 (0,480)	1237 (0,402)
83	1520 (28,34)	438 (26,46)	891 (21,64)	2392 (21,47)	985 (0,479)	81 (0,400)
84	211 (38,31)	1625 (26,46)	47 (21,60)	833 (21,47)	1614 (0,479)	2107 (0,400)
85	943 (38,31)	616 (26,46)	1695 (21,59)	310 (21,41)	330 (0,477)	2465 (0,399)
86	1798 (38,31)	1999 (26,45)	1022 (21,58)	1590 (21,39)	1374 (0,476)	864 (0,398)
87	891 (38,30)	2484 (26,42)	71 (21,52)	70 (21,33)	1691 (0,474)	2552 (0,395)
88	1883 (38,29)	173 (26,41)	1590 (21,52)	557 (21,31)	648 (0,474)	1205 (0,393)
89	1884 (28,29)	109 (26,41)	1937 (21,48)	1691 (21,25)	1023 (0,473)	330 (0,393)
90	548 (28,25)	1050 (26,39)	1776 (21,47)	734 (21,18)	1638 (0,472)	197 (0,393)
91	662 (28,25)	548 (26,38)	757 (21,46)	1022 (21,16)	1350 (0,471)	1101 (0,391)
92	438 (28,25)	236 (26,37)	450 (21,46)	996 (21,16)	891 (0,470)	349 (0,391)
93	1786 (28,25)	641 (26,36)	1856 (21,44)	1776 (21,12)	122 (0,469)	1291 (0,390)
94	477 (28,24)	2434 (26,35)	1844 (21,43)	1240 (21,11)	567 (0,469)	2353 (0,90)
95	599 (28,23)	1405 (26,34)	1114 (21,43)	1440 (21,11)	1339 (0,467)	837 (0,390)
96	1867 (28,22)	1565 (26,34)	48 (21,42)	1819 (21,10)	1318 (0,467)	1336 (0,389)
97	1498 (28,22)	1667 (26,34)	1903 (21,42)	477 (21,10)	2465 (0,466)	971 (0,388)
98	1531 (28,22)	1595 (26,33)	852 (21,38)	313 (21,09)	2472 (0,465)	1787 (0,387)
99	2505 (28,22)	2573 (26,32)	2503 (21,38)	696 (21,06)	1237 (0,464)	2506 (0,87)
100	2510 (28,22)	186 (26,31)	2337 (21,33)	1182 (21,04)	1192 (0,464)	1318 (0,386)
101	1962 (28,20)	2625 (26,30)	1024 (21,32)	1234 (21,01)	1177 (0,463)	816 (0,386)
102	2424 (28,19)	539 (26,29)	54 (21,29)	71 (21,00)	2055 (0,463)	1307 (0,385)
103	59 (28,18)	747 (26,27)	1786 (21,28)	512 (20,98)	677 (0,463)	106 (0,384)
104	2495 (28,17)	48 (26,26)	1009 (21,28)	276 (20,94)	81 (0,462)	1023 (0,384)
105	2159 (28,17)	1437 (26,25)	2269 (21,26)	1754 (20,90)	2552 (0,460)	2058 (0,382)
106	1625 (28,17)	428 (26,24)	812 (21,25)	525 (20,90)	1835 (0,459)	488 (0,382)

Tabela 6A. Classificação de famílias de polinização aberta de eucalipto pertencentes ao experimento 1 (EXP1) e seus valores genotípicos para três idades de seleção para o caráter volume de madeira (m³) com e sem o uso de covariáveis de competição.

