UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

VARIABILIDADE GENÉTICA E CORRELAÇÕES JUVENIL - ADULTO DE BARU (*Dipteryx alata Vog.*) NO MUNICÍPIO DE BRASILÂNDIA - MG

JOZÉBIO ESTEVES GOMES

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

BOTUCATU - SP
Agosto - 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

VARIABILIDADE GENÉTICA E CORRELAÇÕES JUVENIL - ADULTO DE BARU (*Dipteryx alata Vog.*) NO MUNICÍPIO DE BRASILÂNDIA - MG

JOZÉBIO ESTEVES GOMES

Orientador: Prof. Dr. Edson Seizo Mori

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

BOTUCATU - SP
Agosto - 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Gomes, Jozébio Esteves, 1974-
G633v Variabilidade genética e correlações juvenil-adulto de baru (***Dipteryx alata*** Vog.) no município de Brasilândia - MG / Jozébio Esteves Gomes. - Botucatu : [s.n.], 2011
xiv, 101 f. : ils., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2011
Orientador: Edson Seizo Mori
Inclui bibliografia

1. Variabilidade genética. 2. Melhoramento. 3. Baru. 4. Seleção. 5. Progênie. I. Mori, Edson Seizo II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "VARIABILIDADE GENÈTICA E CORRELAÇÕES JUVENIL-ADULTO DE BARU (Dipteryx alata Vog.) NO MUNICÍPIO DE BRASILÂNDIA-MG"

ALUNO: JOZÉBIO ESTEVES GOMES

ORIENTADOR: PROF. DR. EDSON SEIZO MORI

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. EDSON SEIZO MORI

PROF. DR. JOSÉ MAURO SANTANA DA SILVA

PROF. DR. HANDREY BORGES ARAÚJO

PROF. DR. RENATO LUIZ GRISI MACEDO

PROF. DR. LUIZ CARLOS DE FARIA

Data da Realização: 28 de junho 2011.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa e companheira Benvina Vieira Ballarin, a qual esteve sempre presente com o seu amor e compreensão dando-me forças para superar todos os desafios em busca do sucesso profissional.

OFERECIMENTO

A Deus por ter permitido e ajudado em todos os momentos para que eu alcançasse esta conquista;

Aos meus pais Matheus Gomes e Nilla Esteves Gomes a quem devo gratidão eterna pela educação concedida;

Aos meus filhos Ingridi Nilla Fontes Gomes e Igor Fontes Gomes por ter me mostrado o lado bom de ser pai e ver a leveza das coisas com humor.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e Prof. Dr. Edson Seizo Mori da Faculdade de Ciências Agrárias - UNESP - Botucatu, pela paciência e tempo despendido durante quatro anos para que pudéssemos atingir os objetivos propostos;

Ao amigo e Prof. Dr. Sebastião Carlos Rosado da Universidade Federal de Lavras - UFLA, pela eterna amizade, Co-orientações e fornecimento dos dados experimentais sem restrição para que pudéssemos realizar o trabalho da melhor forma possível;

Ao amigo e Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes da Faculdade de Engenharia – UNESP – Ilha Solteira, o qual nos transferira conhecimentos cruciais para que este trabalho fosse realizado;

Ao amigo e Prof. Dr. José Mauro Santana da Silva da Universidade Federal de São Carlos, o qual fora um grande incentivador para que este doutorado fosse concluído;

Ao amigo e Prof. Dr. Luiz Carlos de Faria da Universidade Federal de São Carlos, o qual não mediu esforço para auxílios no ato do processo de realização deste doutorado;

Ao amigo e Prof. Dr. Renato Luiz Grisi Macedo da Universidade Federal de Lavras, o qual se disponibilizou para participar na minha banca de defesa e conseqüentemente contribuindo para a melhoria do presente trabalho.

Ao amigo e Prof. Dr. Handrey Borges Araújo, pelos inúmeros socorros e atendimentos nas questões referentes à tecnologia da informação, sem medir esforços para recuperação e resgate de dados perdidos.

Ao amigo Flávio Cezar Arantes de Ilha Solteira, por sempre me acolher em sua república nas disciplinas condensadas;

Ao amigo Carlos Adolfo Bantel, por sempre me hospedar em sua república em Botucatu e nos apoiar em todos os aspectos do curso;

Ao amigo Eduardo Ciriello pelas caronas nas viagens técnicas realizadas durante o curso;

Ao amigo Alisson Moura dos Santos, por ter me enviado os dados experimentais já tabulados para processamento e análises permitindo assim que este trabalho fosse realizado da melhor forma o possível.

Por fim a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para que esta tese se concretizasse com todo o sucesso possível.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Esquema da análise de variância e estimativa das esperanças dos quadrados médios para os parâmetros genéticos. 39

Tabela 2. Análises de variância para os caracteres Altura Total (HT), Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro à Altura do Peito (DAP), de Dipteryx alata Vog. (Baru) nas idades de 01, 03, 05, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....46

Tabela 3. Resultados das estimativas da média, da variância genética e do coeficiente de variação genética para os caracteres Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro a Altura do Peito (DAP), de Dipteryx alata Vog. (Baru) nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....48

Tabela 4. Resultados das estimativas da média, da variância genética e do coeficiente de variação genética para o caráter Altura Total (HT), de Dipteryx alata Vog. (Baru) nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG. 49

Tabela 5. Estimativas de média ($\hat{m}$), coeficiente de variação experimental (CV_{exp}), teste-F (F) e da correlação devida ao ambiente comum da parcela ($\hat{C}^2$) para os caracteres Altura Total (HT), Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro à altura do Peito (DAP), sem covariância de Dipteryx alata Vog. (Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG. 52

Tabela 6. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade: individual, no sentido restrito ($\hat{h}_a^2$), da média de progênies ($\hat{h}_m^2$) e aditiva dentro de parcela ($\hat{h}_d^2$); de variação genética em nível de indivíduo (CV_{gi}) e de parcela (CV_{gp}); de variação relativa (CV_r) e da acurácia (Ac) para os caracteres Altura (ALT), Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro à altura do Peito (DAP), sem covariância de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....54

Tabela 7. Estimativas das variâncias genéticas aditivas (σˆa2), ambientais entre parcelas (σˆc2), residual (ambiental mais a parte não aditiva da variação genética, (σˆe2) e a fenotípica individual (σˆf2). 57

Tabela 8. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com onze anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....61

Tabela 9. Resultados da análise de deviance para os caracteres Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro a Altura do Peito (DAP), de Dipteryx alata Vog. (Baru) nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG. 63

Tabela 10. Resultados da análise de correlação idade-idade e correlação entre os caracteres Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro a Altura do Peito (DAP), de Dipteryx alata Vog.

(Baru) nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG. 64

Tabela 11. Resultados das estimativas de ganhos na seleção entre idade-idade por meio dos caracteres Diâmetro do Coleto (DC) e Altura Total (HT) aos 3 anos de idade, para os caracteres Altura Total (HT), Diâmetro a Altura do Peito (DAP) de Dipteryx alata Vog. (Baru) nas idades de 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG. 66

Tabela 12. Resultados das estimativas de ganhos na seleção entre idade-idade por meio dos caracteres Diâmetro a Atura do Peito (DAP) e Altura Total (HT) aos 5 anos de idade, para os caracteres Altura Total (HT), Diâmetro a Altura do Peito (DAP) de Dipteryx alata Vog. (Baru) nas idades de 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG. 67

LISTA DE APÊNDICES

Tabela A1. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Altura Total (HT) com um ano de idade, sem covariância em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).....87

Tabela A2. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Altura Total (HT) com três anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).....88

Tabela A3. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Altura Total (HT) com cinco anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).....89

Tabela A4. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Altura Total (HT) com dez anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).....90

Tabela A5. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Altura Total (HT) com onze anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).....91

Tabela A6. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Diâmetro do Coleto (DC) com um ano de idade, sem covariância em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).....92

Tabela A7. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Diâmetro do Coleto (DC) com três anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).....93

Tabela A8. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com cinco anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).....94

Tabela A9. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com dez anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).....95

Tabela A10. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com onze anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).....96

Tabela A11. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Altura Total (HT) com um ano de idade, sem covariância, em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....97

Tabela A12. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Altura Total (HT) com três anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....98

Tabela A13. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Altura Total (HT) com cinco anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....99

Tabela A14. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Altura Total (HT) com dez anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....100

Tabela A15. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Altura Total (HT) com onze anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....101

Tabela A16. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Diâmetro do Coleto (DC) com um ano de idade, sem covariância, em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....102

Tabela A17. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g) e valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%)

dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Diâmetro do Coleto (DC) com três anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....103

Tabela A18. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com cinco anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....104

Tabela A19. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com dez anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de Dipteryx alata Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.....105

SUMÁRIO

Página
1 INTRODUÇÃO 15
2 REVISÃO DE LITERATURA 17
2.1 A Importância do Baru (Dipteryx alata Vog.) 17
2.2 A Importância dos Programas de Melhoramento Genético Florestal 20
2.3 A Importância da Conservação Genética de Espécies Florestais 21
2.4 Pesquisas Genéticas em Populações de Espécies Florestais 23
2.5 Testes de Procedência e Progênie em Espécies Florestais 23
2.6 Ganhos na Seleção e Tamanho Efetivo dos Testes de Progênies 28
2.7 Correlação Juvenil x Adulto e Seleção Precoce 30
3 MATERIAL E MÉTODOS 36
3.1 Local e Caracterização do Experimento 36
3.2 Delineamento Experimental 36
3.3 Avaliações e Coleta de Dados Experimentais 37
3.4 Análise e Modelagem dos Dados Experimentais 37
3.5 Análise de variância conjunta para procedência, progênie e planta em cada ano de avaliação 38
3.6 Estimativas de Componentes de Variância e Parâmetros Genéticos 39
3.7 Distribuição, Estimativas e Estrutura de Médias e Variância 41
3.8 Modelo Linear Misto (Aditivo Univariado) 42
3.9 Estimativa Interativa das Componentes da Variância por REML com Algoritmo (Expectation Maximization) 42
3.10 Estimativa de herdabilidade em nível de média de famílias 43
3.11 Correlações genéticas e fenotípicas e correlações juvenil-adulto 43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 45
4.1 Resultados da Análise de Variância do Teste de Progênie de Baru (Dipteryx alata Vog.) 45
4.2 Desenvolvimento do Teste de Progênies de Baru (Dipteryx alata Vog.) 51
4.3 Variações Genéticas do Teste de Progênies de Baru (Dipteryx alata Vog.) 53
4.4 Ganho de Seleção, Tamanho Efetivo e Diversidade Genética do Teste de Progênies de Baru (Dipteryx alata Vog.) 57
4.5 Propagação Sexuada e Assexuada do Teste de Progênies de Baru (Dipteryx alata Vog.) 60
4.6 Análises de Deviance do Teste de Progênies de Baru (Dipteryx alata Vog.) 62
4.7 Correlações Juvenil-Adulto dos Caracteres Avaliados do Teste de Progênies de Baru (Dipteryx alata Vog.) 63
5 CONCLUSÕES 69

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 71
7 APÊNDICES 71

VARIABILIDADE GENÉTICA E CORRELAÇÕES JUVENIL - ADULTO DE BARU (*Dipteryx alata* Vog.) NO MUNICÍPIO DE BRASILÂNDIA - MG

Autor: JOZÉBIO ESTEVES GOMES

Orientador: EDSON SEIZO MORI

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi o estudo de caracteres de crescimentos, bem como dos parâmetros envolvidos no ato da seleção precoce, visando obter respostas mais precisas em programas de melhoramento florestal, e dos seus efeitos nas correlações juvenil x adulto das progênies e procedências e *Dipteryx alata* Vog. Os dados utilizados para o estudo foram provenientes de um experimento instalado no município de Brasilândia de Minas, noroeste de Minas Gerais. Foram utilizadas três procedências de baru, totalizando 66 famílias de meio-irmãos de polinização livre. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. O espaçamento utilizado foi de 3 x 4 metros, ou seja, 12 m^2 por planta, totalizando, uma área de aproximadamente 1,19 ha, com 990 plantas. O experimento foi avaliado nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos. Foram medidas cinco plantas de cada parcela, obtendo-se o Diâmetro do Coleto (DC – somente nos dois primeiros anos), o Diâmetro à Altura do Peito (DAP) e a Altura Total. Para as estimativas dos parâmetros genéticos foram utilizados os programas estatísticos GENES e o Selegen-REML/BLUP. E para análises padronizadas e teste de normalidade dos dados experimentais foi empregado o programa estatístico Statgraphics Plus. A propagação assexuada apresentou-se como uma melhor alternativa para obtenção dos maiores ganhos de seleção, até mesmo na formação de pomares de sementes clonais para as progênies as quais apresentaram os melhores resultados nos caracteres avaliados. O caráter mais indicado para o processo de seleção foi o Diâmetro a Altura do Peito por ter apresentado os maiores valores de correlação genotípica ($\hat{C}^2$) variando de 0,03 a 0,12, e a melhor correlação entre as idades de 5 e 11 anos.

Palavras-chave: seleção precoce, teste de progênies, genética quantitativa.

GENETIC VARIABILITY AND CORRELATIONS OF JUVENILE - ADULT BARU (*Dipteryx alata* Vog.) IN BRASILÂNDIA – MG, BRAZIL.

Author: JOZÉBIO ESTEVES GOMES

Adviser: EDSON SEIZO MORI

SUMMARY

The objective of this work was to study characters of growth, as well as the parameters involved in early selection procedures in order to obtain more accurate responses in forest improvement programs, and its effects on adult x juvenile correlations and provenances and progenies of *Dipteryx alata* Vog. The data used for the study came from an experiment installed in Brasilândia de Minas, northwestern of Minas Gerais, Brazil. We used three provenances of Baru, totaling 66 families of open pollinated half sibs. The experimental design was a randomized block design with three replications. The spacing used was 3 x 4 meters, or 12 m^2 per plant, totaling an area of about 1.19 ha, with 990 plants. The experiment was evaluated at ages of 1, 3, 5, 10, and 11 years. Five plants from each plot were measured, obtaining the stem base diameter (only the first two years), diameter at breast height (DBH) and total height. For the estimates of genetic parameters was used GENES and Selegen-REML/BLUP statistical software. For analysis and standardized test of normality of the experimental data was used the Statgraphics Plus statistical software. The asexual propagation presented himself as a better alternative to obtain higher gains from selection, even in the implementation of clonal seed orchard for progenies which showed the best results regarding characters. The most suitable character for selection process was the diameter at breast height because it presented the highest values of genetic correlations ($\hat{C}^2$) from 0.03 to 0.12, and the best correlation between the ages of 5 and 11 years old.

Key words: early selection, progeny test, quantitative genetics

1 INTRODUÇÃO

Ultimamente, com a grande necessidade de se buscar resultados mais precoces e preliminares para usos de essências florestais sejam elas de florestas nativas e/ou exóticas, muitos pesquisadores têm procurado a seleção juvenil de indivíduos como integrante essencial do programa melhoramento genético para obtenção de produtos e subprodutos de origem florestal. Este grande número de oportunidades as quais têm surgido para as ciências florestais, relacionados às demandas de produtos de origem florestal requer a utilização racional do solo bem como o uso dos recursos hídricos para a produção florestal, sendo estes os principais fatores limitantes para se garantir a produção de produtos de base florestal, principalmente nas regiões do cerrado mineiro. Estas regiões localizadas no norte e no noroeste do estado de Minas Gerais, são carentes de novas perspectivas para o uso sustentável dos recursos naturais e geração de renda de forma contínua. Neste contexto diversas instituições de pesquisas florestais têm concentrado esforços e tecnologia para produção de florestas melhoradas, permitindo assim nos últimos anos o direcionamento de atividades, também para diversificação da produção de produtos de base florestal.

Há de se ressaltar que estudos realizados anteriormente evidenciam a riqueza do bioma cerrado, pelo grande número de espécies de plantas as quais são importantes fontes de substâncias químicas farmacêuticas, alimentícia e madeireiras, sem contar aquelas com importância para apicultura e paisagística. Conhecer o potencial de uso destes recursos, valendo-se das premissas de sustentabilidade é extremamente importante para o

desenvolvimento sustentável destas regiões. Dentre estes potenciais destacamos as espécies arbóreas do cerrado, onde encontramos o baru (*Dipteryx alata* Vog.), espécie esta, de crescimento relativamente rápido quando comparada ao seu grupo fitossociológico, com capacidade para crescer e desenvolver em solos extremamente pobres, produzindo madeira de altíssima qualidade e com usos diversos na indústria de construção civil, além de frutificar e produzir castanhas com potencial valor para comercialização na idade adulta.

Estudos no campo da genética quantitativa aplicados a diferentes procedências e progênies de baru, cultivadas no noroeste de Minas Gerais desde 1996, têm evidenciado importantes variações genéticas, as quais indicam o potencial para a seleção de material genético superiores para uso comercial da espécie. Esse teste, atualmente com 11 anos de idade, é constituído por 66 progênies de três procedências distintas do estado de Minas Gerais, constitui uma importante fonte de genótipos para as futuras seleções de volume para madeira e frutos para a indústria farmacêutica e alimentícia os quais não serão abordados neste presente trabalho. No entanto há de se considerar a possibilidade da seleção antecipada de indivíduos em idades iniciais é extremamente importante, uma vez que, o tempo é um fator de grande peso na alavanca de valor econômico quando se trata da seleção de indivíduos superiores para fins comerciais.

Para tanto este trabalho objetivou o estudo de caracteres de crescimentos, bem como de todos os parâmetros envolvidos no ato da seleção precoce, com intuito de se obter respostas mais precisas em programas de melhoramento florestal, e dos seus efeitos nas correlações juvenil x adulto das progênies e procedências e *Dipteryx alata* Vog instaladas no noroeste do estado de Minas Gerais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A importância do Baru (*Dipteryx alata* Vog.)

Segundo Torres et al. (2003) e Lorenzi (2002) o baru (*Dipteryx alata* Vog.) é uma espécie do gênero *Dipteryx*, pertencente à família *Fabaceae*, sendo a única deste gênero com ocorrência no bioma Cerrado.

Segundo Lorenzi (2002) e Carvalho (1994), a espécie possui ampla distribuição geográfica, sendo comumente encontrada nas diversas fitofisionomias do cerrado nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Tocantins e São Paulo, além de ser observada em outros países da América do Sul. Diante da ampla distribuição geográfica, a espécie é conhecida por diversos nomes populares, como baru, barujo, cumbaru, coco feijão, bugreiro, guaiçára (no Brasil) e congrio, na Colômbia. É uma árvore perenifólia a levemente caducifólia, apresentando, comumente, de 5 a 10 m de altura e 15 a 40 cm de DAP, podendo alcançar até 25 m de altura e 70 cm de DAP. A floração ocorre nos períodos de outubro a abril e a frutificação de julho a outubro.

Outros autores como Oliveira e Sigrist (2008) observaram que a espécie é alógama, necessitando de polinizadores que promovam o fluxo de pólen entre plantas. Observações realizadas por Thum e Costa (1998/99), descrevem insetos visitantes de flores pertencentes às Ordens Díptera, Hymenoptera e Lepidóptera, sendo que 50,4% dos insetos coletados foram indivíduos de *Apis mellifera*. Além disso, esses autores verificaram

que diferentes polinizadores visitam as flores de *Dipteryx alata* Vog., principalmente as abelhas Pseudaugochlora gramínea e *Apis mellifera*, que apresentaram altas taxas de visitação, porém, somente a abelha *Xylocopa suspecta* efetua uma polinização eficiente. As abelhas *Pseudaugochlora gramínea* e *Apis mellifera* não são bons polinizadores, apresentando baixíssimas taxas de eficiência de polinização.

A espécie, muito utilizada pelas populações tradicionais, apresenta grandes qualidades e diversos usos, fator que tem contribuído para a realização de diversos estudos sendo considerados como espécie-chave do bioma cerrado, por sua amplitude de ocorrência e relevante potencial econômico.

Para Carvalho (1994), como potencial de utilização do baru pode-se destacar o emprego dos seus frutos ou castanhas na alimentação humana e animal. O fruto se caracteriza por ser uma drupa elipsóide com coloração variando de amarelo até marrom. Com um pericarpo carnoso, entremeado de fibras lignificadas, tornando-o duro e resistente, o que dificulta a liberação da semente e a sua germinação. Constituídos de uma polpa rica em amido e proteína, que são consumidas por animais domésticos e silvestres.

Lourenço (1995) e Sano et al. (2004) mencionaram que as sementes do baru são amêndoas oleaginosas com sabor adocicado e são consumidas tanto in natura como torrada ou em forma de paçocas, podendo substituir a castanha de caju, do amendoim ou as nozes em diversas receitas. Togashi e Scarbieri (1994) não recomendaram o seu consumo in natura, pois foi observada a presença de inibidor de tripsina em sementes cruas. Esta semente contém um alto valor nutricional, principalmente protéico, o qual apresenta teores em torno de 29,5%, sendo superiores aos de leguminosas de consumo popular, como feijão e ervilha, porém inferior ao da soja. Ainda é considerada boa fonte energética, apresentando teor de lipídeos próximo ao da soja. Togashi (1993) e Sano et al. (2004), afirmaram que das sementes de baru ainda é extraído um óleo rico em ácidos graxos insaturados, que têm os ácidos oléico e linoléico como os principais componentes, os quais são muito utilizados nas indústrias de alimentos e farmacêutica. Almeida et al. (1998), afirmaram que na indústria farmacêutica, seu óleo é utilizado como matéria-prima para uso como anti-reumático e com propriedades sudoríferas, tônicas e reguladoras da menstruação. Possui também uma substância que inibe a formação de melanina, obtida a partir do extrato etanólico da planta; para este fim, a empresa Ichimaru Pharcos Inc. realizou pedido de patente.

Segundo Sano et al. (2004), os produtos da amêndoa do baru são comumente comercializados nos locais de ocorrência da espécie, principalmente no estado de Goiás e, ultimamente têm ganhado destaque nos demais estados brasileiros, principalmente nas capitais e nos grandes centros urbanos. O consumo vem se popularizando, tendo, inclusive já sido utilizado na merenda escolar na cidade de Goiânia/GO como fonte alimentar. Em algumas regiões, principalmente nas capitais, seus frutos têm alcançado grande valor comercial, chegando a até R$ 30,00 o preço do quilo da semente torrada, demonstrando a boa aceitação e o crescimento no consumo.

Para Lorenzi (2002), Carvalho (1994) e Sano et al. (2004), por se tratar de árvore de tronco reto e porte elevado, possuindo madeira de alta densidade, variando de 0,85 a 1,10 g/cm3, alta durabilidade e elevada resistência ao apodrecimento e ao ataque de organismos xilófagos em condições naturais sua madeira é muito utilizada para postes, moirões, estacas e dormentes, além do uso na construção civil.

Para Oliveira (1998), Além das potencialidades mencionadas, a espécie apresenta grande potencial para uso em projetos paisagísticos, bem como na recuperação de áreas degradadas e matas ciliares. A espécie se destaca dentre outras espécies do Cerrado por fornecer alimento, por meio de seus frutos, com alto valor calórico e protéico para a fauna silvestre.

Segundo Oliveira e Sigrist (2008), o baruzeiro ainda se destaca em sistemas silvipastoris e na recuperação de pastagens, pois sendo uma árvore perenifólia com copa frondosa, promove sombra para o gado e favorece a melhoria da sensação térmica do animal, além de produzir frutos para a sua alimentação nos períodos de estiagem. A dispersão dos frutos ocorre durante a estação seca, tornando assim uma notável fonte complementar de calorias para os animais durante esta estação. As árvores isoladas em áreas de pastagens têm maior produção, comparadas com aquelas presentes em ambiente natural. Isso, provavelmente, devido à menor competição por nutrientes e luz. Ao avaliar a influência de árvores nativas no sistema solo-planta em pastagens de *Brachiaria decumbens* no Cerrado, Oliveira (1999) observou que a presença do baruzeiro favoreceu aumento do conteúdo de nutrientes na forragem, reduziu a velocidade de secagem e aumentou a disponibilidade de nutrientes no solo. Lourenço (1995); Oliveira (1998); Torres et al. (2003); Sano et al. (2004), mencionam que esses fatos demonstram uma importância econômica, ecológica do baru e

indicam o seu potencial para programas de reflorestamento, principalmente em sistemas agrosilvipastoris, sendo necessários estudos de melhoramento genético para êxito na implementação desses programas.

2.2 A importância dos programas de melhoramento genético florestal

Allard (1999); Fehr (1991); Bernardo (2002); Borém e Miranda (2005), mencionaram que o melhoramento genético de plantas é a mais antiga e valiosa estratégia para o aumento da produtividade, da qualidade dos alimentos e da matéria-prima utilizados pelo ser humano. Estes mesmos autores afirmam que o melhoramento, do ponto de vista da ciência, é a aplicação das técnicas cientificamente testadas e comprovadas. Por outro lado, do ponto de vista da arte, envolve a competência e a sensibilidade do melhorista em captar, com a seleção, os melhores genótipos de uma população.

Para Oliveira (2007) o melhoramento é um conjunto de técnicas que consistem, basicamente, em modificar uma ou mais característica de um grupo de plantas em uma determinada espécie, com a finalidade de obter plantas com melhores características, capazes de atender à demanda do produtor ou consumidor, sejam elas mais produtivas ou adaptadas e resistentes a fatores bióticos e abióticos.

Já Resende (2002a), afirmou que para obter sucesso num programa de melhoramento, especialmente florestal, é essencial o conhecimento do produto de interesse, do germoplasma disponível, das técnicas de melhoramento, bem como dos fatores ambientais que afetam a manifestação fenotípica.

Para Borém e Miranda (2005) não existem métodos únicos para atingir os objetivos do melhoramento. Isto envolve um conjunto de procedimentos com fundamentação científica, cujo objetivo é promover uma alteração que possibilite aumento na produtividade e da qualidade do produto final. Assim, o melhorista deve avaliar cada situação de forma crítica e objetiva, procurando otimizar a relação custo/benefício, buscando, de maneira clara, alcançar os objetivos almejados. Já Resende (2002a), afirmou que a definição dos objetivos nos programas de melhoramento é fundamentada no caráter de interesse, sobre o qual se deseja o ganho genético, associado às suas informações econômicas.

Para Borralho et al. (1992), a eficiência de um programa de melhoramento genético pode ser expresso pelo ganho genético por unidade de tempo. Este mesmo autor menciona que quando se trata de espécies perenes, como é o caso das essências florestais, o número de anos para se completar um ciclo seletivo é o principal entrave dos programas de melhoramento utilizando a seleção recorrente. Desta forma o autor afirma que, nos ciclos seletivos o intervalo de tempo entre gerações deve ser reduzido o possível de modo a maximizar os ganhos por unidade de tempo, sendo que neste caso, a seleção precoce assume papel relevante.

Já Rezende et al. (1994) afirmaram que na seleção precoce os caracteres são avaliados em idades prévias à rotação e são utilizados como preditores de caracteres, o que é economicamente importantes na idade de rotação de povoamentos comerciais. Os autores ainda ressaltaram que a seleção precoce tem sido sempre vantajosa em termos de ganho genético por unidade de tempo.

2.3 A importância da conservação genética de espécies florestais

Segundo Pinto et al. (2004), o uso inadequado dos recursos naturais tem provocado a extinção de muitas espécies nos diferentes biomas do planeta, especialmente naqueles localizados nos trópicos. A destruição de habitat e a fragmentação dos maciços florestais naturais estão entre as causas mais comuns de extinção. Portanto, torna-se urgente a necessidade de estudos genéticos de populações, das espécies que constituem esses ecossistemas, com intuito de se traçar estratégias de manejo para a conservação e melhoramento genético das mesmas.

Para Lacerda (1997), é impraticável, em curto prazo, o estudo de todas essas espécies, sendo necessário a adoção de uma boa estratégia com intuito de eleger dentre elas, as que apresentam importância ecológica, para servirem como um modelo representativo do bioma em estudo.

Ledig (1988), mencionou que as árvores são as espécies-chave dos ecossistemas florestais, pois muitas associações da fauna e da flora dependem de sua existência e do ambiente criado por elas. Desta forma a remoção das árvores pode causar

alterações em todo ecossistema florestal.

Para Rajora e Mosseller (2001) a diversidade genética é amplamente reconhecida como um componente importante para garantir a sobrevivência das espécies por um longo-período, ou seja, é fundamental para a sustentabilidade, pois fornece material genético para a adaptação, evolução e sobrevivência das espécies, especialmente quando as mesmas estão sob condições de alterações ambientais.

Segundo os autores Lleras (1992) e Valois et al. (2001), para se obter uma maior garantia da sobrevivência de populações de espécies florestais que estão sendo fragmentadas, torna-se necessária a conservação ex situ da sua variabilidade genética. Desta forma é possível manter amostras representativas de populações para que, após serem caracterizadas, avaliadas, multiplicadas, estejam disponíveis para o melhoramento genético e/ou pesquisas correlatas.

Para Lins (2004) a conservação ex situ das populações pode ser feita na forma de consórcio com outras espécies, sem que ocorram prejuízos à variabilidade genética das mesmas. Para este autor o melhoramento de espécies nativas apresenta, sobretudo, uma importância ecológica muito grande para os ecossistemas de que participam e, muitas vezes, não se adéquam a plantios puros. Em alguns casos a conservação genética destas espécies demanda maior interesse do que o próprio melhoramento genético.

Desta forma autores como Kageyama (1990), Resende (1999a) e Sebbenn (2003), ressaltam que se deve dar ênfase a estudos sobre a biologia reprodutiva, os métodos de propagação dessas espécies, o conhecimento da estrutura genética, do tamanho efetivo populacional e da variação genética entre e dentro das populações.

Para Keinding (1976), Sampaio et al. (2000) e Aguiar (2004) a obtenção de populações melhoradas que satisfaçam as exigências da produtividade florestal depende da capacidade de identificar genótipos desejados na população sob seleção. Uma estratégia de eficiência comprovada para seleção desses genótipos é a combinação dos testes de procedências e progênies, que permitem a determinação do valor reprodutivo dos indivíduos selecionados, da estimativa de parâmetros genéticos, da estrutura genética e a seleção, orientando decisões práticas no programa de melhoramento.

Para Ettori et al. (1999), os teste de progênies, além de serem extremamente úteis para a conservação genética, permitem o contínuo potencial evolutivo das

espécies e o resgate de material genético para o uso em futuros programas de melhoramento.

2.4 Pesquisas genéticas em populações de espécies florestais

Segundo Barret e Kron (1991), a possibilidade de um real risco de erosão genética nas populações naturais em função da perturbação antrópica, que gera, entre outros aspectos, a destruição de habitats e a fragmentação de populações naturais, pode acarretar uma limitação evolutiva para as espécies que compõem essas populações.

Para Zimback et al. 2004, aliado a esse risco de erosão, houve, recentemente, um aumento do interesse em recursos genéticos vegetais da biodiversidade brasileira pelo setor industrial. Isso alertou a sociedade para a necessidade de estudá-lo de modo mais intensivo e com maior profundidade. Desta forma, há urgência em se conhecer melhor as espécies florestais por meio de parâmetros genéticos como a variabilidade e a estrutura genética, bem como a herdabilidade de caracteres de interesse, entre outros.

Kearsey (1993), mencionou que diversos estudos vêm sendo desenvolvidos com esse intuito, empregando-se métodos de melhoramento clássico (biométricos). A biometria é uma ferramenta que auxilia na caracterização de uma população a partir de um modelo adequado, em termos de médias e variâncias e o modo de ação gênica.

2.5 Testes de procedência e progênie em espécies florestais

Segundo Torggler (1987) e Silva (2003), a variação genética existente entre e dentro de espécies florestais, tanto em procedência quanto em progênies, tem várias funções, constituindo uma proteção contra as mudanças ambientais e climáticas, servindo também de base para a seleção e o cruzamento. A utilização dos testes de procedências e progênies é uma metodologia tradicional de fundamental importância para assegurar a escolha das melhores fontes de sementes e permitir o conhecimento da variação entre e dentro das populações nas diferentes origens geográficas.

Os testes de progênies consistem na avaliação de um determinado indivíduo por meio do desempenho de seus descendentes (FALCONER, 1987). Para Oliveira (1998), estes testes de progênies, quando realizados para espécies vegetais perenes,

possibilitam a comparação dos progenitores em suas várias gerações, sem que se percam as árvores matrizes e, assim, selecionar aquelas superiores e promover a sua recombinação.

A utilização de um pomar de sementes por mudas a partir da seleção dos melhores indivíduos das melhores famílias nos ensaios dos testes de progênies dispensa a necessidade de se retornar às árvores matrizes, que originaram as progênies, pois a maior contribuição dos testes de progênies seria a determinação do valor genotípico dos melhores indivíduos, dando continuidade ao processo por meio da seleção recorrente (NAMKOONG, 1966).

Ainda Namkoong (1996), a variabilidade genética pode ser quantificada com base em diferentes métodos que possibilitam a obtenção de diferentes parâmetros para realizar a sua caracterização.

Para Sobierajski et al. (2006) e Cornacchia (1994), as características quantitativas, frequentemente, são utilizadas como bons indicadores para a determinação da variação entre e dentro de procedências. Esses marcadores podem ser utilizados porque os indivíduos diferem fenotipicamente entre si, mesmo quando comparados dentro de progênies.

Para Borges (1980), é importante destacar que para se obter sucesso nos programas de melhoramento, seja ele referente a qualquer caráter, deve ocorrer, obrigatoriamente, variação na população onde se pratica a seleção, de modo que apareçam diferenças significativas entre os indivíduos envolvidos. Ao se planejar um programa de melhoramento genético, o primeiro problema que surge para o melhorista é o conhecimento da variabilidade existente na população a ser melhorada. Essa é a condição básica para a condução do programa, tendo em vista que a variação existente nos caracteres avaliados constitui a matéria-prima de seu trabalho.

Já para Cruz (2005), as técnicas de seleção devem ser direcionadas para o desenvolvimento de genótipos superiores, porém sem a total exaustão da variabilidade genética. Essa variabilidade é indispensável ao melhorista, estando entre os principais fatores que favorecerão a obtenção dos ganhos genéticos.

O desdobramento da variação total e a estimativa dos seus componentes possibilitam ao melhorista o conhecimento da estrutura genética do material em estudo. Dentre os parâmetros genéticos, a variância genética aditiva é um dos componentes mais importantes, visto que ela é o principal indicador das propriedades genéticas observadas

em uma população e tem influência direta na resposta à seleção e seu respectivo ganho (MORAES, 1987). Desta forma Vencovsky (1987) mencionou que a herdabilidade no sentido restrito, que é obtida pela razão da variância genética aditiva e fenotípica, tem a finalidade de orientar o melhorista sobre a quantidade relativa da variância genética que é utilizável no melhoramento.