Idade (anos)	2		4		7	
	Uso de Covariável					
Classificação	sem	com	sem	com	sem	com
1	29 (0,042)	29 (0,040)	04 (0,177)	04 (0,164)	29 (0,319)	30 (0,277)
2	04 (0,042)	04 (0,039)	29 (0,175)	29 (0,160)	03 (0,309)	29 (0,276)
3	03 (0,039)	48 (0,038)	03 (0,167)	03 (0,157)	30 (0,305)	03 (0,270)
4	46 (0,039)	46 (0,037)	30 (0,162)	46 (0,153)	04 (0,303)	04 (0,267)
5	02 (0,039)	02 (0,037)	46 (0,157)	30 (0,151)	46 (0,281)	46 (0,255)
6	30 (0,038)	03 (0,036)	02 (0,150)	02 (0,139)	02 (0,267)	31 (0,249)
7	47 (0,035)	30 (0,035)	05 (0,147)	05 (0,137)	05 (0,264)	05 (0,239)
8	06 (0,033)	47 (0,032)	06 (0,142)	06 (0,133)	06 (0,261)	02 (0,232)
9	05 (0,031)	06 (0,032)	31 (0,133)	31 (0,130)	31 (0,255)	06 (0,231)
10	12 (0,031)	31 (0,031)	47 (0,129)	08 (0,120)	08 (0,232)	07 (0,223)
11	31 (0,031)	12 (0,031)	09 (0,125)	47 (0,120)	01 (0,229)	08 (0,222)
12	08 (0,030)	05 (0,030)	01 (0,122)	09 (0,119)	07 (0,225)	32 (0,215)
13	09 (0,029)	08 (0,029)	08 (0,122)	07 (0,116)	09 (0,225)	09 (0,206)
14	32 (0,029)	32 (0,029)	32 (0,118)	12 (0,115)	32 (0,224)	12 (0,199)
15	48 (0,029)	09 (0,029)	12 (0,117)	32 (0,114)	47 (0,211)	01 (0,195)
16	01 (0,028)	28 (0,028)	07 (0,115)	01 (0,114)	12 (0,202)	48 (0,190)
17	36 (0,028)	19 (0,027)	19 (0,115)	48 (0,114)	36 (0,195)	47 (0,186)
18	19 (0,028)	36 (0,027)	36 (0,114)	23 (0,112)	19 (0,189)	33 (0,184)
19	28 (0,027)	01 (0,027)	48 (0,112)	19 (0,111)	48 (0,180)	34 (0,184)
20	33 (0,027)	07 (0,027)	10 (0,099)	36 (0,109)	33 (0,163)	40 (0,183)
21	10 (0,026)	33 (0,027)	33 (0,098)	28 (0,101)	34 (0,161)	19 (0,179)
22	15 (0,026)	10 (0,026)	28 (0,097)	33 (0,100)	24 (0,158)	36 (0,177)
23	07 (0,026)	40 (0,026)	40 (0,096)	40 (0,100)	11 (0,157)	28 (0,173)
24	40 (0,025)	38 (0,026)	35 (0,096)	10 (0,099)	10 (0,157)	45 (0,170)
25	49 (0,024)	49 (0,025)	34 (0,094)	34 (0,099)	41 (0,156)	11 (0,169)
26	13 (0,024)	15 (0,025)	49 (0,091)	11 (0,098)	35 (0,155)	23 (0,165)
27	24 (0,024)	11 (0,025)	11 (0,091)	35 (0,097)	40 (0,154)	10 (0,163)
28	11 (0,024)	37 (0,025)	18 (0,090)	49 (0,092)	15 (0,151)	35 (0,163)
29	35 (0,024)	13 (0,024)	41 (0,087)	45 (0,091)	49 (0,151)	21 (0,160)
30	37 (0,024)	34 (0,024)	23 (0,087)	18 (0,090)	28 (0,149)	49 (0,158)
31	34 (0,024)	24 (0,024)	15 (0,086)	13 (0,089)	39 (0,146)	24 (0,158)
32	14 (0,023)	45 (0,024)	24 (0,086)	39 (0,089)	20 (0,146)	38 (0,157)
33	42 (0,023)	35 (0,024)	14 (0,084)	15 (0,088)	23 (0,141)	15 (0,153)
34	38 (0,023)	20 (0,023)	20 (0,084)	38 (0,088)	18 (0,139)	41 (0,153)
35	20 (0,023)	14 (0,023)	13 (0,083)	24 (0,088)	13 (0,138)	20 (0,151)
36	41 (0,023)	23 (0,023)	27 (0,083)	41 (0,087)	14 (0,138)	39 (0,150)
37	27 (0,023)	27 (0,023)	16 (0,082)	14 (0,086)	16 (0,137)	16 (0,149)
38	39 (0,023)	39 (0,023)	39 (0,082)	20 (0,086)	27 (0,134)	18 (0,148)
39	18 (0,022)	26 (0,023)	45 (0,081)	27 (0,086)	38 (0,133)	14 (0,147)
40	45 (0,022)	18 (0,023)	38 (0,081)	16 (0,086)	44 (0,132)	13 (0,147)
41	43 (0,022)	42 (0,023)	42 (0,080)	37 (0,085)	42 (0,127)	37 (0,145)
42	44 (0,022)	16 (0,023)	43 (0,080)	44 (0,083)	43 (0,127)	27 (0,142)
43	26 (0,022)	44 (0,022)	44 (0,079)	21 (0,082)	45 (0,126)	44 (0,141)
44	23 (0,022)	43 (0,022)	26 (0,078)	42 (0,081)	37 (0,125)	22 (0,139)
45	16 (0,022)	22 (0,022)	37 (0,077)	43 (0,081)	26 (0,125)	42 (0,130)
46	22 (0,021)	41 (0,022)	25 (0,074)	26 (0,079)	25 (0,125)	43 (0,129)
47	17 (0,021)	21 (0,022)	17 (0,074)	22 (0,079)	17 (0,118)	26 (0,126)
48	21 (0,021)	17 (0,021)	21 (0,074)	25 (0,076)	21 (0,118)	17 (0,124)
49	25 (0,020)	25 (0,020)	22 (0,070)	17 (0,076)	22 (0,111)	25 (0,123)

Tabela 7A. Classificação de famílias de polinização aberta de eucalipto e seus valores genotípicos em EXP2 para três idades de seleção para o caráter volume de madeira (m³) com e sem o uso de covariáveis de competição.