Segundo Robinson e Cockerhram 1965 e Dean et al. (1983), a determinação dos parâmetros genéticos e fenotípicos que caracterizam as populações de espécies florestais, tais como herdabilidades, correlações genéticas, fenotípicas e ganhos esperados com seleção, têm grande importância nos programas de melhoramento genético, principalmente para se realizar uma eficiente seleção.

Kageyama e Vencovsky (1980), mencionaram que estudos possibilitam obter informações sobre a ação dos genes responsáveis pela herança das características estudadas; obter bases para a avaliação dos programas de melhoramento; auxiliar na tomada de decisão relacionada com a escolha do método mais apropriado de seleção e realizar estimativas do progresso esperado na seleção. Desta forma Kageyama (1980), afirmou que, o conhecimento da variação genética e a obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos são necessários para a predição do ganho e a escolha da melhor e mais viável estratégia de melhoramento genético.

Para Burley e Kanowski (2005) e Oliveira (1998) quando se trata de espécies florestais nativas, para a obtenção de sucesso, como em qualquer outro programa de melhoramento, é necessária a definição clara dos objetivos, bem como a análise criteriosa das técnicas a serem utilizadas, avaliação das dificuldades ou facilidades em obter material reprodutivo, a averiguação dos possíveis locais de ocorrência e coleta e a definição do custo/benefício associado ao sistema de produção, entre outros fatores que podem influenciar diretamente as estratégias de melhoramento.

Resende (1991) e Fernandes et al. (2004), enfatizaram que estimativas de parâmetros genéticos e predição de ganhos a partir dos testes de progênies têm sido utilizadas como subsídio na definição de estratégias de melhoramento mais adequadas por gerarem informações sobre o potencial genético de indivíduos, famílias e clones, entre outros, a serem selecionados e/ou, recombinados para um novo ciclo de seleção.

Segundo Bison (2004), o melhoramento pode se basear em estimativas

de parâmetros genéticos populacionais que permitem inferir sobre o controle genético dos caracteres, a comparação entre métodos de seleção e a estimação do progresso genético esperado com a seleção. No caso de plantas perenes, a obtenção destas estimativas é ainda mais importante do que em plantas anuais, porque, devido ao longo ciclo dessas espécies, a decisão dos melhoristas deve ser a mais acertada possível. Por isso, é necessário que os experimentos de campo sejam bem delineados e bem conduzidos, a fim de se obter estimativas confiáveis.

Allard (1971), Fonseca (1979), Vencovsky (1969), Resende e Fernandes (1999) e Resende e Higa (1994), mencionaram que herdabilidade corresponde à proporção da variabilidade total, que é de natureza genética ou à fração do diferencial de seleção, retida na descendência sendo o quociente entre as variâncias genotípicas e fenotípicas, e que por meio dela pode-se medir a eficiência esperada da seleção, no aproveitamento da variabilidade genética. O coeficiente de herdabilidade pode ser no sentido restrito e amplo, e expressa à proporção de variância genética em relação à variância fenotípica total observada, utilizado no melhoramento florestal quando se está testando material propagado vegetativamente. A herdabilidade no sentido restrito tem a finalidade de orientar o geneticista sobre a quantidade relativa da variância genética que é utilizada no melhoramento. As estimativas de herdabilidade referente aos efeitos de parcela em relação às herdabilidades entre e dentro de famílias adquirem importância maior quando se aumenta o número de indivíduos por parcelas nos testes de progênies.

Para Faria Neto e Resende (2001), as estimativas de parâmetros genéticos para outros caracteres ou para os mesmos caracteres em outras idades de avaliação são essenciais para o direcionamento dos programas de melhoramento da espécie.

Segundo Resende (2000), no melhoramento de espécies perenes, o uso de técnicas de avaliação genética, com base em modelos mistos do tipo REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada), são fundamentais para a predição de valores genéticos aditivos e genotípicos de indivíduos com potencial para seleção, tanto em nível intrapopulacional como interpopulacional. Para Resende et al. (1996), o procedimento REM/BLUP vem sendo aplicado com sucesso no melhoramento de espécies florestais.

Torggler et al. (1995), afirmaram que a variação genética é uma

condição fundamental para que haja evolução adaptativa, uma vez que a seleção natural atua entre as variantes que ocorrem dentro das populações em função da adaptação ao ambiente, convergindo esta variação para variação entre populações e, finalmente, para variação entre espécie. A situação é análoga para o melhoramento de plantas, no qual o objetivo é fixar variantes genéticas úteis dentro de cultivares através de cruzamentos seletivos. Consequentemente, ambos, evolucionistas e melhoristas, também têm grande interesse na detecção, na quantificação e na análise da variabilidade genética, ou seja, na sua caracterização.

Já Resende et al. (1991) mencionaram que a presença de variabilidade genética pode ser confirmada e quantificada pelo coeficiente de variação genética, que expressa a magnitude da variação genética em relação à média do caráter. Para Sebbem et al. (1998) o coeficiente de variação genético acima de 7% são considerados alto.

Para Resende (1999b) e Kageyama (1990), os estudos da variação genética entre e dentro de populações naturais são fundamentais para o conhecimento da estrutura das populações, e podem ser realizados eficientemente a partir do uso de testes de procedências e progênies. Entretanto, para esse objetivo, o uso de testes de procedências e progênies só podem ser realizados eficientemente quando se tem conhecimento suficiente sobre a performance silvicultural das espécies e quando realizadas em condições similares àquelas em que as espécies se encontram em condições naturais, por exemplo, o estágio sucessional. Os parâmetros coeficiente de variação genética entre progênies e dentro de progênies, obtidos a partir desses testes, permitem avaliar a variabilidade genética e inferir sobre o sistema de cruzamento das espécies, sendo muito utilizados para estudos genéticos iniciais com espécies nativas.

Para Kageyama (1983), os vários estudos envolvendo espécies e procedências vêm realçando a importância que as variações genéticas entre procedências dentro de uma espécie florestal vêm tendo. Essas variações têm surgido como resultado da adaptação das espécies às condições edafo-climáticas dos indivíduos. Assim, é de se esperar que populações ocorrendo em habitats de diferentes condições ecológicas tenham diferentes habilidades adaptativas.

Resende e Sturion (2001) enfatizaram que na análise de experimentos em genética e melhoramento de plantas conduzidos em um único ambiente, tradicionalmente,

tem-se enfatizado mais a análise genética do que a ambiental. Embora a seleção baseia-se em um ordenamento dos valores genéticos dos indivíduos candidatos à seleção, a utilização prática e a comprovação do valor real dos materiais genéticos melhorados baseia-se em seus valores fenotípicos, os quais são influenciados pelo ambiente. Isto justifica uma análise mais detalhada dos efeitos ambientais em um experimento.

2.6 Ganhos na seleção e tamanho efetivo dos testes de progênies

Segundo Paiva et al. (2002), a seleção com base em teste de progênies é sempre mais eficiente do que a realizada como base apenas no fenótipo das plantas individuais, pela avaliação não só dos indivíduos a serem selecionados como também dos seus descendentes. Resende e Bertolucci (1995) e Oda et al. (2007) mencionaram que a determinação do número adequado de indivíduos a serem selecionados deve considerar: a endogamia na geração de plantio, para a composição da população de produção de sementes; a manutenção de um tamanho efetivo populacional compatível com a obtenção do limite, para a composição da população de melhoramento. Um programa de melhoramento genético deve ter sua estratégia bem definida, com atividades e resultados planejados para curto e longo prazo, obtendo-se, a partir dela, material genético melhorado quanto à produtividade e qualidade da madeira para diferentes fins e resistência a pragas, doenças e condições ambientais adversas.

Segundo Robertson (1960), o ganho genético em longo prazo depende, fundamentalmente, da variabilidade genética potencial, que é mantida por meio dos ciclos seletivos e é liberada através da recombinação, ao final de cada ciclo. Assim, o estabelecimento das populações de melhoramento, deve ser analisado com base na variabilidade genética.

Para Assis (1996), Resende e Barbosa (2005), a população de melhoramento, ou populações selecionadas, constitui o conjunto de plantas selecionadas, incluindo progênies e clones, que o melhorista manipula para promover o melhoramento genético.

Silva (2008) mencionou que ganhos genéticos de grande magnitude em curto prazo e manutenção de ampla variabilidade genética nos programas de

melhoramento podem ser conseguidos separando as áreas produtoras de sementes, como os pomares clonais, formados por poucas dezenas de clones, das populações selecionadas ou populações de melhoramento, formadas por centenas de árvores, que visam o melhoramento contínuo em longo prazo.

Para Ferreira (1992), o domínio das técnicas de propagação vegetativa de espécies florestais tem contribuído significativamente para o aumento da produtividade florestal. O sucesso de empreendimentos baseados em florestas clonais tem sido relatado a partir de 1970, em uma série de países.

Resende et al. (1995), relatou que a adoção de eficiente estratégia de melhoramento genético de espécies florestais depende, sobretudo, da utilização de acurados métodos de seleção. Por outro lado, o método ideal de seleção depende dos seguintes fatores: herdabilidade do caráter objetivo da seleção, número de famílias e indivíduos avaliados por experimento, heterogeneidade ambiental na área do experimento, dentre outros.

Para Resende et al. (1995) e Costa et al. (2000) a literatura prática pertinente ao assunto tem demonstrado a importância da acurácia para apontar o grau de confiabilidade dos resultados obtidos na avaliação genética. Para tanto Resende et al. (1994, 1995) afirmam que o termo acurácia refere-se à correlação entre o valor genético verdadeiro do indivíduo e o índice fenotípico utilizado para estimá-lo, dessa forma, cada método de seleção apresenta um estimador específico para a acurácia.

Segundo Veronesi et al. (1995), outros fatores que afetam o desenvolvimento dos experimentos e, muitas vezes, está fora do controle do pesquisador é a perda de plantas por ataque de insetos, pragas e danos mecânicos. Essa perda de plantas é normalmente aleatória e acarreta diferenças no estande, o que evidentemente contribui para a redução da precisão experimental.

Simeão et al. (2002) ressaltaram que a sobrevivência, nos estágios iniciais do desenvolvimento, não tem sido incluída como um caráter a ser avaliado em programas de melhoramento florestal, embora seu impacto sobre a produtividade possa ser grande. A mortalidade de plantas, em cada local de experimentação, pode ser atribuída a várias causas, tais como: exposição ao frio ou seca, danos causados pelo vento, por pragas e doenças ou por competição. Verifica-se que, nestes casos, a sobrevivência é uma característica essencialmente adaptativa.

Para Ramalho et al. (2000) na avaliação da sobrevivência, a primeira questão a ser respondida é se há uma distribuição aleatória de indivíduos vivos ou mortos para uma dada condição experimental. Para isso, o melhor procedimento é realizar uma análise de variância para esse caráter e verificar se há diferenças significativas entre os tratamentos. Em experimento com clones de eucalipto, a maioria dos clones avaliados não compensa, em parte, a ausência das plantas vizinhas e a capacidade de compensação difere entre os clones e as condições edafo-climáticas (ANDRADE et al., 2006).

2.7 Correlação juvenil x adulto e seleção precoce

Para Marques Júnior (1995) em se tratando de melhoramento florestal, observa-se claramente a importância na otimização do tempo demandado para realizar um ciclo de seleção e, consequentemente, promover a maximização dos ganhos por unidade de tempo.

Para Pereira et al. (1997) na condução de um programa de seleção recorrente com o Eucalyptus no Brasil, somente a etapa de avaliação dura cerca de 7 anos. Já Pires (1996), menciona que no caso de espécies florestais nativas, o tempo demandado é bem superior, principalmente por se encontrar em condições naturais e não possuir muitas informações de cultivo. Assim, o progresso dos caracteres avaliados a cada geração, resultante do método de seleção utilizado, constitui o “produto” dos programas de melhoramento genético.

Segundo Dias e Resende (2001), as características em experimentação com espécies florestais apresentam grandes diferenças, quando comparadas com a experimentação em espécies anuais. As principais peculiaridades são o ciclo longo das espécies, a sobreposição de gerações, a extensa área experimental exigida, os custos elevados para a implantação e a manutenção, a exposição constante das árvores a patógenos, pragas e adversidades climáticas. Nessa análise, os dados são obtidos em grandes quantidades e os resultados da pesquisa gerados em médio e em longo prazo.

Já Silva e Oliveira (2003) afirmaram que dificuldades na experimentação com espécies florestais tornam-se maiores quando as características a serem avaliadas são relativas às propriedades tecnológicas da madeira, visto que outros componentes

surgem como geradores de erros experimentais. Dentre esses, destacam-se as dificuldades em se obter os dados e as variações internas no tronco, tanto no sentido longitudinal quanto no radial. Em ambas as situações, há necessidade de conduzir a coleta de dados em um processo adequado de amostragem.

Para Dean et al. (1983), as principais vantagens da seleção precoce são: propiciar experimentos menos duradouros, maior facilidade para a coleta de dados e maior flexibilidade em relação às mudanças dos objetivos propostos para o programa de melhoramento. Porém a eficácia da seleção precoce está relacionada com a existência de correlação genética entre as idades estudadas, sendo mais eficientes em idades mais próximas à idade de rotação da cultura (MARQUES JÚNIOR, 1995).

Segundo Vargas-Hernandez e Adams (1992), se a correlação é alta ou baixa, isso poderá indicar ao melhorista se a seleção precoce é ou não uma estratégia viável. A seleção precoce é um caso particular de seleção indireta, por prever o comportamento de uma espécie. Esta previsão é feita por meio de estudos de correlação idade – idade, em que são obtidas as estimativas das correlações genéticas, fenotípicas e ambientais, as quais são necessárias para a predição do progresso genético esperado. Os parâmetros genéticos variam com a idade dos indivíduos. Por exemplo, para *Eucalyptus grandis*, há maior correlação genética entre os 2 a 5 anos do que entre as idades de 1 e 2 anos e 1 e 5 anos, tanto para o diâmetro como para a altura, destacando, assim, a possibilidade de seleção precoce a partir dos 2 anos de idade para esta espécie (KAGEYAMA, 1983).

Farias Neto et al. (2003) apresentaram diversas metodologias que têm sido usadas na determinação da eficiência da seleção precoce e cita diversos autores entre eles: Otegbeye (1991); Rezende e Bertolucci (1993) que utilizaram a flutuação das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos entre as idades; Lambeth (1980); Kageyama (1983); Foster (1986); Magnussen (1988) que utilizaram a estimativa da correlação genética em diferentes idades; Rezende et al. (1994); Pereira et al. (1997) que utilizaram a estimativa da interação família x idade; Riemenschneider (1988); Borralho et al. (1992); Gurgel Garrido e Kageyama (1993); Resende e Bertolucci (1993); Foster (1986); Marques Jr. (1995); Pereira et al. (1997) utilizaram a estimativa da resposta correlacionada com a seleção; e Resende e Bertolucci, (1993); Pereira et al. (1997) que utilizaram a estimativa da eficiência da seleção na idade juvenil e correspondência na idade adulta.

Farias Neto et al. (2003) mencionaram também que todos esses trabalhos envolveram estudos com espécies de pinus e eucaliptos. Este mesmo autor pesquisando sobre a aplicação da seleção precoce em família de meios irmãos de Taxi-Branco utilizou as metodologias de Eberhart e Russel (1966), que preconizavam mudanças das estimativas dos parâmetros genéticos entre as idades e estimativa da interação família x idade bem como a proposta apresentada por Cruz e Regazzi (1994) os quais sugeriram a decomposição em simples e complexa, somente para os casos em que o efeito da interação foi estatisticamente significativo.

Foi também utilizados nesta pesquisa segundo Farias Neto et al. (2003) a metodologia preconizada por Hamblin e Zimmermann (1986) que utiliza a estimativa da eficiência da seleção na idade juvenil e correspondência na idade adulta, bem como a estimativa da resposta correlacionada com a seleção. Em seus estudos o referido autor concluiu que todas as metodologias empregadas evidenciaram a eficiência da seleção precoce, sendo, portanto, um instrumento que deve ser utilizada em programas de melhoramento genético.

Segundo, Adams et al. (2001); Bridgwater e Mackeand (1997); Wu (1998), que afirmaram que uma das possibilidades de reduzir custos são as estratégias de melhoramento, bem como a avaliação e a seleção precoce e que as mesmas podem ser largamente utilizadas em programas de melhoramento.

Outras metodologias preconizadas pelos autores Williams e Megraw (1994); Woods et al. (1995); Bridgwater e Mckeand (1997); Wu (1998); Adams et al. (2001), sugerem a avaliação precoce de progênies em espaçamentos reduzidos em casas de vegetação, câmaras de crescimento e em áreas de maior homogeneidades ambiental, possibilitando assim, avaliar um elevado número de progênies por geração de seleção. Brigwater e Mckeand (1997), ressaltaram que nessa metodologia, a altura do fuste avaliada até os dois anos permite predizer o desempenho das progênies entre oito e doze anos de idade.

Para Wu (1998), isso possibilita identificar precocemente os genitores de desempenho superior, onde as referidas progênies poderão ser avaliadas nos testes genéticos tradicionais, incrementando assim a base genética de seleção.

Patiño Valera e Kageyama (1988), ressaltaram que o homem produz mudanças drásticas, tanto na estrutura genética quanto no ambiente dos povoamentos

florestais, uma vez que utiliza materiais melhorados ou de gerações avançadas de melhoramento e práticas intensivas de manejo florestal. E que o ambiente pode ser mudado durante o cultivo das essências florestais com adubações, irrigações, podas, desbastes, capinas ou quando são adotados espaçamentos diferentes, além de outros tratos culturais que influem diretamente no solo e no crescimento das árvores. Estes mesmos autores afirmam que deve ser considerada a possibilidade de que os fenótipos dessas árvores sejam influenciados positiva ou negativamente pelo ambiente e ocorram interações de genótipos x ambientes.