Idade (anos)	2		4		7	
	Uso de Covariável					
Classificação	sem	com	sem	com	sem	com
1	42 (0,113)	42 (0,110)	42 (0,242)	37 (0,222)	37 (0,263)	37 (0,263)
2	36 (0,111)	34 (0,109)	36 (0,241)	36 (0,222)	36 (0,259)	36 (0,259)
3	37 (0,110)	36 (0,109)	37 (0,237)	42 (0,221)	09 (0,256)	09 (0,256)
4	43 (0,107)	37 (0,107)	08 (0,227)	08 (0,217)	42 (0,254)	42 (0,254)
5	09 (0,106)	08 (0,104)	09 (0,225)	09 (0,216)	34 (0,253)	34 (0,253)
6	35 (0,105)	27 (0,104)	43 (0,225)	34 (0,215)	08 (0,247)	08 (0,247)
7	08 (0,105)	09 (0,104)	34 (0,222)	11 (0,210)	11 (0,246)	11 (0,246)
8	27 (0,104)	43 (0,104)	35 (0,219)	43 (0,209)	43 (0,242)	43 (0,242)
9	34 (0,103)	35 (0,103)	19 (0,214)	14 (0,208)	32 (0,240)	32 (0,240)
10	23 (0,102)	39 (0,101)	32 (0,213)	32 (0,206)	35 (0,240)	35 (0,240)
11	39 (0,102)	41 (0,100)	14 (0,213)	27 (0,203)	14 (0,239)	14 (0,239)
12	41 (0,100)	23 (0,100)	41 (0,211)	20 (0,203)	04 (0,238)	04 (0,238)
13	32 (0,100)	20 (0,099)	27 (0,208)	35 (0,202)	20 (0,238)	20 (0,238)
14	20 (0,100)	14 (0,099)	20 (0,204)	04 (0,202)	21 (0,238)	21 (0,238)
15	15 (0,100)	32 (0,099)	44 (0,204)	19 (0,201)	27 (0,236)	27 (0,236)
16	14 (0,100)	11 (0,098)	15 (0,203)	44 (0,200)	19 (0,236)	19 (0,236)
17	28 (0,099)	04 (0,098)	39 (0,200)	39 (0,198)	44 (0,235)	44 (0,235)
18	30 (0,098)	28 (0,098)	21 (0,199)	21 (0,198)	23 (0,232)	23 (0,232)
19	19 (0,098)	30 (0,097)	11 (0,198)	23 (0,198)	41 (0,232)	41 (0,232)
20	10 (0,097)	26 (0,097)	04 (0,197)	41 (0,197)	40 (0,231)	40 (0,231)
21	21 (0,096)	15 (0,097)	30 (0,197)	15 (0,195)	15 (0,230)	15 (0,230)
22	04 (0,096)	40 (0,096)	28 (0,196)	40 (0,193)	39 (0,229)	39 (0,229)
23	12 (0,096)	19 (0,096)	40 (0,196)	22 (0,193)	28 (0,229)	28 (0,229)
24	33 (0,095)	21 (0,096)	12 (0,195)	12 (0,193)	28 (0,228)	38 (0,228)
25	11 (0,095)	10 (0,095)	23 (0,194)	18 (0,193)	22 (0,227)	22 (0,227)
26	40 (0,095)	12 (0,095)	38 (0,192)	28 (0,193)	30 (0,227)	30 (0,227)
27	38 (0,094)	38 (0,094)	10 (0,187)	05 (0,192)	18 (0,226)	18 (0,226)
28	26 (0,094)	18 (0,094)	33 (0,187)	01 (0,191)	17 (0,226)	17 (0,226)
29	44 (0,094)	33 (0,093)	02 (0,186)	30 (0,191)	31 (0,226)	31 (0,226)
30	21 (0,093)	31 (0,093)	05 (0,185)	38 (0,191)	02 (0,224)	02 (0,224)
31	01 (0,093)	24 (0,093)	01 (0,184)	10 (0,190)	12 (0,224)	12 (0,224)
32	24 (0,092)	05 (0,093)	24 (0,182)	17 (0,190)	05 (0,224)	05 (0,224)
33	05 (0,092)	44 (0,093)	25 (0,182)	24 (0,190)	01 (0,221)	01 (0,221)
34	16 (0,091)	16 (0,093)	06 (0,181)	02 (0,189)	24 (0,220)	24 (0,220)
35	02 (0,091)	22 (0,092)	13 (0,178)	31 (0,189)	06 (0,219)	06 (0,219)
36	31 (0,091)	01 (0,092)	07 (0,178)	29 (0,189)	29 (0,217)	29 (0,217)
37	03 (0,091)	02 (0,092)	22 (0,178)	06 (0,187)	03 (0,215)	03 (0,215)
38	07 (0,090)	03 (0,092)	29 (0,176)	26 (0,186)	10 (0,214)	10 (0,214)
39	22 (0,090)	29 (0,091)	26 (0,173)	03 (0,185)	07 (0,213)	07 (0,213)
40	13 (0,089)	25 (0,091)	18 (0,172)	07 (0,182)	13 (0,212)	13 (0,212)
41	06 (0,089)	13 (0,090)	17 (0,171)	13 (0,182)	26 (0,210)	26 (0,210)
42	18 (0,088)	07 (0,090)	03 (0,171)	33 (0,180)	33 (0,208)	33 (0,208)
43	29 (0,087)	17 (0,089)	31 (0,169)	25 (0,178)	25 (0,204)	25 (0,204)
44	17 (0,087)	06 (0,088)	16 (0,158)	16 (0,176)	16 (0,203)	16 (0,203)

Tabela 8A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias pertencentes ao experimento 1 (EXP1) de polinização aberta de eucalipto e seus valores genotípicos para três idades de seleção para o caráter volume de madeira (m³) com e sem o uso de covariáveis de competição (a família correspondente do indivíduo é igual ao seu número dividido por 60 arredondando-se para o próximo n^o inteiro) .

Idade (anos)	2		4		7	
	Uso de Covariável					
Classificação	sem	com	sem	com	sem	com
1	865 (0,067)	865 (0,065)	151 (0,224)	151 (0,230)	1789 (0,438)	1789 (0,430)
2	185 (0,066)	185 (0,063)	187 (0,224)	2716 (0,229)	151 (0,433)	151 (0,412)
3	187 (0,066)	187 (0,063)	238 (0,223)	238 (0,227)	211 (0,421)	141 (0,402)
4	211 (0,062)	211 (0,058)	211 (0,223)	187 (0,227)	141 (0,419)	2716 (0,399)
5	2774 (0,058)	2844 (0,055)	233 (0,222)	211 (0,226)	1763 (0,416)	1763 (0,396)
6	126 (0,057)	2774 (0,054)	224 (0,220)	233 (0,224)	2716 (0,412)	211 (0,393)
7	1707 (0,057)	233 (0,054)	1719 (0,219)	224 (0,221)	1719 (0,409)	691 (0,392)
8	233 (0,057)	1707 (0,053)	1789 (0,216)	1834 (0,221)	238 (0,401)	1719 (0,380)
9	130 (0,056)	126 (0,053)	2716 (0,215)	1789 (0,221)	1697 (0,399)	2720 (0,372)
10	864 (0,056)	864 (0,053)	235 (0,215)	1719 (0,218)	224 (0,396)	1697 (0,366)
11	235 (0,055)	1777 (0,053)	141 (0,211)	141 (0,216)	187 (0,390)	238 (0,365)
12	1769 (0,055)	130 (0,053)	231 (0,209)	2720 (0,215)	126 (0,388)	224 (0,363)
13	1777 (0,055)	2711 (0,052)	1724 (0,208)	235 (0,214)	1684 (0,387)	1834 (0,362)
14	1719 (0,055)	235 (0,052)	1763 (0,207)	691 (0,213)	163 (0,386)	126 (0,358)
15	184 (0,055)	1719 (0,052)	126 (0,206)	1763 (0,213)	2720 (0,384)	1684 (0,357)
16	2711 (0,055)	184 (0,052)	2720 (0,206)	126 (0,207)	1800 (0,380)	187 (0,355)
17	141 (0,054)	1769 (0,052)	1707 (0,206)	231 (0,207)	1717 (0,379)	163 (0,353)
18	2705 (0,054)	141 (0,051)	1684 (0,205)	1769 (0,206)	691 (0,379)	1800 (0,353)
19	150 (0,054)	2705 (0,051)	1717 (0,204)	80 (0,205)	1754 (0,376)	378 (0,351)
20	1715 (0,054)	1715 (0,051)	1731 (0,204)	378 (0,204)	1724 (0,374)	1769 (0,350)
21	232 (0,053)	2720 (0,051)	1769 (0,203)	1707 (0,204)	1769 (0,374)	1828 (0,349)
22	2720 (0,053)	2843 (0,050)	185 (0,203)	1724 (0,204)	235 (0,373)	1754 (0,347)
23	224 (0,053)	232 (0,050)	1834 (0,203)	130 (0,204)	130 (0,373)	1784 (0,345)
24	2709 (0,053)	1086 (0,050)	130 (0,203)	1684 (0,202)	1767 (0,370)	1717 (0,344)
25	1789 (0,053)	150 (0,050)	1701 (0,202)	1342 (0,201)	191 (0,370)	1767 (0,342)
26	1086 (0,052)	1789 (0,050)	213 (0,200)	1731 (0,199)	1784 (0,369)	1777 (0,342)
27	1684 (0,052)	2709 (0,050)	174 (0,199)	1777 (0,199)	210 (0,368)	2297 (0,342)
28	189 (0,052)	224 (0,049)	1777 (0,199)	1717 (0,199)	1834 (0,367)	2751 (0,341)
29	1713 (0,052)	1713 (0,049)	150 (0,198)	174 (0,199)	1793 (0,367)	344 (0,340)
30	1720 (0,052)	2859 (0,049)	80 (0,198)	150 (0,198)	1777 (0,366)	351 (0,338)
31	190 (0,052)	1684 (0,049)	195 (0,197)	185 (0,198)	153 (0,365)	1793 (0,338)
32	1699 (0,051)	1720 (0,048)	1800 (0,197)	2721 (0,198)	174 (0,365)	1836 (0,338)
33	2716 (0,051)	1639 (0,048)	178 (0,197)	2705 (0,197)	2751 (0,364)	1724 (0,338)
34	238 (0,051)	189 (0,048)	210 (0,197)	1701 (0,196)	195 (0,364)	371 (0,336)
35	1717 (0,051)	2842 (0,048)	1714 (0,196)	1800 (0,195)	1725 (0,364)	130 (0,336)
36	2722 (0,051)	1962 (0,048)	202 (0,196)	434 (0,195)	1714 (0,363)	235 (0,335)
37	2734 (0,050)	372 (0,048)	1720 (0,196)	1836 (0,195)	147 (0,662)	434 (0,334)
38	1778 (0,050)	2716 (0,048)	1697 (0,196)	178 (0,195)	1707 (0,362)	80 (0,333)
39	153 (0,050)	2734 (0,048)	2721 (0,195)	387 (0,193)	150 (0,361)	1807 (0,333)
40	73 (0,050)	1778 (0,048)	227 (0,195)	213 (0,193)	344 (0,361)	303 (0,333)

Continua...

Tabela 8A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias..., continuação.