A interação genótipo x ambiente é definida por Shelbourne (1972), como a variação entre genótipos em suas respostas a diferentes condições ambientais. Já Matheson (1978) considera que a mesma é a atuação conjunta dos genótipos e dos ambientes. Para Quijada (1980), a interação genótipo x ambiente é a falta de uniformidade na resposta de dois ou mais grupos de plantas em dois ou mais ambientes.

Segundo Patiño Valera e Kageyama (1988), existem caracteres que não são grandemente influenciados com as variações ambientais. No entanto para estes mesmos autores, os caracteres de maior interesse econômico geralmente são quantitativos e, portanto, pequenas variações no ambiente já provocam modificações fenotípicas significativas, como por exemplo, para as variáveis alturas, diâmetro nas espécies florestais.

A importância da interação genótipo x ambiente no melhoramento florestal, indicando que a mesma afeta a estratégia dos programas de seleção, foi salientada por Namkoong (1966); Shelbourne (1972); Kageyama (1980); Kang (1987); Namkoong et al. (1980) e Talbert (1980).

Namkoong et al. (1980), elucidaram que em função dos objetivos do melhoramento, a seleção pode favorecer genótipos amplamente adaptados ou que respondem particularmente bem em ambientes específicos.

Para Matheson e Raymond (1984), a interação genótipo x ambiente é consequência dos desviados valores genotípicos individuais em um “site” a partir de efeitos aditivos de genótipos e de ambientes, em que os desvios poderão surgir devido às mudanças no comportamento dos genótipos entre “sites” ou devido à variação na expressão do comportamento dos genes que controlam essa característica.

Para Patiño Valera e Kageyama (1988), a detecção das interações genótipo x ambiente tem sido desenvolvida em uma grande variedade de técnicas estatísticas,

sendo que os objetivos a serem atingidos, vão ao encontro de descobertas de quais ambientes e quais genótipos contribuem para a maior parte da variância da interação, e por consequência a caracterização dos genótipos quanto a sua estabilidade.

Vencovsky (1978), citando Allard (1971), ressaltou a grande importância do fenômeno da interação de tratamentos com ambientes para o melhoramento, salientando que a magnitude da interação depende muito do material utilizado e também das condições ambientais onde o mesmo é submetido. Para o autor ao analisar a interação genótipo x ambiente por vias do melhoramento, mesmo esta sendo significativa, não deixa claro a situação, sendo necessário prosseguir com as pesquisas por um período de tempo maior.

Falconer e Mackay (1996), afirmaram que em função da relevância da interação genótipo x ambiente, torna-se necessária a obtenção de informações sobre a magnitude e natureza deste fenômeno, o que permitirá a escolha da melhor estratégia de seleção. Os autores ressaltam também que esta interação reduz a correlação genética e, por consequência, o ganho com a seleção.

Para tanto, Gonçalves (1997), recomendou o uso de metodologia que reduzam ou atenuem o efeito da interação genótipo x ambiente, sendo uma das alternativas mais empregadas a utilização de genótipos com maior estabilidade fenotípica. Porém Eberhart e Russel (1966); Cruz et al. (1989), defenderam o uso da regressão linear.

Para Nunes et al. (2002), uns dos grandes problemas nesses métodos, é que o índice ambiental, é a variável independente da regressão, sendo que do ponto de vista estatístico da análise de regressão, isso não pode ocorrer, pois fere o princípio da interdependência das variáveis no modelo de regressão.

Kageyama (1983); Mori et al. (1986); Patiño Valera (1986) e Moraes (1987), já enfatizavam um especial destaque ao *Eucalyptus*, afirmando que o gênero é muito sensível aos efeitos da interação genótipo x ambiente.

Para Mori et al. (1988), este fenômeno quando mal administrado poderá reduzir sensivelmente os ganhos desejados, impedindo que os programas de melhoramento consigam atingir seus objetivos. Para o autor uma das estratégias necessárias à minimização das perdas referente a este fenômeno é o uso de multipopulações, levando-se em conta a especificidade de materiais genéticos, as condições ambientais particulares, por meio

de seleção de indivíduos mais adaptados e produtivos para cada região ecológica.

Mori et al. (1988), também afirmaram que a interação genótipo x ambiente, quando não considerados seus efeitos em programas de melhoramento florestal, pode causar diminuição nos ganhos que uma seleção poderia proporcionar. Namkoong (1984), citado por Mori et al. (1988), sugeriu uma estratégia para condução de programas de melhoramento florestal em multipopulações para a manutenção de alta variabilidade genotípica na população melhorada, com possibilidades de grandes ganhos, retorno à variabilidade original e redução de risco de ocorrência de endogamia. Kageyama (1980) ressaltou que o total desconhecimento sobre a resposta à seleção para as diversas características, aliado à grande responsabilidade da seleção em espécies florestais, faz com que um esforço bastante grande venha sendo despendido nos estudos de determinação de parâmetros genéticos para populações das espécies florestais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e caracterização do experimento

Iniciado em 1996, com o objetivo de fornecer subsídios para definir estratégias em um programa de melhoramento genético e conservação do baru (*Dipteryx alata* Vog) o experimento foi instalado na fazenda Brejão, propriedade da empresa V&M Florestal, localizada no município de Brasilândia de Minas, noroeste de Minas Gerais, latitude 17°02'S, longitude 45°50'W e altitude média de 575 metros. A temperatura da região varia de 18 a 40°C. A precipitação pluviométrica média anual de variando de 683 a 970 mm.

Foram utilizados para a montagem do experimento, frutos coletados em três regiões distintas do estado de Minas Gerais: Noroeste (Brasilândia de Minas), Norte (Jequitaí) e Triângulo Mineiro (Capinópolis) sendo que em cada região foram amostradas 25 árvores matrizes adultas, distanciadas no mínimo, de 100 m entre si, evitando a coleta de frutos em árvores com elevado grau de parentesco. Estes materiais genéticos constituíram-se de 3 procedências de baru, totalizando 66 famílias de meios-irmãos de polinização livre.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas constituíram-se de uma linha com cinco plantas, como forma de

garantir a sobrevivência e evitar perdas de parcelas, adotando-se uma bordadura dupla em torno de todo o experimento.

O espaçamento utilizado foi de 3 x 4 metros, ou seja, 12 m2 por planta, totalizando, sem a inclusão da bordadura, uma área de aproximadamente 1,19 ha, com 990 plantas. O experimento recebeu podas de condução aos 12, 36 e 64 meses.

3.3 Avaliações e coleta de dados experimentais

O experimento foi avaliado nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos em 1997, 2000, 2002, 2007 e 2008 respectivamente. Foram medidas cinco plantas de cada parcela, obtendo-se o Diâmetro do Coleto (DC – somente nas duas avaliações iniciais), Diâmetro à Altura do Peito (DAP) e a Altura Total (HT).

O DAP foi medido, em centímetros (cm), pela medição direta das árvores com auxílio de uma suta e, para medir indiretamente a Altura Total, foi empregado o aparelho Blume Leiss, com medidas expressas em metros (m).

3.4 Análise e modelagem dos dados experimentais

Para as estimativas dos parâmetros genéticos foi utilizado o programa estatístico Selegen-REML/BLUP, desenvolvido por Resende (2007b), para servir de base ao melhoramento genético florestal e com potencialidades bastante amplas, pois ele permite trabalhar com vários sistemas reprodutivos e dezenas de métodos de seleção, além de permitir o delineamento de programas de melhoramento para a obtenção de máximos progressos genéticos imediatos, porém compatíveis com a manutenção de variabilidade genética suficiente para o melhoramento em longo prazo.

Já para a obtenção dos critérios de seleção precoce com base no caráter com maior eficiência correlativa juvenil x adulta foi adotada a metodologia de processamento dos dados por meio da metodologia de correlação genotípica o Selegen- REML/BLUP utilizando-se o modelo 102 para a estimativa da correlação genética em diferentes idades, bem como a metodologia de estimativas da eficiência de ganhos genéticos indiretos na seleção entre idades diferentes proposta por Cotterill e Dean (1990). Foi também utilizado como

apoio ao processamento dos dados o software Statgraphics Plus (2008), que permite gerenciar e analisar valores estatísticos com capacidade para a representação gráfica de todo tipo de estatísticas e desenvolvimento de experimentos, previsões e simulações em função do comportamento dos valores.

3.5 Análise de variância conjunta para procedência, progênie e planta em cada ano de avaliação

Para análise de variância das características em estudo que foram analisadas em nível de indivíduos, foi utilizado o programa GENES (CRUZ, 2006). Nesta análise foi admitido o efeito de bloco como aleatório avaliando-se a variabilidade entre e dentro das procedências.

Para a realização das análises de variância seguiu-se o procedimento análise de procedência-progênie-planta, baseando-se no seguinte modelo biométrico:

$Yijk = \mu + \beta k + Pcj + P/Pc\ (ij) + \varepsilon ij + \delta ijk$

em que:

Yijk: valor observado na iésima progênie da jésima procedência cultivada no késimo bloco;

μ: média geral observada;

βk: efeito do késimo bloco (efeito aleatório);

Pcj: efeito da jésima procedência (efeito fixo);

P/Pc (ij): efeito da iésima progênie dentro da jésima procedência (efeito aleatório);

εij: efeito que mede a variação entre parcelas;

δijk: efeito que mede a variação dentro de parcelas.

A análise de variância e a esperança dos quadrados médios para as estimativas dos parâmetros fenotípicos, genotípicos e ambientais dessas características encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Esquema da análise de variância e estimativa das esperanças dos quadrados médios para os parâmetros genéticos.

Fonte de variação	QM	E(QM)	F
Blocos	QMB	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + ng\hat{\sigma}_b^2$	-
Progênies (P)	QMP	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + nr\hat{\sigma}_g^2$	QMP/QME
Procedências (Pc)	QMPc	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + nr\hat{\phi}_p$	QMPc/QME
Progênies/Pc1	QMPgi (i=1)	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + nr\hat{\sigma}_{g1}^2$	QMPg1/QME
Progênies/Pc2	QMPgi (i=2)	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + nr\hat{\sigma}_{g2}^2$	QMPg2/QME
Progênies/Pc3	QMPgi (i=3)	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2 + nr\hat{\sigma}_{g3}^2$	QMPg3/QME
Entre parcelas	QME	$\hat{\sigma}_d^2 + n\hat{\sigma}_e^2$	-
Dentro de parcelas	QMD	$\hat{\sigma}_d^2$	-

.

σ^2_d: variância fenotípica dentro de parcelas; σ^2_e: variância ambiental entre parcelas; σ^2_g: variância genotípica entre médias de progênies; σ^2_{g1}: componente de variabilidade genotípica na procedência; σ^2_{g2}: componente de variabilidade genotípica na procedência 2; σ^2_{g3}: componente de variabilidade genotípica na procedência 3; σ^2_b: variância de blocos; ϕ_p: componente quadrático que expressa à variabilidade genotípica da procedência; **n** refere-se ao número de plantas dentro da parcela; **r** refere-se ao número de blocos.

3.6 Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos

As variáveis quantitativas foram analisadas pela metodologia do modelo linear misto (aditivo univariado) – REML/BLUP, aplicado aos testes de progênies de meios irmãos, delineamento em blocos casualisados, várias plantas por parcela, um só local e uma única população, seguindo o procedimento proposto por Resende (2002a):

y = Xb + Za + Wc + e;

em que:

y = vetores de dados;

b = vetores dos efeitos de blocos (fixos);

a = vetores dos efeitos genéticos aditivos (aleatórios);

c = vetores dos efeitos de parcela (aleatórios);

e = vetores dos efeitos de erros aleatórios.

X, Z e W = matrizes de incidência para b, a e c, respectivamente.

As estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos foram obtidas pelo método REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita / melhor predição

linear não viciada), empregando-se o software genético-estatístico SELEGEN-REML/BLUP, desenvolvido por Resende (2002b). Este método foi desenvolvido por Patterson e Thompson (1971) e Thompson (1973) citados por Searle et al. (1992) e Resende (2002a).

A estimativa de ganhos na seleção foi realizada objetivando a seleção de indivíduos, com base no caráter Altura Total, Diâmetro do Coleto e Diâmetro a Altura do Peito. Para tanto foi empregado o Índice Multi-efeitos, segundo metodologia proposta por Resende (2002a) com intuito de permitir que os testes de progênies possam ser transformados em pomares de sementes, foram realizadas as estimativas referentes aos seguintes parâmetros: N_e: tamanho efetivo; $\hat{a}$: efeito genético aditivo = IME: Índice Multi-efeito; $\hat{G}_S$: Ganho na seleção; Ef: eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; $\hat{D}$: Diversidade genética para os testes de progênies em três situações: I) seleção dos primeiros indivíduos que apresentaram as maiores estimativas de $\hat{a}$, não se levando em consideração o número de indivíduos que cada progênie pudesse ter (k_f = ∀K≠0), ou seja, k_f pode assumir qualquer valor K, desde que K≠0. (Nesse caso, a seleção procura maximizar o ganho na seleção não se preocupando com a diversidade genética a que ficou reduzido o teste de progênies após a seleção; II) simulação da seleção entre (30%) e dentro de progênies (10%), para efeito das escolhas das progênies e dos indivíduos de cada uma das progênies selecionados (k_f = K≠0), ou seja, com k_f constante igual a K, sendo K≠0. Para efeitos das estimativas dos parâmetros após a seleção das progênies e dos indivíduos, aplicaram-se a eles os dados do efeito genético aditivo ($\hat{a}$). Essa situação foi tomada como de referência às demais; III) estabelece um limite para o valor de k_f, no caso do presente estudo foi de (k_f ≤ 3). Nessa situação, procurou-se um equilíbrio entre o ganho na seleção e a diversidade genética.

Os valores das análises de propagação sexuada e assexuada foram extraídos dos Componentes de Média (BLUP Individual), na Seleção de indivíduos Software Selegen, onde foram considerados o efeito genético aditivo predito ($\hat{a}$) e o valor genético aditivo predito (u + a) para determinar os melhores indivíduos para seleção baseada na

propagação sexuada.

Para propagação assexuada, levou-se em conta o efeito genotípico predito (g) que equivale a “a + d”, ou seja, efeito genético aditivo predito + efeito genético de dominância predito (supondo determinado grau médio de dominância no caso de progênies de meios irmãos), e o valor de “u + g” (efeito genotípico predito + média geral).

Calculou-se a superioridade das matrizes em relação às suas progênies a partir dos Componentes de Média (BLUP Individual), Seleção com Sobreposição de Geração, onde os valores “0” para o bloco na seleção com sobreposição de geração indicam que o indivíduo em questão é uma matriz e não uma progênie do experimento, cujo valor de â é igual ao da Seleção de Genitores.

3.7 Distribuição, estimativas e estrutura de médias e variância

Para a distribuição, estimativas e estrutura de médias e variância foram utilizadas as seguintes variáveis:

$$y \mid b, V \sim N(Xb, V)$$

$$\mathrm{a} \mid A, \sigma_{\mathrm{a}}^2 \sim N(0,\ A\,\sigma_{\mathrm{a}}^2)$$

$$\mathrm{c}_1 \mid \sigma_{\mathrm{c}1}^2 \sim N(0,\ I\,\sigma_{\mathrm{c}1}^2)$$

$$\mathrm{r} \mid \sigma_{\mathrm{r}}^2 \sim N(0,\ I\,\sigma_{\mathrm{r}}^2)$$

$$\mathrm{e} \mid \sigma_{\mathrm{e}}^2 \sim N(0,\ I\,\sigma_{\mathrm{e}}^2)$$

$$Cov\,(\mathrm{a},\ \mathrm{c}_1') = 0;\ Cov\,(a,\ r') = 0;\ Cov\,(a,\ e') = 0$$

$$Cov\,(c_1, r') = 0;\ Cov\,(c_1,\ e') = 0;\ Cov\,(r,\ e') = 0$$

Ou seja:

$$\mathrm{E}\begin{bmatrix} y \\ \mathrm{a} \\ \mathrm{c}_1 \\ \mathrm{r} \\ \mathrm{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} e\ Var \begin{bmatrix} \mathrm{a} \\ \mathrm{c}_1 \\ \mathrm{r} \\ \mathrm{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_{c_1}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_r^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

$$\mathrm{Var}\ (\mathrm{y}) = ZA\,\sigma_{\mathrm{a}}^2 Z' + WI\,\sigma_{\mathrm{c}_1}^2 W' + QI\sigma_{\mathrm{r}}^2 Q' + I\,\sigma_{\mathrm{e}}^2$$

A e I = matriz de parentesco genético aditivo e matriz identidade de ordem apropriada aos dados, respectivamente.

3.8 Modelo linear misto (aditivo univariado)

Para a composição do modelo linear misto foram utilizadas às seguintes variáveis:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W & X'Q \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\lambda_1 & Z'W & Z'Q \\ W'X & W'Z & W'W + I\lambda_2 & W'Q \\ Q'X & Q'Z & Q'W & Q'Q + I\lambda_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{c}_1 \\ \hat{r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \\ Q'y \end{bmatrix};$$

em que:

$$\lambda_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} = \frac{1 - h^2 - c_1^2 - r^2}{h^2};$$

$$\lambda_2 = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_{c_1}^2} = \frac{1 - h^2 - c_1^2 - r^2}{c_1^2};$$

$$\lambda_3 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_r^2} = \frac{1 - h^2 - c_1^2 - r^2}{r^2};$$

$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{c_1}^2 + \sigma_r^2 + \sigma_e^2}$: herdabilidade individual no sentido restrito;

$c_1^2 = \sigma_{c_1}^2/(\sigma_a^2 + \sigma_{c_1}^2 + \sigma_r^2 + \sigma_e^2)$: correlação entre indivíduos devida ao ambiente comum da parcela referente a progênies;

$r^2 = \sigma_r^2/(\sigma_a^2 + \sigma_{c_1}^2 + \sigma_r^2 + \sigma_e^2)$: correlação fenotípica intraclasse entre indivíduos de uma mesma procedência, em diferentes blocos;

3.9 Estimativa interativa das componentes da variância por REML com algoritmo (expectation maximization)

Para a estimativa interativa das componentes da variância o foram utilizadas às seguintes variáveis:

$$\sigma_e^2 = [y'y - \hat{b}'X'y - \hat{a}'Z'y - \hat{c}_1'\,W'y - \hat{r}'Q'y]/[N - r(x)]$$

$$\sigma_a^2 = [\hat{a}'A^{-1}\,\hat{a}' + \sigma_e^2\ tr\ (A^{-1}\,C^{22})]/q$$

$$\sigma_{c_1}^2 = [\hat{c}_1'\hat{c}_1 + \hat{\sigma}_e^2\ tr\ C^{33}]/s_1;$$

$\sigma_{c_1}^2 = [\hat{r}'\hat{r} + \hat{\sigma}_e^2\ tr\ C^{44}]/t$, em que:

S_1 e t = número de parcelas referentes a progênies e números de procedências.

$C^{22}, C^{33} e\ C^{44}$ advém de:

$$C^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} \\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} C^{11} & C^{12} & C^{13} & C^{14} \\ C^{21} & C^{22} & C^{23} & C^{24} \\ C^{31} & C^{32} & C^{33} & C^{34} \\ C^{41} & C^{42} & C^{43} & C^{44} \end{bmatrix}$$

C: matriz dos coeficientes das equações de modelo misto;

tr: operador traço matricial;

r(x): posto da matriz X

N e q: número total de dados e número de indivíduos.

3.10 Estimativa de herdabilidade em nível de média de famílias

As estimativas de herdabilidade em nível de médias de famílias foram obtidas pela seguinte expressão, conforme Resende (2002):

$$h_m^2 = \frac{[1 + (n-1)\rho_a]h_a^2}{1 + (n-1)(\rho_a\, h_a^2)}$$

em que $\boldsymbol{\rho_a}$ é a correlação genética entre os indivíduos do tipo de família considerada ($\boldsymbol{\rho_a}$ = 1/4 para meios-irmãos), $\boldsymbol{h^2_a}$ é a herdabilidade individual no sentido restrito e $\boldsymbol{n}$ é o número total de indivíduos por progênie.

Calcularam-se, ainda, as acurácias seletivas para seleção de famílias, conforme Oliveira et al. (2004).

$$r_{\hat{a}am}^2 = \left[\frac{[1 + (n-1)\rho_a]h_a^2}{1 + (n-1)(\rho_a\, h_a^2)}\right]^{1/2}$$

3.11 Correlações genéticas e fenotípicas e correlações juvenil-adulto

As correlações genéticas entre os caracteres foram obtidas por meio da submissão dos dados experimentais coletados ao modelo 102 do programa Selegen-REML/BLUP. Este modelo fornece a matriz de covariância e correlações genéticas.

É importante ressaltar que essa correlação genética é dada pela relação entre os valores genotípicos obtidos pelo BLUP para os caracteres avaliados nas diferentes idades, conforme descritos por Resende (2007b).

As correlações fenotípicas também foram obtidas por meio do programa Selegen-REML/BLUP, sendo calculadas segundo o modelo 105, conforme sugerido por Resende (2007b). Nesse modelo são fornecidas, além das correlações fenotípicas, informações estatísticas gerais acerca dos dados como média, variância, desvio, covariância, correlação, coeficiente de variação, mínimo, máximo, assimetria e curtose.

A seleção das melhores famílias foi realizada com base no valor genético aditivo das progênies que contém o valor de “u + g” (efeito genotípico predito + média geral) e é fornecido pela análise realizada via modelo 05 que é específico para avaliar experimentos de blocos ao acaso de progênies de meios-irmãos com várias plantas por parcela com várias populações.

A seleção foi visando à transformação do teste em um pomar de sementes por mudas, e a intensidade de seleção dentro das famílias selecionadas foi de 30%.

A seleção dentro de famílias foi realizada com base no valor genotípico individual, selecionando o indivíduo com maior valor genotípico dentro de família em cada bloco com uma intensidade de 10%.

Os valores genotípicos de cada um dos indivíduos selecionado foram obtidos somando-se cada efeito genotípico à média geral do experimento. O ganho genético equivale à média dos valores genéticos preditos selecionados. A média geral somada ao ganho genético resulta na medida da população melhorada.

A seleção foi conduzida tendo o DAP como referência, devido a sua precisão e pelo fato de apresentar alta correlação com altura, bem como por possuir uma relação hipsométrica positiva com o volume. Além disso, o fato dessa medida ter sido obtida por método direto, pelo uso da suta, promoveu maior precisão nas medidas desse caráter e, consequentemente, maior precisão experimental.

A altura foi obtida por meio do aparelho blume leiss, método indireto, o que pode favorecer pequenos erros nas medidas, diminuindo, assim, a precisão experimental.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações dos caracteres nas diferentes idades realizadas no testes de progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.) possibilitaram evidenciam que o desenvolvimento dos indivíduos observados foi satisfatório.

Em relação à mortalidade das plantas no teste de progênie, foram observados percentuais relativamente baixos aumentando com a idade, sendo de 1,3 % no primeiro ano de idade, 1,8% para o terceiro ano, 2,6% para o quinto ano, 7,7% para o décimo ano e 7,8% para o décimo primeiro ano de idade.

Desta forma verificou-se que aos 11 anos, o número de plantas mortas em cada procedência foi 25, 31 e 26 para Brasilândia de Minas, Capinópolis e Jequitaí respectivamente.

Esta redução do número de plantas por parcela ocasionou um desbalanceamento no teste somente dentro de famílias. Mesmo com este desbalanceamento a sobrevivência foi de aproximadamente 92%, o que contribuiu para manter o teste balanceado entre famílias presente nas repetições.

4.1 Resultados da análise de variância do teste de progênie de Baru (*Dipteryx Alata* Vog.)

Os resultados da análise de variância ao nível de indivíduos para os caracteres Altura Total (HT), Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro a Altura do Peito diâmetro

(DAP) para as três procedências avaliadas nas idades 1, 3, 5, 10 e 11 anos, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Análises de variância para os caracteres Altura Total (HT), Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro à Altura do Peito (DAP), de *Dipteryx alata* Vog. (Baru) nas idades de 01, 03, 05, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

Fontes de Variação	GL	QM									
		DC			DAP				HT		
		1 Ano	3 Anos	5 Anos	10 Anos	11 Anos	1 Ano	3 Anos	5 Anos	10 Anos	11 Anos
Bloco	2	0,27	0,31	0,68	1,73	3,78	0,19	9,13	2,00	20,95	48,06
Família	65	2,81 **	8,17 **	9,34 **	31,11 **	35,58 **	1,38 **	6,15 **	3,46 **	8,67 **	12,23 **
Procedência	2	10,45 **	45,20 **	56,98 **	310,78 **	391,70 **	0,81 **	49,84 **	7,25 **	64,56 **	83,63 **
Prog/Pc1	24	2,02 **	5,50 **	5,82 **	16,82 **	17,82 **	1,63 **	4,18 **	3,16 **	6,13 **	8,99 **
Prog/Pc2	24	3,43 **	8,24 **	9,25 **	24,98 **	28,05 **	2,05 **	4,43 **	3,76 **	6,89 **	10,73 **
Prog/Pc3	15	2,90 **	8,13 **	8,77 **	26,49 **	28,57 **	1,07 **	6,43 **	2,95 **	8,13 **	10,29 **
Entre parcelas	130	1,03	2,62	2,79	7,60	8,12	0,59	2,13	1,29	2,82	3,74
Dentro de parcelas	727	0,53	1,53	1,75	5,78	6,61	0,33	1,79	0,84	2,17	2,64

** Significativo, pelo teste de F (p<0,01). Pc1: Procedência de Brasilândia de Minas, Pc2: Procedência de Capinópolis e Pc3: procedência de Jequitaí.

A análise de variância revelou resultados com diferenças altamente significativas, por meio do teste F, para as famílias em cada uma das procedência e entre as procedências, para todas as idades avaliadas.

Estes resultados demonstram a existência significativa de variabilidade genética na espécie *Dipteryx alata* Vog. (Baru), sendo que esta variabilidade pode permitir avanços significativos em futuros programas de melhoramento genético.

Estes resultados também vão ao encontro das observações realizadas por Pires et al. (1996), de que a maioria dos genótipos manipulados no setor florestal, ainda em estágio selvagem, possibilita a obtenção de significativos ganhos com pouco esforço de seleção.

Para a *Dipteryx alata* Vog. (Baru) que possui origens com ampla distribuição geográfica no Brasil, com níveis de variação significativos entre procedências, é esperado que ocorram diferenças genéticas significativas uma vez que nestas áreas, há a possibilidade de existência de variações clinais ou ecotípicas, tendo assim uma grande importância em projetos de conservação genética.

Para Farias Neto et al. (2003) estas diferenças têm surgido como resultado da adaptação da espécie as diferentes condições edafoclimáticas nos hábitat´s

naturais.

Soares et al. (2008) pesquisando a *Dipteryx alata* Vog. (Baru) na região centro-oeste do Cerrado brasileiro, observaram expressivas variações. As populações pesquisadas demonstraram processos simultâneos de divergência genética estocástica, além de serem espacialmente estruturadas. Para estes autores às fragmentações provocadas pela antropização, têm propiciado a formação de populações constituídas de pequenos grupos de indivíduos, o que as torna pouco indicadas para a conservação genética da espécie.

Para Oliveira e Sigrist (2008), uma vez que *Dipteryx alata* Vog. (Baru) apresenta reprodução alógama e que o vetor responsável pelo fluxo de pólen entre plantas é basicamente constituído pela abelha *Xylocopa suspecta*, os diferentes graus de antropização podem estar atuando na formação de grupos distintos dessa espécie arbórea, conforme relatado por Soares et al. (2008), em decorrência da redução do fluxo gênico, causado por modificações na estrutura das populações das referidas abelhas.

Os resultados da análise de variância mostram que a decomposição dos efeitos de progênie de meio-irmão dentro das procedências de Brasilândia de Minas, Capinópolis e Jequitaí apresentam variações genéticas significativas.

Estes resultados vão ao encontro dos obtidos por Oliveira (1998), o qual avaliou a variação entre e dentro de procedências avaliadas neste mesmo trabalho, porém em fase de viveiro e crescimento inicial onde o teste F, revelou diferenças significativas entre as procedências, considerando o diâmetro à altura do colo aos 7, 13 e 19 meses.

Os resultados das componentes de variância genética, estimados pelo método das esperanças dos quadrados médios, bem como a média obtida por procedência, para os caracteres Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro a Altura do Peito (DAP) são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados das estimativas da média, da variância genética e do coeficiente de variação genética para os caracteres Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro a Altura do Peito (DAP), de *Dipteryx alata* Vog. (Baru) nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

Descrição	DC						DAP								
	1 Ano			3 Anos			5 Anos			10 Anos			11 Anos		
	μ	σ^2g	Cvg	μ	σ^2g	Cvg	μ	σ^2g	Cvg	μ	σ^2g	Cvg	μ	σ^2g	Cvg
Procedência	0,80	0,65	21,14	2,73	2,85	35,73	4,96	3,61	38,30	6,47	20,21	69,40	6,79	25,57	74,40
Prog/Brasilândia	0,71	0,07	6,90	2,17	0,19	9,55	4,76	0,20	9,40	6,10	0,61	12,80	6,36	0,65	12,60
Prog/Capinópolis	0,90	0,16	10,34	2,39	0,37	12,03	5,39	0,43	12,20	7,45	1,16	14,40	7,89	1,33	14,60
Prog/Jequitaí	0,84	0,13	9,02	2,04	0,37	13,43	4,61	0,40	13,50	5,53	1,26	20,20	5,74	1,36	20,30

μ: Média geral (cm), **σ^2g:** Variância genética, **CVg:** Coeficiente de variação genética (%)

Quando analisados o Diâmetro do Coleto, verifica-se que nas idades de 1 e 3 anos a procedência de Capinópolis apresentou uma tendência de maiores médias com 0,90 cm e 2,39 cm, respectivamente, seguida da Jequitaí com 0,84 cm e 2,04 cm, respectivamente e Brasilândia de Minas com 0,71 cm e 2,17 cm, respectivamente.

Oliveira (1998) observou em suas pesquisas nesta mesma área experimental, tendência de comportamento de médias semelhantes, acreditando-se que, nesta população tenha ocorrido uma pré-seleção, por meio de desbaste das árvores de menor desempenho, realizada pelos agricultores.

Esta é uma prática muito comum entre os pecuaristas, os quais deixam algumas árvores nas pastagens, geralmente as mais frondosas e sadias, no intuito de fornecer conforto térmico para o gado.

Quanto aos valores de variação genética e coeficiente de variação genética percentual, obtidos para o Diâmetro do Coleto nas idades 1 e 3 anos observaram em termos gerais a mesma tendência de maiores valores para a procedência Capinópolis.

Também foi observado um aumento nestes valores à medida que a idade das procedências avançava, sendo que aos 3 anos de idade observaram-se os valores de 9,55%, 12,03% e 13,43%, para as procedências Brasilândia, Capinópolis e Jequitaí respectivamente. Já o coeficiente de variação genética para todas as procedências aos 3 anos de idade foi de 35,73%.

Também há de ser ressaltado que todas as procedências apresentaram substanciais incrementos de crescimento do Diâmetro do Coleto entre as duas idades avaliadas.

Quando analisados os resultados referentes ao Diâmetro a Altura do Peito, nas idades de 5, 10 e 11 anos, verificam-se que para os valores médios, em termos gerais a procedência Capinópolis também apresentou a tendência de maiores valores com 5,39 cm, 7,45cm e 7,89 cm, respectivamente, seguida da procedência Brasilândia com 4,76 cm, 6,10 cm e 6,36 cm, respectivamente e da procedência Jequitaí com 4,61 cm, 5,53 cm e 5,74 cm, respectivamente.

Porém quando observado os valores de variação genética e coeficientes de variação genética, para estas mesmas idades verifica-se que a procedência Jequitaí apresentou as maiores tendências de valores, seguida da procedência Capinópolis e Brasilândia, sendo que aos 11 anos de idade os valores do coeficiente de variação genética para estas procedências foram de 20,30%, 14,50% e 12,60% respectivamente. Já o coeficiente de variação genética para todas as procedências aos 11 anos de idade foi de 74,40%.

Os resultados das componentes de variância genética, estimados pelo método das esperanças dos quadrados médios, bem como a média obtida por procedência, para o caráter Altura Total são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados das estimativas da média, da variância genética e do coeficiente de variação genética para o caráter Altura Total (HT), de *Dipteryx alata* Vog. (Baru) nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

Descrição	HT														
	1 Ano			3 Anos			5 Anos			10 Anos			11 Anos		
	μ	σ^2g	Cvg	μ	σ^2g	Cvg	μ	σ^2g	Cvg	μ	σ^2g	Cvg	μ	σ^2g	Cvg
Procedência	0,79	0,04	5,49	1,58	0,31	16,83	3,80	0,40	16,60	4,03	4,12	50,20	4,66	5,33	49,50
Prog/Brasilândia	0,64	0,07	7,49	1,43	0,08	8,53	3,72	0,12	9,40	3,95	0,22	11,80	4,53	0,35	13,00
Prog/Capinópolis	0,71	0,10	8,89	1,51	0,10	9,04	3,95	0,16	10,20	4,44	0,27	11,70	5,14	0,47	13,20
Prog/Jequitaí	0,55	0,03	4,82	1,41	0,09	9,39	3,67	0,11	9,00	3,52	0,35	16,80	4,10	0,44	16,10

μ: Média geral (m), **σ^2g:** Variância genética, **CVg:** Coeficiente de variação genética (%)

Para o caráter Altura Total, observou-se que em todas as idades a procedência Capinópolis apresentou a tendência dos maiores valores médios, seguida pelas procedências Brasilândia e Jequitaí, sendo que na idade de 11 anos estes valores foram de 5,14 m, 4,53 m e 4,10 m respectivamente.

Já para todas as procedências a média geral aos 11 anos de idade foi de

4,66 m de altura.

Ao observar as médias nas diferentes idades verifica-se um incremento substancial de crescimento em altura para todas as procedências estudadas.

Também foi observado, um aumento considerável no tamanho das copas das árvores.

Porém em termos gerais o crescimento em altura foi pequeno e pode ter sido influenciado pelo falta de adubação e da realização de tratos culturais do teste.

Para Sano (2001), o desenvolvimento do *Dipteryx alata* Vog. (Baru) é influenciado por fatores edáficos e fertilidade. Neste experimento não foram realizadas adubações pós-plantio. No entanto podas de condução ocorreram nas idades de 1, 3 e 5 anos.

Para a variação genética e coeficientes de variação genética em termos percentuais, verificou que a procedência Capinópolis apresentou também a tendência dos maiores valores seguida pelas procedências Brasilândia e Jequitaí.