Idade (anos)	2		4		7	
	Uso de Covariável					
Classificação	sem	com	sem	com	sem	com
41	372 (0,050)	73 (0,048)	1778 (0,194)	1778 (0,193)	351 (0,361)	666 (0,332)
42	231 (0,050)	238 (0,048)	1721 (0,194)	372 (0,192)	170 (0,361)	375 (0,331)
43	344 (0,050)	344 (0,048)	191 (0,194)	195 (0,192)	1701 (0,360)	191 (0,330)
44	1639 (0,050)	1699 (0,048)	153 (0,194)	473 (0,191)	80 (0,60)	153 (0,330)
45	1727 (0,050)	1717 (0,048)	230 (0,193)	344 (0,191)	1687 (0,355)	1725 (0,329)
46	69 (0,050)	190 (0,047)	2705 (0,193)	153 (0,191)	1727 (0,353)	147 (0,329)
47	1962 (0,050)	2159 (0,047)	1713 (0,192)	2774 (0,190)	378 (0,353)	387 (0,329)
48	201 (0,049)	1678 (0,047)	691 (0,191)	666 (0,189)	1770 (0,353)	372 (0,329)
49	202 (0,049)	231 (0,047)	220 (0,191)	210 (0,189)	303 (0,352)	150 (0,328)
50	2159 (0,049)	153 (0,047)	1784 (0,190)	346 (0,189)	1731 (0,352)	210 (0,328)
51	1834 (0,049)	2722 (0,047)	221 (0,190)	1086 (0,189)	1765 (0,351)	1707 (0,328)
52	2721 (0,049)	1834 (0,047)	181 (0,190)	1080 (0,189)	1828 (0,351)	2721 (0,328)
53	1701 (0,049)	1727 (0,047)	1727 (0,190)	1714 (0,189)	1713 (0,351)	170 (0,328)
54	1687 (0,049)	1828 (0,046)	1735 (0,190)	2732 (0,188)	233 (0,350)	473 (0,327)
55	685 (0,049)	69 (0,046)	1699 (0,189)	191 (0,188)	2744 (0,350)	535 (0,327)
56	64 (0,049)	678 (0,046)	1687 (0,189)	202 (0,188)	2721 (0,350)	2744 (0,326)
57	678 (0,049)	436 (0,046)	170 (0,188)	2709 (0,188)	1836 (0,349)	1770 (0,326)
58	346 (0,049)	321 (0,046)	1767 (0,187)	2751 (0,188)	202 (0,348)	2412 (0,326)
59	151 (0,049)	77 (0,046)	2732 (0,187)	1721 (0,187)	139 (0,346)	195 (0,325)
60	321 (0,049)	346 (0,046)	2709 (0,187)	227 (0,187)	1735 (0,344)	1701 (0,324)
61	1758 (0,049)	685 (0,046)	199 (0,186)	1355 (0,187)	123 (0,343)	174 (0,323)
62	181 (0,049)	1701 (0,046)	155 (0,186)	351 (0,187)	1778 (0,343)	1342 (0,323)
63	1828 (0,049)	378 (0,046)	344 (0,186)	1697 (0,186)	434 (0,343)	1714 (0,322)
64	206 (0,049)	191 (0,046)	1788 (0,186)	1784 (0,185)	1741 (0,342)	1804 (0,321)
65	1678 (0,048)	202 (0,046)	1739 (0,186)	2744 (0,185)	1720 (0,342)	1765 (0,320)
66	378 (0,048)	1342 (0,046)	2751 (0,186)	40 (0,184)	178 (0,342)	251 (0,318)
67	1731 (0,048)	1758 (0,046)	152 (0,186)	375 (0,184)	1721 (0,341)	2018 (0,317)
68	436 (0,048)	691 (0,046)	1725 (0,185)	1720 (0,184)	336 (0,341)	689 (0,317)
69	77 (0,048)	1089 (0,046)	1733 (0,185)	371 (0,184)	1699 (0,341)	322 (0,315)
70	191 (0,048)	201 (0,046)	206 (0,185)	1767 (0,184)	1683 (0,341)	2734 (0,315)
71	1767 (0,048)	2721 (0,045)	176 (0,185)	1713 (0,184)	144 (0,340)	336 (0,315)
72	1342 (0,048)	1731 (0,045)	147 (0,185)	1828 (0,183)	1807 (0,339)	20 (0,314)
73	147 (0,048)	64 (0,045)	346 (0,185)	230 (0,183)	155 (0,339)	447 (0,314)
74	2710 (0,048)	2710 (0,045)	203 (0,184)	170 (0,183)	185 (0,339)	1727 (0,314)
75	1702 (0,048)	1414 (0,045)	351 (0,184)	2018 (0,182)	1743 (0,339)	107 (0,313)
76	691 (0,048)	353 (0,045)	1765 (0,184)	147 (0,182)	171 (0,339)	1778 (0,313)
77	353 (0,048)	1960 (0,045)	378 (0,184)	2711 (0,182)	473 (0,338)	1713 (0,313)
78	1089 (0,048)	371 (0,045)	171 (0,184)	155 (0,181)	107 (0,338)	1741 (0,312)

Continua...

Tabela 8A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias..., continuação.

Idade (anos)	2		4		7	
	Uso de Covariável					
Classificação	sem	com	sem	com	sem	com
79	1721 (0,048)	206 (0,045)	1836 (0,184)	1765 (0,181)	1760 (0,338)	2407 (0,312)
80	1788 (0,048)	151 (0,045)	189 (0,184)	535 (0,181)	1716 (0,337)	2831 (0,310)
81	434 (0,048)	1788 (0,045)	2744 (0,184)	336 (0,181)	219 (0,337)	267 (0,310)
82	2701 (0,048)	1687 (0,045)	1734 (0,183)	1934 (0,181)	535 (0,337)	1731 (0,310)
83	245 (0,048)	7 (0,045)	1736 (0,183)	2718 (0,181)	322 (0,337)	292 (0,309)
84	1836 (0,048)	639 (0,045)	2774 (0,183)	181 (0,180)	2734 (0,337)	1743 (0,309)
85	174 (0,047)	2831 (0,045)	1702 (0,183)	2754 (0,180)	375 (0,337)	2726 (0,309)
86	2859 (0,047)	1702 (0,045)	1705 (0,183)	1788 (0,179)	2726 (0,336)	1687 (0,308)
87	1698 (0,047)	2701 (0,045)	2711 (0,182)	1735 (0,179)	1733 (0,336)	2722 (0,308)
88	675 (0,047)	245 (0,045)	190 (0,182)	221 (0,179)	231 (0,336)	2776 (0,308)
89	1800 (0,047)	434 (0,045)	1737 (0,182)	220 (0,179)	251 (0,336)	281 (0,307)
90	1414 (0,047)	147 (0,045)	219 (0,181)	1687 (0,179)	220 (0,335)	461 (0,307)
91	107 (0,047)	1836 (0,045)	240 (0,181)	447 (0,179)	197 (0,335)	1843 (0,307)
92	2793 (0,047)	107 (0,045)	2718 (0,181)	2297 (0,178)	20 (0,335)	202 (0,306)
93	2751 (0,047)	675 (0,045)	214 (0,180)	171 (0,178)	227 (0,334)	139 (0,305)
94	7 (0,047)	1767 (0,044)	1716 (0,180)	176 (0,178)	2722 (0,334)	1934 (0,304)
95	322 (0,047)	1721 (0,044)	204 (0,180)	292 (0,178)	267 (0,333)	1923 (0,304)
96	371 (0,047)	322 (0,044)	1793 (0,180)	1727 (0,178)	292 (0,333)	1788 (0,304)
97	230 (0,047)	1714 (0,044)	434 (0,179)	675 (0,178)	387 (0,333)	233 (0,304)
98	148 (0,047)	76 (0,044)	336 (0,179)	2722 (0,178)	203 (0,333)	1355 (0,304)
99	199 (0,047)	1355 (0,044)	2722 (0,179)	1666 (0,178)	213 (0,333)	123 (0,303)
100	1696 (0,047)	181 (0,044)	107 (0,179)	152 (0,178)	1775 (0,332)	2733 (0,303)
101	1714 (0,047)	2751 (0,044)	1740 (0,179)	199 (0,177)	371 (0,332)	1683 (0,303)
102	1726 (0,047)	74 (0,044)	2754 (0,179)	1699 (0,177)	176 (0,332)	1720 (0,302)
103	1754 (0,047)	2369 (0,044)	184 (0,179)	2412 (0,177)	1788 (0,331)	1735 (0,302)
104	639 (0,047)	230 (0,044)	1681 (0,179)	107 (0,176)	142 (0,330)	2709 (0,300)
105	1960 (0,047)	1800 (0,044)	1775 (0,179)	2159 (0,176)	666 (0,330)	1880 (0,300)
106	1694 (0,046)	2733 (0,044)	1743 (0,179)	7 (0,175)	1705 (0,330)	144 (0,298)
107	1697 (0,046)	1726 (0,044)	292 (0,179)	2726 (0,175)	1739 (0,330)	1760 (0,298)
108	265 (0,046)	148 (0,044)	1754 (0,178)	251 (0,175)	215 (0,329)	265 (0,297)
109	76 (0,046)	1698 (0,044)	163 (0,178)	1739 (0,175)	447 (0,329)	1841 (0,297)
110	74 (0,046)	2713 (0,044)	201 (0,178)	206 (0,175)	2709 (0,328)	142 (0,296)
111	203 (0,046)	117 (0,044)	123 (0,178)	461 (0,174)	1737 (0,328)	1721 (0,296)
112	2733 (0,046)	1934 (0,044)	188 (0,177)	1733 (0,174)	372 (0,328)	1775 (0,296)
113	1934 (0,046)	2735 (0,043)	473 (0,177)	668 (0,173)	1745 (0,327)	254 (0,296)
114	2754 (0,046)	199 (0,043)	139 (0,177)	1702 (0,173)	281 (0,327)	178 (0,296)
115	117 (0,046)	1636 (0,043)	372 (0,177)	254 (0,173)	265 (0,327)	1086 (0,295)
116	2735 (0,046)	1754 (0,043)	2726 (0,177)	294 (0,173)	177 (0,326)	155 (0,295)
117	213 (0,046)	174 (0,043)	1758 (0,176)	203 (0,172)	1781 (0,326)	185 (0,295)
118	66 (0,046)	1696 (0,043)	196 (0,176)	1743 (0,172)	2705 (0,326)	1699 (0,295)