Observou-se também um aumento evolutivo destes valores à medida que a idade das procedências avançava, sendo que na idade de 11 anos os valores para o coeficientes de variação foram de 13,00%, 13,20% e 16,10% para as procedências Brasilândia, Capinópolis e Jequitaí respectivamente. Já o coeficiente de variação genética para todas as procedências foi de 49,50%.

A população de Brasilândia de Minas foi constituída de árvores localizadas onde o cultivo de Eucalyptus é predominante, enquanto que nas populações de Capinópolis e Jequitaí a atividade agrícola é constituída, principalmente, por pastagens, sendo em Jequitaí o relevo acidentado e com muitas áreas impróprias para a agricultura intensiva.

Em Jequitaí, o sistema agrícola é constituído, na maior parte, por pequenas propriedades agrícolas com característica familiar, fato que contribui para a existência de uma maior faixa de Cerrado com menor grau de antropização. Por essa última razão, a maior variabilidade encontrada nesta população vai ao encontro dos resultados obtidos nos trabalhos de Soares et al. (2008) e Oliveira e Sigrist (2008).

Estas diferenças nos níveis de variabilidade genética entre as populações avaliadas podem ser explicadas pelo fato de que, na fase de produção das mudas experimentais, a população de Brasilândia de Minas apresentou maior número de plântulas com albinismo, seguida pela população de Capinópolis.

Por outro lado, em Jequitaí, não foram observados a ocorrência deste fenômeno. Para Mitton (1989), este fenômeno, provocado pela endogamia em plantas alógamas, promove o decréscimo na germinação, viabilidade das sementes e mortalidade juvenil.

Oliveira (1998) observou durante a fase inicial deste trabalho, que em 25 matrizes de Brasilândia de Minas, uma matriz apresentou taxa de albinismo de aproximadamente 24%.

Desta forma pode-se afirmar que conforme sugerido por Gettys e Wfford (2007), o albinismo em *Dipteryx alata* Vog. (Baru) é controlado por um simples lócus pelos alelos A e a. Isto expressa à possibilidade de que a referida matriz esteja em uma condição isolada de fluxo de pólen.

O albinismo observado na procedência de Capinópolis ocorreu em três matrizes, porém em percentual médio bem inferior a 25%, sendo este de 2,4%.

Desta forma para confirmar estas informações com maior segurança, devem ser realizados experimentos com o objetivo de estudar mais detalhadamente o albinismo em *Dipteryx alata* Vog. (Baru).

Porém, por se tratar de uma espécie nativa, há grandes dificuldades na implementação desses estudos, tendo em vista que se trata de uma espécie arbórea, cuja fase reprodutiva ocorre em longo prazo.

4.2 Desenvolvimento do teste de progênies de Baru (*Dipteryx alata* Vog.)

A Tabela 5 apresenta as estimativas de médias, coeficientes de variação experimental, índices de variação, teste-F e das correlações devida ao ambiente comum das parcelas para os caracteres Altura Total, Diâmetro do Coleto e Diâmetro a Altura do Peito, para o teste de progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.) avaliado nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos.

Tabela 5. Estimativas de média ($\hat{m}$), coeficiente de variação experimental (CV_{exp}), teste-F (F) e da correlação devida ao ambiente comum da parcela ($\hat{C}^2$) para os caracteres Altura Total (HT), Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro à altura do Peito (DAP), sem covariância de *Dipteryx alata* Vog. (Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

Caracteres	$\hat{m}$	CV_{exp} (%)	F ∘	$\hat{C}^2$
HT - 1 Ano	0,631529	10,183714	4,1033*	0,089928
HT - 3 Anos	1,444017	12,337643	3,8315*	0,072850
HT - 5 Anos	3,671083	9,048930	5,3649*	0,035901
HT - 10 Anos	4,475311	10,776853	4,3198*	0,069824
HT - 11 Anos	5,208774	10,672282	4,5628*	0,095521
DC - 1 Ano	0,801413	13,075382	5,8000*	0,042115
DC - 3 Anos	2,109692	13,083683	5,8036*	0,042342
DAP - 5 Anos	5,111008	13,157274	3,4161*	0,129590
DAP - 10 Anos	7,002900	12,489437	6,5057*	0,042153
DAP - 11 Anos	7,367312	12,268440	7,1500*	0,031512

* Significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F

Pode-se observar que o controle ambiental foi eficiente para cada caráter quando comparados nas idades avaliadas, sendo que o caráter Altura Total apresentou os menores valores de CV_{exp} variando de 9,04 % a 12,33%.

Porém uma maior regularidade dos CV_{exp}, foi observada para o caráter Diâmetro do Coleto e Diâmetro a Altura do Peito os quais variaram de 13,07 a 13,08% e 12,26% a 13,15% respectivamente. Isto pode ser atribuído a facilidade de obtenção das medidas quantitativas destes caracteres, uma vez que as mesmas podem ser obtidas diretamente sobre os indivíduos avaliados, o que aumenta a precisão e exatidão dos dados coletados. Gomes (1987), ressalta que CV_{exp}, depende apenas da variação residual como proporção da média do experimento.

O teste de progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.) apresentou diferenças estatísticas significativas em nível de 1% de probabilidade, revelando haver variações genéticas entre as progênies para todos os caracteres observados em cada uma das idades avaliadas. Isto demonstra que diferenças estatísticas observadas em idades precoces, podem auxiliar na seleção de indivíduos ainda na idade juvenil.

Porém é importante ressaltar que estas seleções devem ser correlacionadas com informações obtidas da espécie em idades adultas para uma melhor segurança no processo de seleção.

Em relação à correlação pôde-se observar que devido ao ambiente comum das parcelas do teste de progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.), é possível executar o processo de seleção de indivíduos para quase todas as idades para todos os caracteres, pois houve pouca influência ambiental na variação observada dentro das parcelas com exceção do caráter Diâmetro a Altura do Peito aos cinco anos de idade, uma vez que o valor do $\hat{C}^2$ ficou na ordem de 0,12. Geralmente os valores aceitáveis $\hat{C}^2$ quando se trata de experimentos de plantas perenes, são limitados até 0,10 (STURION; RESENDE, 2005).

4.3 Variações genéticas do teste de progênies de Baru (*Dipteryx alata* Vog.)

Segundo Goldenberg (1968), Vencovsky (1978) e Vencovsky e Barriga (1992) no ato da transformação dos testes de progênies em pomares de sementes por mudas, são importantes a obtenção das estimativas de coeficientes de herdabilidade, da acurácia associadas às unidades de seleção e de progressos genéticos.

Tais estimativas permitem estabelecer a melhor estratégia de seleção. Desta forma na Tabela 6 são apresentadas as estimativas dos coeficientes de herdabilidade: individual, no sentido restrito, herdabilidade com base na média de progênies e herdabilidade aditiva dentro de parcela; o coeficiente de variação genética em nível de indivíduo e o coeficiente de parcela; o coeficiente de variação relativa e a acurácia para os caracteres Altura Total, Diâmetro do Coleto e Diâmetro a Altura do Peito, para o teste de progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.) avaliado nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos.

Tabela 6. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade: individual, no sentido restrito ($\hat{h}_a^2$), da média de progênies ($\hat{h}_m^2$) e aditiva dentro de parcela ($\hat{h}_d^2$); de variação genética em nível de indivíduo (CV_{gi}) e de parcela (CV_{gp}); de variação relativa (CV_r) e da acurácia (Ac) para os caracteres Altura (ALT), Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro à altura do Peito (DAP), sem covariância de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

Caracteres	$\hat{h}_a^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$	CV_{gi} (%)	CV_{gp} (%)	CV_r	*Ac*
HT - 1 Ano	0,03233	0,456292	0,032878	20,715043	10,357522	1,017067	0,869651
HT - 3 Anos	0,22026	0,729009	0,251981	23,972494	11,986247	0,971518	0,859656
HT - 5 Anos	0,33108	0,803603	0,394835	21,829956	10,914978	1,206217	0,901999
HT - 10 Anos	0,42729	0,848505	0,495874	22,673268	11,336634	1,051943	0,876644
HT - 11 Anos	0,56105	0,860834	0,544952	23,260519	11,630260	1,089763	0,883648
DC - 1 Ano	0,03304	0,527585	0,059641	33,078235	16,539117	1,264905	0,909717
DC - 3 Anos	0,23457	0,737692	0,262478	33,111696	16,555848	1,265381	0,909776
DAP - 5 Anos	0,34256	0,817272	0,457802	23,615458	11,807729	0,897430	0,840995
DAP - 10 Anos	0,45507	0,866289	0,461475	33,839169	16,919584	1,354711	0,919940
DAP - 11 Anos	0,50972	0,880139	0,532303	35,131387	17,565693	1,431779	0,927437

Pode se verificar que os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito e aditiva dentro da parcela foram inferiores aos coeficientes da herdabilidade média para todos os caracteres observados nas diferentes idades avaliadas para o teste de progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.).

Estes resultados vão de encontro aos resultados encontrados por Siqueira et al. (2000) em *Balfourodendron riedelianum*, Sebbenn e Ettori (2001) em *Myracrodruon urundeuva*, Sebbenn et al. (2003) em *Araucária angustifólia*, Souza et al. (2003) em *Astronium fraxinifolium*, Costa et al. (2005) em *Ilex paraguariensis*, Moraes et al. (2007) em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, Missio et al. (2005) em *Pinus kesya*, Costa et al. (2000) *Hevea brasiliensis* e Oliveira et al. (2004) em umbuzeiros.

Os valores observados para a herdabilidade individual no sentido restrito para todos os caracteres nas diferentes idades avaliadas variaram na ordem de 0,03 a 0,56 para Altura Total, 0,03 a 0,23 para Diâmetro do Coleto e 0,34 a 0,50 para o Diâmetro a Altura do Peito.

Em relação à herdabilidade da média das progênies os valores

observados para todos os caracteres nas diferentes idades variaram na ordem de 0,45 a 0,88 para Altura Total, 0,52 a 0,72 para o Diâmetro do Coleto e 0,80 a 0,86 para o Diâmetro a Altura do Peito.

Já para a herdabilidade aditiva dentro da parcela os valores observados variaram na ordem de 0,03 a 0,54 para Altura Total, 0,05 a 0,26 para Diâmetro do Coleto e 0,45 a 0,53 para Diâmetro a Altura do Peito.

Os coeficientes de herdabilidade geralmente apresentam variação conforme as idades das plantas, pois até que haja um completo estabelecimento e equilíbrio no campo, pode haver influência menor ou maior do ambiente na manifestação das características de crescimento (ETTORI et al., 2006).

Para Falconer (1987), tais variações revelam que a herdabilidade é uma propriedade e não somente de um caráter, mas também da população e das circunstancias de ambiente às quais as progênies estão sujeitas.

Ainda com relação à herdabilidade no sentido restrito pode se verificar que os valores observados encontram-se superiores ao de Sturion e Resende (2001) que encontraram herdabilidade, no sentido restrito, em nível de indivíduo de 0,65 em massa foliar de *Ilex paraguariensis*, e relatam que herdabilidades dessa magnitude indicam um alto controle genético com possibilidade de ganhos genéticos consideráveis, em apenas um ciclo, por meio de seleção massal.

Segundo Resende et al. (1991), a presença de variabilidade genética pode ser confirmada e quantificada pelo coeficiente de variação genética, que expressa à magnitude da variação genética em relação à média do caráter.

Desta forma os maiores valores de coeficiente de variação genética em nível de indivíduo, foram observados para o Diâmetro do Coleto e o Diâmetro a Altura do Peito com valores variando de 33,07% a 33,11% e 23,61% a 35,13% respectivamente nas diferentes idades avaliadas.

Já para a Altura Total observou-se para este mesmo coeficiente, variações de 20,71% a 23,97%.

O coeficiente de variação genética em nível de parcela apresentou valores médios correspondentes à metade dos valores dos coeficientes de variação genética em nível de indivíduo para todos os caracteres em todas as idades.

Desta forma observou-se o mesmo comportamento em termos de maiores e menores valores de coeficiente de variação genética em nível de parcela, quando comparados aos coeficientes de variação genética em nível de indivíduo.

Sendo assim foram observados valores variando de 10,35% a 11,98% para Altura Total, 16,53% a 16,55% para Diâmetro do Coleto e 11,80% a 17,56% para Diâmetro a Altura do Peito.

Por meio do coeficiente de variação relativa pode-se observar que todos os caracteres são adequados para o sucesso da seleção para todas as idades, os quais apresentaram valores variando de 0,97 a 1,20 para Altura Total, 1,264 a 1,265 para Diâmetro do Coleto e 0,89 a 1,43 para Diâmetro a Altura do Peito.

Para o coeficiente de acurácia o qual permite medirmos o grau de confiança das estimativas obtidas por meio do experimento para o teste de progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.) avaliado nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos, observou valores com magnitude muito alta e alta, conforme a classificação de Resende e Duarte (2007).

Com base nestes autores, pode observar que para o caráter Altura Total, a magnitude da acuracidade foi alta com valores variando de 0,85 a 0,90.

Também para o Diâmetro do Coleto e para o Diâmetro a Altura do Peito, pode-se observar a magnitude alta e muito alta com valores variando entre 0,84 a 0,92.

Segundo Hannrup et al. (1998), para aumentar o valor da acurácia é necessária a redução do desvio-padrão das estimativas, que ocorre quando se tem maior número de amostras por progênies.

Na Tabela 7, são apresentadas as estimativas das variâncias genéticas aditivas ($\hat{\sigma}_a^2$), ambientais entre parcelas ($\hat{\sigma}_c^2$), residual (ambiental mais a parte não aditiva da variação genética, $\hat{\sigma}_e^2$) e a fenotípica individual ($\hat{\sigma}_f^2$), que permitiram a obtenção dos parâmetros citados anteriormente.

Tabela 7. Estimativas das variâncias genéticas aditivas ($\hat{\sigma}_a^2$), ambientais entre parcelas ($\hat{\sigma}_c^2$), residual (ambiental mais a parte não aditiva da variação genética, ($\hat{\sigma}_e^2$) e a fenotípica individual ($\hat{\sigma}_f^2$).

Caracteres	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_c^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_f^2$
HT - 01 Ano	0,013373	0,000130	0,004113	0,017616
HT - 03 Anos	0,119832	0,010643	0,015614	0,146088
HT - 05 Anos	0,642235	0,022362	0,041723	0,622874
HT - 10 Anos	1,029615	0,077529	0,003200	1,110343
HT - 11 Anos	1,467945	0,132152	0,216620	1,383476
DC - 01 Ano	0,070275	0,002612	0,010864	0,062023
DC - 03 Anos	0,487979	0,018211	0,076091	0,430099
DAP - 05 Anos	1,456820	0,224065	0,048138	1,729022
DAP - 10 Anos	5,615588	0,188603	1,329883	4,474309
DAP - 11 Anos	6,698980	0,161177	1,745356	5,114800

HT: Altura Total; DC: Diâmetro do Coleto; DAP: Diâmetro a Altura do Peito;

4.4 Ganho de seleção, tamanho efetivo e diversidade genética do teste de progênies de Baru (*Dipteryx alata* Vog.)

Segundo Resende e Fernandes (1999), o método do Índice Multi-efeito é um procedimento ótimo de seleção equivalente ao procedimento BLUP (melhor predição linear não-viciada) para o caso em que os dados são balanceados ou a sobrevivência é superior a 85%.

Resende e Higa (1994) afirmam que a utilização do Índice Multi-efeito ($\hat{a}$ = IME) permite, explorar frações da variância genética aditiva que não são consideradas na seleção entre e dentro de progênies, levando à maximização da precisão na seleção, muito embora, nos casos em que o experimento está bem conduzido e balanceado, a inclusão dos efeitos de parcela e blocos pode pouco alterar na seleção.

A vantagem do método do Índice de Multi-efeito, é que ele reduz o peso dado à média geral de famílias. Este fato permite uma melhor distribuição dos indivíduos selecionados nas várias famílias e, consequentemente, propicia um tamanho efetivo maior, sendo a seleção mais acurada e são de grande importância na diminuição da perda de alelos favoráveis devido à deriva genética, associada aos processos seletivos (PEREIRA; VENCOVSKY, 1998).

A seleção baseada no Índice Multi-efeito favorece maior ganho

genético e alta acurácia em relação à seleção entre e dentro de progênies, seleção de genitores com base no comportamento da progênie, e seleção individual (PAIVA et al., 2002).

O método de Índice Multi-efeito deve ser utilizado por propiciar acurácia e não implicar em custos adicionais ao processo seletivo, além disso, pequenos ganhos podem ser significativos considerando-se que, normalmente, os reflorestamentos abrangem grandes áreas (STURION et al., 1994).

Dessa forma, optou-se por avaliar todos os caracteres (Altura Total, Diâmetro do Coleto, Diâmetro a Altura do Peito e Volume do Cilindro) considerando o valor do ($\hat{C}^2$) e aplicando a metodologia do IME, para o teste de progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.) avaliado nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos.

Nas Tabelas A1 a A10 do Apêndice, são apresentadas às estimativas referentes aos seguintes parâmetros:

N_e: tamanho efetivo;

$\hat{a}$: efeito genético aditivo = IME: Índice Multi-efeito;

$\hat{G}_S$: Ganho na seleção;

Ef: eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies;

$\hat{D}$: Diversidade genética para os testes de progênies em três situações:

I) seleção dos primeiros indivíduos que apresentaram as maiores estimativas de $\hat{a}$, não se levando em consideração o número de indivíduos que cada progênie pudesse ter (k_f = K≠0);

II) simulação da seleção entre (30%) e dentro de progênies (10%), para efeito das escolhas das progênies e dos indivíduos de cada uma das progênies selecionados (k_f = ∀K≠0);

III) estabelece um limite para o valor de k_f, no caso do presente estudo foi de ($k_f \leq$ 3).