Tabela 9A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias de polinização aberta de eucalipto pertencentes ao experimento 2 (EXP2) e seus valores genotípicos para três idades de seleção para o caráter volume de madeira (m³) com e sem o uso de covariáveis de competição (a família correspondente do indivíduo é igual ao seu número dividido por 60 arredondando-se para o próximo n^o inteiro) .

Idade (anos)	3		5		7	
	Uso de Covariável					
Classificação	sem	com	sem	com	sem	com
1	1748 (0,254)	1748 (0,221)	1190 (0,600)	1190 (0,519)	1190 (0,769)	1190 (0,673)
2	2102 (0,238)	2102 (0,214)	2220 (0,554)	1748 (0,476)	2220 (0,731)	1677 (0,635)
3	2114 (0,232)	1324 (0,206)	1748 (0,554)	843 (0,458)	1748 (0,725)	1108 (0,620)
4	249 (0,230)	2114 (0,203)	1677 (0,523)	2220 (0,452)	1677 (0,698)	2220 (0,609)
5	1324 (0,228)	249 (0,202)	1108 (0,516)	1108 (0,451)	1108 (0,690)	2600 (0,599)
6	1190 (0,227)	1190 (0,200)	1324 (0,512)	1324 (0,449)	1324 (0,673)	843 (0,587)
7	2220 (0,222)	2320 (0,192)	843 (0,510)	1677 (0,439)	843 (0,655)	1748 (0,587)
8	2320 (0,217)	843 (0,188)	249 (0,504)	2102 (0,425)	249 (0,651)	1109 (0,567)
9	113 (0,212)	2061 (0,187)	2600 (0,501)	249 (0,425)	2600 (0,647)	113 (0,558)
10	2061 (0,211)	113 (0,186)	113 (0,497)	113 (0,420)	113 (0,629)	1324 (0,556)
11	521 (0,211)	2220 (0,185)	2583 (0,488)	2583 (0,415)	2583 (0,624)	1595 (0,539)
12	183 (0,207)	1810 (0,182)	271 (0,476)	1595 (0,414)	271 (0,618)	2102 (0,534)
13	1810 (0,207)	2541 (0,180)	2102 (0,474)	2600 (0,414)	2102 (0,611)	2392 (0,521)
14	843 (0,206)	183 (0,177)	1109 (0,468)	2541 (0,406)	1109 (0,606)	2583 (0,520)
15	1516 (0,200)	521 (0,177)	127 (0,467)	2320 (0,400)	127 (0,604)	271 (0,514)
16	983 (0,199)	2461 (0,175)	2392 (0,465)	2461 (0,400)	2392 (0,602)	2124 (0,513)
17	1754 (0,199)	1344 (0,174)	1595 (0,464)	2124 (0,397)	1595 (0,589)	2541 (0,505)
18	2461 (0,199)	1836 (0,173)	2320 (0,464)	2061 (0,396)	2320 (0,588)	312 (0,504)
19	1677 (0,198)	1814 (0,171)	2124 (0,459)	1109 (0,396)	2124 (0,586)	2251 (0,503)
20	2392 (0,198)	1754 (0,171)	2061 (0,459)	2392 (0,391)	2061 (0,573)	249 (0,500)
21	2541 (0,198)	2392 (0,170)	183 (0,457)	2114 (0,387)	183 (0,570)	2114 (0,497)
22	1814 (0,195)	1146 (0,170)	2114 (0,457)	127 (0,384)	2114 (0,570)	2061 (0,495)
23	1344 (0,195)	575 (0,169)	2461 (0,457)	271 (0,383)	2461 (0,565)	2320 (0,490)
24	602 (0,195)	1677 (0,169)	2541 (0,456)	2211 (0,376)	2541 (0,562)	2211 (0,480)
25	575 (0,193)	1192 (0,169)	983 (0,454)	575 (0,374)	983 (0,560)	1208 (0,480)
26	2242 (0,192)	983 (0,167)	1810 (0,452)	1810 (0,374)	1810 (0,554)	127 (0,475)
27	1374 (0,190)	1516 (0,167)	2251 (0,452)	183 (0,372)	2251 (0,551)	2461 (0,474)
28	1192 (0,190)	248 (0,166)	312 (0,452)	983 (371)	312 (0,546)	849 (0,468)
29	2600 (0,189)	602 (0,166)	207 (0,447)	2026 (0,371)	207 (0,545)	1344 (0,461)
30	1154 (0,189)	1374 (0,166)	575 (0,446)	602 (0,370)	575 (0,545)	602 (0,460)
31	1619 (0,189)	2242 (0,166)	2026 (0,444)	1344 (0,369)	2026 (0,545)	2472 (0,457)
32	1836 (0,189)	883 (0,164)	602 (0,443)	849 (0,369)	602 (0,542)	1154 (0,455)
33	271 (0,189)	2583 (0,164)	2211 (0,441)	207 (0,368)	2211 (0,541)	957 (0,453)
34	1519 (0,188)	1154 (0,164)	2242 (0,441)	1208 (0,368)	2242 (0,539)	2063 (0,452)
35	2583 (0,188)	957 (0,164)	2 (0,437)	2251 (0,366)	2 (0,538)	1614 (0,451)
36	127 (0,187)	1619 (0,163)	1208 (0,437)	312 (0,364)	1208 (0,537)	2026 (0,449)
37	862 (0,187)	2575 (0,163)	1344 (0,435)	2242 (0,362)	1344 (0,532)	74 (0,449)