Pode-se observar nas Tabelas de A1 a A5 do Apêndice, que para o caráter Altura Total com exceção da idade de 3 anos, para todas as demais idades a seleção

(k_f ≤ 3), a qual corresponde à condição III apresentou os maiores valores de efeito genético aditivo ($\hat{a}$) e ganho de seleção ($\hat{G}_S$).

Porém quando analisados o tamanho efetivo (N_e) e a diversidade genética ($\hat{D}$), observou-se que a condição (k_f = K≠0), apresentou os maiores valores para estas variáveis em todas as idades avaliadas para o caráter Altura Total.

Para o Diâmetro do Coleto avaliado nas idades de 1 e 3 anos, observou-se em termos gerais que a condição III (k_f ≤ 3), apresentou os maiores valores para efeito genético aditivo ($\hat{a}$), ganho de seleção ($\hat{G}_S$).

Porém quando analisados o tamanho efetivo (N_e) e a diversidade genética ($\hat{D}$), conforme podemos observar nas Tabelas A6 e A7 do Apêndice verifica-se que a condição (k_f = K≠0), apresentou os maiores valores para estas variáveis referentes a este caráter.

Já para o Diâmetro a Altura do Peito pode-se verificar que nas idades 5 e 10 anos, os maiores valores de efeito genético aditivo ($\hat{a}$) e ganho de seleção ($\hat{G}_S$), foi observado para a seleção (k_f ≤ 3), correspondente a condição III (Tabela A8 a A10 do Apêndice).

Já para a idade de 11 anos ainda neste mesmo caráter foi observado que a seleção (k_f = ∀K≠0), a qual corresponde à condição II, apresentou os maiores valores para efeito genético aditivo ($\hat{a}$) e ganho de seleção ($\hat{G}_S$).

Quando analisados o tamanho efetivo (N_e) e a diversidade genética ($\hat{D}$), para todas as idades em que foi avaliado o Diâmetro a Altura do Peito, observou-se que a condição (k_f = K≠0), apresentou os maiores valores para estas variáveis.

Observou-se também de modo geral que uma maior eficiência do IME em relação à seleção entre e dentro de progênies, resultou em maior valor para a diversidade genética e tamanho efetivo o que proporciona em longo prazo uma grande contribuição para

que o processo de melhoramento seja mais eficiente permitindo assim garantia de herdabilidade dos caracteres desejados.

4.5 Propagação sexuada e assexuada do teste de progênies de Baru (*Dipteryx alata* Vog.)

Nas Tabelas de A11 a A20 do Apêndice são apresentadas as estimativas dos efeitos aditivos ($\hat{a}$), valores genéticos aditivos preditos ($\hat{u} + \hat{a}$), efeitos genotípicos ($\hat{g}$) e valores genotípicos preditos ($\hat{u} + \hat{g}$), e os ganhos percentuais de seleção (GD%) para os caracteres Altura Total, Diâmetro do Coleto e Diâmetro a Altura do Peito, para o teste de progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.) avaliado nas idades de 01, 03, 05 e 10 anos e assumindo-se grau médio de dominância igual a 1. Já para a idade de 11 anos os valores são apresentados na Tabela 8.

A escolha dos melhores indivíduos, tendo por base a propagação sexuada e assexuada está estreitamente relacionada com os objetivos do programa de melhoramento.

Desta forma, se a pretensão do melhorista for a transformação do teste de progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.) em um pomar de sementes por mudas, a seleção dos indivíduos terá por base os valores genéticos aditivos preditos. Mas se o objetivo for à disponibilidade de material para a instalação de um pomar de sementes clonal e a formação de reflorestamentos com base em plantios clonais a seleção dos indivíduos deve ter por base os valores genotípicos preditos. Desse modo, poderão ser obtidos os maiores ganhos na seleção.

Tabela 8. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com onze anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

PROPAGAÇÃO SEXUADA						PROPAGAÇÃO ASSAEXUADA					
Bloco	Família	Árvore	a	u+a	GD%	Bloco	Família	Árvore	g	u+g	GD%
1	38	1	11,27	18,64	61%	1	38	1	16,48	23,84	69%
1	38	2	8,21	15,57	53%	1	48	3	12,30	19,66	63%
3	36	1	7,46	14,82	50%	1	38	2	11,37	18,73	61%
1	48	3	7,41	14,77	50%	3	41	3	11,34	18,70	61%
3	41	3	6,98	14,35	49%	2	30	1	11,04	18,40	60%
1	37	2	6,83	14,20	48%	3	36	1	11,01	18,37	60%
2	29	4	6,82	14,19	48%	1	37	2	10,62	17,98	59%
3	38	5	6,80	14,17	48%	1	27	3	10,10	17,46	58%
1	47	2	6,72	14,09	48%	1	6	2	10,01	17,37	58%
2	30	1	6,66	14,03	48%	2	37	2	9,99	17,35	58%
1	36	1	6,60	13,97	47%	1	48	2	9,75	17,11	57%
1	27	3	6,46	13,82	47%	2	35	1	9,67	17,03	57%
2	37	2	6,45	13,82	47%	2	29	4	9,67	17,03	57%
2	35	1	6,30	13,67	46%	1	36	1	9,58	16,94	57%
3	47	5	6,20	13,57	46%	1	47	2	9,13	16,49	55%
3	38	2	6,03	13,40	45%	3	38	5	9,02	16,38	55%
1	47	1	5,95	13,32	45%	1	40	3	8,79	16,15	54%
3	36	2	5,93	13,29	45%	1	35	4	8,71	16,07	54%
1	48	2	5,87	13,24	44%	3	43	4	8,65	16,01	54%
1	6	2	5,87	13,24	44%	2	40	4	8,62	15,98	54%
2	36	2	5,84	13,21	44%	3	36	2	8,46	15,82	53%
1	40	3	5,84	13,20	44%	3	35	1	8,46	15,82	53%
2	40	4	5,73	13,10	44%	3	46	1	8,34	15,70	53%
1	35	4	5,72	13,09	44%	2	36	2	8,32	15,68	53%
3	46	1	5,62	12,99	43%	3	47	5	8,27	15,63	53%
3	43	4	5,57	12,94	43%	1	47	1	7,86	15,22	52%
3	35	1	5,57	12,94	43%	3	38	2	7,75	15,11	51%
3	29	2	5,57	12,94	43%	3	29	2	7,58	14,94	51%
3	47	2	5,43	12,80	43%	1	29	2	7,25	14,61	50%
1	29	2	5,37	12,74	42%	3	47	2	6,99	14,35	49%

Verifica-se que os valores genotípicos preditos ($\hat{u} + \hat{g}$), no geral, foram superiores aos genéticos aditivos preditos ($\hat{u} + \hat{a}$), o que indica maiores possibilidades de ganhos com plantios clonais, a partir de material proveniente dos testes de progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.) avaliados.

Os valores percentuais de ganhos na seleção por meio de propagação assexuada das Alturas Totais nas idades 1, 3, 5, 10 e 11 anos variaram de 27% a 50%, 30% a 51%, 32% a 61%, 35% a 62% e 38% a 56% respectivamente.

Já os valores percentuais de ganhos na seleção por meio da propagação sexuada para as Alturas Totais nas idades 1, 3, 5, 10 e 11 anos variaram de 23% a 39%, 26% a 40%, 28% a 49%, 30% a 51% e 31% a 44% respectivamente.

Para o Diâmetro do Coleto os valores de ganhos na seleção por meio da propagação assexuada nas idades 1e 3 anos variaram de 46% a 55% e 46% a 56%, respectivamente. Já para a propagação sexuada para este mesmo caráter nas idades 1 e 3 anos os valores de ganho de seleção variaram de 38% a 47% e 39% a 47%, respectivamente.

Os ganhos na seleção por meio da propagação sexuada para o Diâmetro a Altura do Peito nas idades de 5, 10 e 11 anos variaram de 41% a 48%, 49% a 59% e 49% a 69% respectivamente.

Já para este mesmo caráter quando considerado os ganhos por meio da propagação sexuada nas idades de 5, 10 e 11 observou que os valores variaram de 29% a 39%, 42% a 49% e 42% a 61% respectivamente.

A estratégia de uso da propagação vegetativa maximiza a intensidade de seleção, capitaliza a heterozigose (e o efeito de dominância) e permite obter homogeneidade dos produtos (RESENDE; BARBOSA, 2005).

Outro fato a ser considerado é a correspondência entre os melhores indivíduos para propagação sexuada (ordenados por $\hat{u} + \hat{a}$) e assexuada (ordenados por $\hat{u} + \hat{g}$). Mas, observa-se que a ordem não é a mesma, diferindo quanto ao tipo de propagação.

4.6 Análises de deviance do teste de progênies de Baru (*Dipteryx alata* Vog.)

Na Tabelas 9, são apresentados os resultados de significância dos efeitos genéticos aditivos e de procedência para as diferentes idades avaliadas, por meio da análise de deviance. Esta análise visa avaliar o efeito do modelo estatístico no contexto da análise de modelos mistos por REML.

A análise se baseia no teste da razão de verossimilhança (LRT), sendo a significância testada pelo teste Qui-quadrado (x^2) com um grau de liberdade. Como a REML é uma generalização da análise de variância, a deviance é uma metodologia análoga, sendo recomendada na ocorrência de dados desbalanceados por Resende, 2007a.

Desta forma verifica-se que os efeitos genéticos e de procedências foram altamente significativos para as diferentes idades avaliadas, exceto para os efeitos de parcela, que não foram significativos aos 11 anos de idade.

Tabela 9. Resultados da análise de deviance para os caracteres Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro a Altura do Peito (DAP), de *Dipteryx alata* Vog. (Baru) nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

Caráter	Idade	Efeito	Deviance		LRT Qui-Quadrado		Componentes de Variância			Coeficiente de Determinação	
DC	1 Ano	Genótipos	553,03	+	5,35	**	σ^2_a	0,090	**	0,356	**
		Parcela	579,95	+	1031,26	**	σ^2_{parc}	0,257	**	1,022	**
		Procedência	551,67	+	3,76	**	σ^2_{proc}	0,007	**	0,029	**
		Resíduo	-		-		σ^2_e	0,191		0,850	
		Modelo Completo	548,73		-			-		1	
DC	3 Anos	Genótipos	858,66	+	10,27	**	σ^2_a	0,286	**	0,423	**
		Parcela	881,49	+	164,69	**	σ^2_{parc}	0,234	**	0,347	**
		Procedência	855,90	+	7,33	**	σ^2_{proc}	0,038	**	0,056	**
		Resíduo	-		-		σ^2_e	0,473		0,482	
		Modelo Completo	848,97		-			-		1	
DAP	5 Anos	Genótipos	1333,20	+	19,70	**	σ^2_a	0,905	**	0,502	**
		Parcela	1339,80	+	26,30	**	σ^2_{parc}	0,212	**	0,118	**
		Procedência	1327,90	+	14,30	**	σ^2_{proc}	0,195	**	0,108	**
		Resíduo	-		-		σ^2_e	1,169		0,274	
		Modelo Completo	1313,50		-			-		1	
DAP	10 Anos	Genótipos	2070,00	+	37,80	**	σ^2_a	2,866	**	0,597	**
		Parcela	2036,40	+	4,20	*	σ^2_{parc}	0,193	**	0,040	**
		Procedência	2060,20	+	27,90	**	σ^2_{proc}	0,998	**	0,208	**
		Resíduo	-		-		σ^2_e	2,891		0,155	
		Modelo Completo	2032,20		-			-		1	
DAP	11 Anos	Genótipos	2181,80	+	38,80	**	σ^2_a	3,149	**	0,565	**
		Parcela	2145,20	+	2,30	ns	σ^2_{parc}	0,160	ns	0,028	ns
		Procedência	2175,50	+	32,60	**	σ^2_{proc}	1,305	**	0,234	**
		Resíduo	-		-		σ^2_e	3,130		0,173	
		Modelo Completo	2142,90		-			-		1	

Qui-quadrado tabelado: 3,84 e 6,63, para níveis de significância de 5% (*) e 1% (**), respectivamente. + Deviance o modelo ajustado sem os referidos efeitos.

4.7 Correlações juvenil-adulto dos caracteres avaliados do teste de progênies de Baru (*Dipteryx alata* Vog.)

Na Tabela 10 são apresentados os valores de correlação idade-idade e entre as características.

Tabela 10. Resultados da análise de correlação idade-idade e correlação entre os caracteres Diâmetro do Coleto (DC) e Diâmetro a Altura do Peito (DAP), de *Dipteryx alata* Vog. (Baru) nas idades de 1, 3, 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

Idade		1 Ano		3 Anos		5 Anos		10 Anos		11 Anos	
		DC	HT	DC	HT	DAP	HT	DAP	HT	DAP	HT
1 Ano	DC	**1,0000**	0,7215	0,7122	0,6517	0,6919	0,4966	0,4201	0,3000	0,3057	0,2080
	HT	0,7187	**1,0000**	0,6752	0,7033	0,6343	0,5808	0,3882	0,3321	0,2677	0,2890
3 Anos	DC	0,6502	0,6307	**1,0000**	0,7897	0,7694	0,6592	0,6467	0,4563	0,4321	0,3632
	HT	0,6212	0,6490	0,7871	**1,0000**	0,7455	0,6986	0,5821	0,5699	0,4026	0,3919
5 Anos	DAP	0,4030	0,3511	0,6765	0,5812	**1,0000**	0,8018	0,8042	0,6310	0,7900	0,5803
	HT	0,3300	0,3778	0,5711	0,6412	0,7585	**1,0000**	0,6941	0,6855	0,6819	0,6320
10 Anos	DAP	0,0690	0,0410	0,1515	0,1213	0,3892	0,3385	**1,0000**	0,8725	0,9874	0,8352
	HT	0,0323	0,0524	0,1113	0,1315	0,3296	0,3486	0,8276	**1,0000**	0,8819	0,9038
11 Anos	DAP	0,0682	0,0380	0,1339	0,1103	0,3940	0,3391	0,9470	0,8198	**1,0000**	0,8383
	HT	0,0210	0,0545	0,1011	0,1288	0,2780	0,2836	0,7837	0,8137	0,8041	**1,0000**

Obs.: acima e abaixo da diagonal encontram-se, respectivamente, os valores de correlação genotípica e fenotípica.

A análise dos resultados obtidos por meio do teste de correlação genética utilizando o modelo 102 do Selegen-REML/BLUP, revelam que os coeficientes de correlação genotípica apresentaram uma tendência de maiores valores quando comparados com os coeficientes de correlação fenotípica para os caracteres avaliados.

O comportamento observado pode ser atribuído às influências do ambiente sobre o fenótipo, o que consequentemente afetou a correlação entre os caracteres avaliados nas diferentes idades.

Para Falconer (1987), quando duas características possuírem alta herdabilidade, principalmente no sentido restrito, a correlação genética é a principal determinante da correlação fenotípica.

Os autores Cotterill e Dean (1990), Falconer e Mackay (1996), ressaltaram que a correlação genética entre as características indica a direção e a magnitude da resposta correlacionada da seleção e o conhecimento da magnitude dessa correlação é fundamental para a predição do ganho correlacionado entre os caracteres. Estes autores mencionam também que essa correlação pode ser causada pela ocorrência de ligação entre os genes e ou por genes, conhecidos como pleiotrópicos, que influenciam uma ou mais características.

Sendo assim, existem perspectivas favoráveis para a obtenção de ganhos indiretos na altura via seleção direta por meio do Diâmetro do Coleto e Diâmetro a

Altura do Peito, uma vez que os seus coeficientes de correlação apresentaram valores satisfatórios para que esta seleção possa ocorrer aos 3 e 5 anos de idade.

Em termos gerais as correlações genéticas dos caracteres avaliados nas diferentes idades (idade-idade) foram de alta magnitude, sendo mais expressivos para a característica Diâmetro do Coleto nas idades de 1 a 3 anos e Diâmetro a Altura do Peito nas idades de 5 a 11 anos.

A correlação entre o Diâmetro do Coleto de 1 ano de idade e o Diâmetro a Altura do Peito aos 11 anos de idade foi de 0,3057, enquanto que para a correlação da Altura Total entre os mesmos anos foi de 0,2080. Já a correlação entre o Diâmetro do Coleto aos 3 anos e o Diâmetro a Altura do Peito aos 11 anos de idade foi de 0,4321. A correlação referente às Alturas Totais para estas mesmas idades foi de 0,3632.

A correlação entre os Diâmetros a Altura do Peito aos 5 anos e 11 anos de idade foi de 0,7900. Já para as alturas quando comparadas entre estas mesmas idades, a correlação foi menor apresentando um valor de 0,5803. Nas idades de 10 e 11 anos, as correlações foram ainda maiores e próxima de 1,0, sendo que para o Diâmetro a Altura do Peito o valor foi de 0,9874 e para a Altura Total o valor foi de 0,8352.

Sendo assim em função dos altos valores de herdabilidades no sentido restrito nas idades de 3 e 5 anos, bem como os resultados das correlações idade-idade para os caracteres Diâmetro do Coleto e Diâmetro a Altura do Peito, torna-se possível uma seleção precoce eficiente, podendo-se obter ganhos significativos.

Também é necessário ressaltar que para as idades 10 e 11 anos onde o intervalo de tempo é pequeno possuem altos valores de correlações, porém, com pouca importância para condução da seleção precoce. Entretanto, esses altos valores são importantes para comprovar que a avaliação dos dados nas referidas idades foi realizada de forma confiável sem ocorrência de influências de fatores ambientais que por ventura viessem a prejudicar a qualidade do experimento.