Continua...

Tabela 9A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias..., continuação.

Idade (anos)	3		5		7	
	Uso de Covariável					
Classificação	sem	com	sem	com	sem	com
38	1146 (0,187)	2600 (0,162)	521 (0,434)	2 (0,360)	521 (0,528)	183 (0,448)
39	2181 (0,186)	127 (0,162)	185 (0,431)	432 (0,360)	185 (0,526)	1638 (0,448)
40	207 (0,186)	207 (0,161)	225 (0,430)	1836 (0,359)	225 (0,526)	1691 (0,445)
41	883 (0,185)	1208 (0,161)	609 (0,426)	609 (0,358)	609 (0,526)	1810 (0,444)
42	648 (0,185)	2181 (0,161)	1814 (0,425)	1146 (0,357)	1814 (0,525)	2588 (0,440)
43	957 (0,185)	862 (0,161)	421 (0,423)	2509 (0,356)	421 (0,524)	1626 (0,437)
44	2335 (0,185)	2211 (0,158)	849 (0,422)	521 (0,355)	849 (0,521)	1152 (0,436)
45	1208 (0,183)	2472 (0,158)	1101 (0,422)	1497 (0,354)	1101 (0,521)	1146 (0,436)
46	248 (0,181)	648 (0,158)	1497 (0,421)	957 (0,357)	1497 (0,521)	2255 (0,435)
47	2211 (0,181)	715 (0,157)	1154 (0,418)	421 (0,353)	1154 (0,519)	2242 (0,434)
48	2026 (0,180)	719 (0,157)	1853 (0,418)	248 (0,349)	1853 (0,519)	521 (0,432)
49	1853 (0,180)	74 (0,157)	432 (0,417)	225 (0,347)	432 (0,516)	983 (0,431)
50	2255 (0,179)	2509 (0,157)	957 (0,417)	1814 (0,347)	957 (0,515)	207 (0,431)
51	719 (0,179)	2335 (0,157)	1754 (0,417)	1781 (0,347)	1754 (0,512)	1794 (0,430)
52	1823 (0,178)	1482 (0,156)	247 (0,412)	1794 (0,347)	247 (0,511)	1350 (0,430)
53	421 (0,178)	2574 (0,156)	1836 (0,412)	2588 (0,345)	1836 (0,510)	609 (0,430)
54	1242 (0,178)	1350 (0,156)	2588 (0,409)	2063 (0,344)	2588 (0,510)	1497 (0,428)
55	609 (0,178)	271 (0,155)	1300 (0,408)	2472 (0,342)	1300 (0,510)	1836 (0,428)
56	432 (0,178)	609 (0,155)	74 (0,408)	74 (0,341)	74 (0,507)	1814 (0,428)
57	2 (0,177)	13 (0,154)	1686 (0,408)	1614 (0,340)	1686 (0,506)	719 (0,426)
58	1336 (0,177)	2255 (0,154)	1152 (0,407)	1154 (0,340)	1152 (0,504)	1177 (0,426)
59	1339 (0,177)	432 (0,154)	2063 (0,407)	330 (0,338)	2063 (0,503)	432 (0,424)
60	985 (0,177)	1924 (0,153)	1291 (0,406)	719 (0,338)	1291 (0,502)	1300 (0,423)
61	13 (0,177)	1823 (0,153)	1146 (0,405)	1754 (0,337)	1146 (0,502)	1886 (0,422)
62	715 (0,177)	1336 (0,153)	1336 (0,404)	1482 (0,337)	1336 (0,501)	2055 (0,421)
63	1822 (0,176)	1519 (0,153)	2614 (0,404)	247 (0,334)	2614 (0,500)	2614 (0,420)
64	2124 (0,176)	1242 (0,153)	1794 (0,403)	185 (0,332)	1794 (0,500)	588 (0,419)
65	74 (0,176)	2124 (0,153)	1781 (0,402)	677 (0,332)	1781 (0,498)	1754 (0,419)
66	1205 (0,176)	1497 (0,153)	1205 (0,402)	2232 (0,332)	1205 (0,498)	185 (0,418)
67	1350 (0,175)	985 (0,153)	2509 (0,400)	1638 (0,331)	2509 (0,494)	225 (0,418)
68	312 (0,175)	370 (0,152)	719 (0,400)	2465 (0,331)	719 (0,492)	2509 (0,417)
69	1686 (0,175)	1177 (0,151)	1067 (0,400)	1307 (0,330)	1067 (0,491)	248 (0,416)
70	349 (0,175)	837 (0,150)	2255 (0,399)	1242 (0,330)	2255 (0,490)	862 (0,416)
71	1291 (0,174)	2026 (0,150)	248 (0,398)	862 (0,329)	248 (0,490)	2232 (0,415)
72	2472 (0,174)	2063 (0,150)	349 (0,398)	349 (0,329)	349 (0,489)	122 (0,414)
73	2055 (0,174)	1205 (0,150)	1516 (0,397)	1152 (0,329)	1516 (0,488)	2130 (0,414)
74	119 (0,174)	421 (0,150)	1242 (0,396)	1350 (0,327)	1242 (0,486)	2 (0,413)
75	1109 (0,173)	1109 (0,150)	2232 (0,396)	1336 (0,327)	2232 (0,485)	1516 (0,412)
76	1482 (0,173)	1397 (0,150)	862 (0,395)	1300 (0,327)	862 (0,484)	2413 (0,412)
77	1318 (0,173)	1822 (0,149)	200 (0,395)	864 (0,327)	200 (0,484)	1242 (0,411)
78	2063 (0,173)	197 (0,149)	864 (0,394)	1291 (0,326)	864 (0,484)	1781 (0,410)

Continua...

Tabela 9A. Classificação dos indivíduos selecionados das famílias..., continuação.

Idade (anos)	3		5		7	
	Uso de Covariável					
Classificação	sem	com	sem	com	sem	com
79	2509 (0,173)	1339 (0,149)	1307 (0,393)	524 (0,326)	1307 (0,482)	677 (0,409)
80	2614 (0,172)	349 (0,149)	1482 (0,393)	1101 (0,326)	1482 (0,482)	648 (0,402)
81	185 (0,172)	1853 (0,149)	1429 (0,393)	883 (0,326)	1429 (0,481)	421 (0,402)
82	805 (0,172)	1835 (0,148)	524 (0,393)	985 (0,325)	524 (0,480)	1237 (0,402)
83	1064 (0,172)	2465 (0,148)	985 (0,392)	2574 (0,325)	985 (0,479)	81 (0,400)
84	2575 (0,172)	1307 (0,147)	1614 (0,392)	2255 (0,324)	1614 (0,479)	2107 (0,400)
85	197 (0,172)	2088 (0,147)	330 (0,391)	1205 (0,323)	330 (0,477)	2465 (0,399)
86	200 (0,172)	2345 (0,147)	1374 (0,389)	1691 (0,323)	1374 (0,476)	864 (0,398)
87	1497 (0,171)	2 (0,147)	1691 (0,389)	648 (0,323)	1691 (0,474)	2552 (0,395)
88	1177 (0,171)	312 (0,147)	648 (0,388)	1177 (0,322)	648 (0,474)	1205 (0,393)
89	524 (0,171)	1587 (0,147)	1023 (0,386)	2614 (0,322)	1023 (0,473)	330 (0,393)
90	1924 (0,171)	2119 (0,146)	1638 (0,386)	1429 (0,321)	1638 (0,472)	197 (0,393)
91	1397 (0,171)	805 (0,146)	1350 (0,386)	1192 (0,321)	1350 (0,471)	1101 (0,391)
92	1587 (0,170)	1892 (0,146)	891 (0,385)	1835 (0,321)	891 (0,470)	349 (0,391)
93	2251 (0,170)	1781 (0,146)	122 (0,384)	1067 (0,319)	122 (0,469)	1291 (0,390)
94	793 (0,170)	1318 (0,146)	567 (0,384)	81 (0,319)	567 (0,469)	2353 (0,90)
95	837 (0,170)	2391 (0,146)	1339 (0,383)	2129 (0,318)	1339 (0,467)	837 (0,390)
96	247 (0,169)	849 (0,145)	1318 (0,382)	1853 (0,318)	1318 (0,467)	1336 (0,389)
97	1877 (0,169)	524 (0,145)	2465 (0,382)	1626 (0,317)	2465 (0,466)	971 (0,388)
98	2119 (0,169)	1291 (0,145)	2472 (0,381)	2506 (0,317)	2472 (0,465)	1787 (0,387)
99	1307 (0,168)	1569 (0,145)	1237 (0,381)	891 (0,317)	1237 (0,464)	2506 (0,87)
100	864 (0,168)	2055 (0,145)	1192 (0,381)	1093 (0,316)	1192 (0,464)	1318 (0,386)
101	370 (0,168)	81 (0,145)	1177 (0,381)	1892 (0,316)	1177 (0,463)	816 (0,386)
102	905 (0,167)	1877 (0,145)	2055 (0,379)	1686 (0,316)	2055 (0,463)	1307 (0,385)
103	2465 (0,167)	2144 (0,144)	677 (0,379)	1374 (0,315)	677 (0,463)	106 (0,384)
104	1000 (0,166)	2129 (0,144)	81 (0,377)	2107 (0,315)	81 (0,462)	1023 (0,384)
105	990 (0,166)	247 (0,144)	2552 (0,376)	2117 (0,315)	2552 (0,460)	2058 (0,382)
106	2088 (0,166)	1000 (0,144)	1835 (0,375)	1733 (0,314)	1835 (0,459)	488 (0,382)