As correlações fenotípicas foram de alta magnitude somente para os caracteres estudados sendo que para as correlações entre as idades a magnitude foi baixa.

Paludzyszyn Filho et al. (2002) pesquisando *Pinus taeda* verificaram que a correlação fenotípica somente era de grande magnitude entre DAP e altura, indicando que esse parâmetro não deve ser utilizado para estimar os progressos pela seleção.

Para calcular a eficiência da seleção entre idades diferentes, pode-se utilizar a expressão para estimativa de ganho indireto, proposta por Cotterill e Dean (1990):

$$\Delta A_x = i h_x h_y r_a \, \sigma_{p(x)}$$

em que:

ΔA_x : ganho previsto para característica x (ganho indireto);

h_x e h_y : são, respectivamente, a raiz da herdabilidade no sentido restrito das características x e y;

i : intensidade de seleção padronizada;

r_a : correlação genética aditiva entre as duas características;

$\sigma_{p(x)}$: desvio padrão fenotípico da característica x.

Na Tabela 11 são apresentados os resultados das estimativas de ganho na seleção idades-idades por meio dos caracteres Diâmetro do Coleto (DC) e Altura Total (HT) aos 3 anos de idade, para os caracteres Altura Total (HT) e Diâmetro a Altura do Peito (DAP) nas idades de 5, 10 e 11 anos.

Tabela 11. Resultados das estimativas de ganhos na seleção entre idade-idade por meio dos caracteres Diâmetro do Coleto (DC) e Altura Total (HT) aos 3 anos de idade, para os caracteres Altura Total (HT), Diâmetro a Altura do Peito (DAP) de *Dipteryx alata* Vog. (Baru) nas idades de 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

DC (y)	HT (x)	Ganho de Seleção	DC (y)	DAP (x)	Ganho de Seleção	HT (y)	DAP (x)	Ganho de Seleção
3 Anos	5 Anos	3,43%	3 Anos	5 Anos	11,31%	3 Anos	5 Anos	10,81%
3 Anos	10 Anos	4,81%	3 Anos	10 Anos	28,36%	3 Anos	10 Anos	29,50%
3 Anos	11 Anos	5,47%	3 Anos	11 Anos	22,92%	3 Anos	11 Anos	35,06%

O ganho indireto estimado para a Altura Total (x) nas idades de 5, 10 e 11 anos por meio da seleção utilizando o Diâmetro do Coleto (y), aos 3 anos de idade conforme a expressão acima e os valores de herdabilidade individual no sentido restrito apresentados na Tabela 6, variância fenotípica, apresentados na Tabela 7, e o valor de correlação genética aditiva, apresentado na Tabela 9, é de 3,43%, 4,81% e 5,47% respectivamente e com intensidade de seleção de 10%, seguindo o critério de seleção fundamentado no efeito genético aditivo.

Já o ganho indireto estimado para o Diâmetro a Altura do Peito (x) nas idades 5, 10,11 anos por meio da seleção utilizando o Diâmetro do Coleto (y) , aos 3 anos de idade, observou-se os valores de 11,31%, 28,36% e 22,92% respectivamente. Quanto utilizada a Altura Total (y) aos 3 anos de idade para a seleção do Diâmetro a Altura do Peito (x) nas idades de 5, 10 e 11 anos, os valores de ganho indireto estimado foram de 10,81%, 29,50% e 35,06% respectivamente.

Na Tabela 12 são apresentados os resultados das estimativas de ganho na seleção idades-idades por meio dos caracteres Diâmetro do Coleto (DC) e Altura Total (HT) aos três anos de idade, para os caracteres Altura Total (HT) e Diâmetro a Altura do Peito (DAP) nas idades de 5, 10 e 11 anos.

Tabela 12. Resultados das estimativas de ganhos na seleção entre idade-idade por meio dos caracteres Diâmetro a Atura do Peito (DAP) e Altura Total (HT) aos 5 anos de idade, para os caracteres Altura Total (HT), Diâmetro a Altura do Peito (DAP) de *Dipteryx alata* Vog. (Baru) nas idades de 5, 10 e 11 anos, considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

DAP (y)	HT (x)	Ganho de Seleção	DAP (y)	DAP (x)	Ganho de Seleção	HT (y)	HT (x)	Ganho de Seleção
5 Anos	5 Anos	6,29%	5 Anos	5 Anos	17,77%	5 Anos	5 Anos	6,19%
5 Anos	10 Anos	10,25%	5 Anos	10 Anos	42,62%	5 Anos	10 Anos	8,59%
5 Anos	11 Anos	10,56%	5 Anos	11 Anos	50,65%	5 Anos	11 Anos	11,31%

Para a estimativa do ganho indireto da Altura Total (x) nas idades de 5, 10 e 11 anos por meio da seleção utilizando o Diâmetro a Altura do Peito (y), aos 5, verificou-se que os valores foram de 6,29%, 10,25%, e 10,56% respectivamente. Já para os ganhos indiretos do Diâmetro a Altura do Peito (y) estimados para estas mesmas idades, quando selecionados por meio do Diâmetro a Altura do Peito (x) aos 5 anos de idade observa-se os valores de 17,77%, 42,62% e 50,65% respectivamente e com intensidade de seleção de 10%, seguindo o critério de seleção fundamentado no efeito genético aditivo.

Para os ganhos indiretos em Altura Total (x) nas idades de 5, 10 e 11 anos selecionadas por meio da Altura Total (y) aos 5 anos de idade, observa-se que os valores foram na ordem de 6,19%, 8,59% e 11,31%, respectivamente.

A intensidade de seleção padronizada (i) variou na expressão nas diferentes idades, tendo em vista que ocorreram mortes com o passar das idades, aumentando,

assim, a intensidade de seleção. Porém, como a mortalidade foi relativamente baixa, esse valor não variou substancialmente.

A evolução de ganho indireto nos caracteres observados é importante para o avanço do programa de melhoramento, tendo em vista que o caráter como a altura, por exemplo, tornam-se mais difíceis de serem avaliadas em função do aumento de erros em sua coleta.

A seleção precoce é importante, principalmente para auxiliar as estratégias de melhoramento, promovendo a seleção dos indivíduos na idade juvenil. Sendo assim, não é necessário aguardar idades mais avançadas para realizar a seleção, principalmente para espécies nativas, com crescimento moderado e longo intervalo entre as gerações de seleção, possibilitando a redução dos custos nos programas de melhoramento genético.

5 CONCLUSÕES

Há grande variabilidade genética entre e dentro das procedências o que constitui uma importante fonte de genótipos promissores para o melhoramento.

A propagação assexuada é a melhor alternativa para obtenção dos maiores ganhos de seleção, até mesmo na formação de pomares de sementes clonais para as progênies as quais apresentaram os melhores resultados nos caracteres avaliados

A condição III ($k_f \leq 3$) é a mais indicada para a maioria das progênies, o que garantirá assim um maior ganho na seleção, com um tamanho efetivo adequado e uma diversidade genética dentro da normalidade do teste e dos padrões dos programas de melhoramentos.

O Caráter mais indicado para o processo de seleção com base no coeficiente de variação relativa (CV_r) é o Diâmetro a Altura do Peito. Porém a Altura Total apresentou valores altos de correlação genotípica ($\hat{C}^2$) o que poderá também auxiliar no refinamento dos critérios de seleção tornando o programa de melhoramento para a espécie *Dipteryx alata* Vog. mais eficiente.

As correlações genéticas entre os caracteres estudados e entre as idades (idade-idade) foram positivas e de alta magnitude, possibilitando a seleção indireta e indicando a viabilidade da seleção precoce.

O caráter que apresentou a melhor correlação em idades juvenis quando correlacionado com a idade de 11 anos foi o DAP aos 5 anos de idade, sendo este o

mais indicado para a seleção precoce dos melhores indivíduos do Baru (*Dipteryx alata* Vog.) no ato da seleção precoce.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, W. T. et al. Evaluating efficacy of early testing for stem growth in Coastal Douglas-fir. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 50, n. 3/4, p. 167-175, 2001.

AGUIAR, A. V. **Emprego de parâmetros moleculares e quantitativos na conservação e melhoramento de *Eugenia dysenterica* DC**. 2004. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)-Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004.

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381 p.

ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding.** 2. ed. New York: John Wiley, 1999. 245 p.

ALMEIDA, S. P. et al. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.

ANDRADE, H. B. et al. Alternativa 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.

ASSIS, T. F. Melhoramento genético de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 189, p. 32-51, 1996.

BARRETT, S. C. H.; KOHN, J. R. Genetic and evolutionary consequences of small populations sizes in plants: implications for conservation. In: FALK, D. A.; HOLSINGER, K. E. **Genetics and conservation of rare plants**. Oxford: Oxford University Press, 1991. p. 3-30.

BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**.Woodbury: Stemma Press, 2002. 368 p.

BISON, O. **Melhoramento de *Eucalyptus* visando à obtenção de clones para a indústria de celulose**. 2004. 169 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 525 p.

BORGES, R. C. G. **Estimativas de herdabilidade e correlação entre caracteres de crescimento em *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex. Maiden.** 1980. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1980.

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, n. 2, p. 70-77, 1992.

BRIDGWATER, F. E.; McKEAND, S. E. Early family evaluation for growth of oblolly pine. **Forest Genetics**, Zvolen, v. 4, n. 1, p. 51-58, 1997.

BURLEY, J.; KANOWSKI, P. J. Breeding strategies for temperate hardwoods. **Forestry**, Oxford, v. 78, n. 2, p. 199-208, 2005.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira. Colombo: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisas Florestais, 1994. 640 p.

CORNACCHIA, G. **Variabilidade genética em procedências de *P. caribea* var. Hondurensis Barr. & Golf., *P. oocarpa* Schiede e *P. tecunumanii* (Schw.) eguiluz na região oeste do Estado da BA**. 1994. 155 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)– Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1994.

COSTA, R. B. C. et al. Seleção combinada univariada e multivariada aplicada ao melhoramento genético da seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 2, p. 381-388, 2000.

COSTA, R. B. et al. Avaliação genética de progênies de *Leucaena leucocephala* [(Lam.) De Wit] em áreas da reserva indígena, em Caarapó, MS. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 15-21, 2005.

COTTERILL, P. P.; DEAN, C. A. **Successful tree breeding with index selection**. Melbourne: SIRO, 1990. 80 p.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 349 p.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: estatística experimental e matrizes. Viçosa, MG: UFV, 2006. 285 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 585 p.

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

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A.; VENCOVYSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, p. 567-580, 1989.

DEAN, C. A.; COTERRIL, P. P.; CAMERON, J. N. Genetic parameters and gains expected from multiple traits selection of radiate pine en eastern Victoria. **Australian Forest Research**, Melbourne, v. 13, n. 1, p. 271-278, 1983.

DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. Experimentação no melhoramento. In: DIAS, L. A. S. (Ed.). **Melhoramento genético do cacaueiro**. Viçosa, MG: UFG/FUNAPE, 2001. p. 439-492.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varietles. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 36-40, 1966.

ETTORI, L. C. et al. Variabilidade genética em duas populações de *Cordia trichotoma*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 179-187, 1999.

ETTORI. L. C.; FIGLIOLIA, M. B.; SATO, A. S. Conservação *ex situ* dos recursos genéticos de espécies florestais nativas: situação atual no Instituto Florestal. In: HIGA, A. R.; SILVA, L. D. **Pomares de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. p. 203-226.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa.** Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1987. 279 p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. Harlow: Longman, 1996. 464 p.

FARIAS NETO J. T. et al. Variabilidade genética entre duas procedências de açaizeiro. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 46, p. 97-104, 2003.

FARIAS NETO, J. T; RESENDE, M. D. V. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de componentes de variância e redição de valores genéticos em pupunheira (*Bactris gasipaes* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 320-324, 2001.

FEHR, W.R. **Principles of cultivar development**: theory and technique. Iowa: Iowa State University, 1991. 536 p.

FERNANDES, J. S. C. et al. Estudo comparativo de delineamentos experimentais para estimativas de parâmetros genéticos em erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. – Hil.) **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 5, p. 663-671, 2004.

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, Piracicaba, v. 45, p. 22-30, 1992.

FONSECA, S. M. Estimação e interpretação dos componentes da variação total em experimentos de melhoramento florestal. In: CURSO DE EXTENSÃO UNIVERSITARIA: Práticas experimentais em silvicultura, 1979, Piracicaba. **Curso...** Piracicaba: IPEF, 1979. p. H1-H20.

GETTYS, L. A.; WOFFORD, D. S. Genetic control of albinism in pickerelweed (*Pondeteria cordata* L.). **Journal of Heredity**, Washington, v. 98, n. 4, p. 356- 359, 2007.
GOLDENBERG, J. B. El empleo de la correlación en el mejoramiento genetico de las plantas. **Fitotecnia Latino Americana**, San Jose, v. 5, p. 1-8, 1968.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 12 ed. São Paulo: Nobel, 1987. 466 p.

GONÇALVES, F. M. A. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em "safrinha" no período de 1993 a 1995**. 1997. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Agrotecnologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

HAMBLIN, J.; ZIMMERMANN, M. J. O. Breendig common bean for yield in mixtures. **Plant Breeding Reviews**, Westport, v. 4, p. 254-272, 1986.

HANNRUP, B.; WILHELMSSON, L.; DANELL, O. Time trends for genetic parameters of wood density and growth traits in *Pinus sylvestris* L. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 47, n. 4, p. 214-219, 1998.

KAGEYAMA, P. Y. **Variação genética em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**.1980. 125 f. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

KAGEYAMA, P. Y. Melhoramento genético de pinheiros tropicais no Brasil. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.29, p.17-21, 1983.

KAGEYAMA, P. Y. Genetic structure of tropical tree species of Brazil. In: BAWA, K.S.; HADLEY, M. (Eds.). **Reproductive ecology of tropical forest plants**. Paris: UNESCO, 1990. p. 383-392.

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.

KANG, H.; NIENSTAEDT, H. Managing long-term tree breeding stock. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 36, n. 1, p. 30-39, 1987.

KEARSEY, M. J. Biometrical genetics in breeding. In: HAYWARD, M. D.; BOSEMARK, N. O.; ROMAGOSA, I. **Plant breeding:** principles and prospects. London: Chapmann Hall, 1993. p.163-183.

KEIDING, H. J. Seed procurement for species and provenance research. In: BURLEY, J.; WOOD, J.P. (Eds.). **A manual on species and provenance research with particular reference to the tropics**. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1976. p. 34-43.

LACERDA, C. M. B. **Diversidade genética por isoenzimas em populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Freire F. & M.F. Allemão) Anacardiaceae no semi-árido**. 1997. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

LEDIG, F. T. The conservation of diversity in trees. **BioScience**, Washington, DC, v. 38, p.471-479, 1988.

LINS, V. S. **Variação genética e competição intergenotípica em teste de progênie de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., *Terminalia argentea* Mart. E Succ. e *Astronium fraxinifolium* Schott em consórcio.** 2004. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

LLERAS, E. Conservação de recursos genéticos florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** SãoPaulo: UNIPRESS, 1992. p.1179-1184.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 352 p.

LOURENÇO, M. Ficha da planta: Baru. **Globo Rural**, São Paulo, n. 119, p. 72-75, 1995.

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

MATHESON, A. C. Genotype-environment interaction. In: NIKLES, D. G. et al. **Progressand problems of genetics improvement of tropical forest trees**. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1978. p. 227-236.

MATHESON, A. C.; RAYMOND, C. A. Effects of thinning in progeny tests of estimates of genetic parameters in Pinus radiata. **Silvae genetica**, Frankfurt, v. 33, n. 4/5, p. 125-128, 1984.

MISSIO, R. F. et al. Estimates of genetic parameters and prediction of additive genetic values in *Pinus kesya* progenies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 5, p. 394-401, 2005.

MITTON, J. B. Physiological and demographic variation associated with allozyme variation. In: SOLTIS, D.; SOLTIS, P. S. **Isozymes in plant biology**. London: Chapman and Hall, 1989. p.127-145.

MORAES, M. L. T. **Variação genética da densidade básica da madeira em progênies de *Eucalyptus grandes* Hill ex Maiden e suas relações com as características de crescimento**. 1987. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1987.

MORAES, M. L. T. et al. Efeito do desbaste seletivo nas estimativas de parâmetros genéticos em progênies de *Pinus caribaea Morelet var hondurensis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 55-65, 2007.

MORI, E. S. et al. Efeitos da interação genótipo x ambiente em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF,** Piracicaba, n. 33, p. 19-25, 1986.

MORI, E. S.; KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. Variação genética e interação progênies x locais em *Eucalyptus urophylla*. **IPEF,** Piracicaba, n. 39, p. 53-63, 1988.

NAMKOONG, G. A control concept of gene conservation. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 33, n. 4/5, p. 160-163, 1984.

NAMKOONG, G.; KANG, H. C.; BROVARD, J. S. **Tree breeding**: principles and strategies. New York: Springer Verlag, 1989. 180 p.

NAMKOONG, G.; SNYDER, E. B.; STONECYPHER, R. W. Heritability and gain concepts for evaluating breeding systems such as Seedling Orchards. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 15, p. 76-84, 1966.

NUNES, G. H. S. et al. Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 49-58, 2002.

ODA, S. et al. Melhoramento florestal. In: BORÉM, A. **Biotecnologia florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2007. p. 123-142.

OLIVEIRA, A. N. **Variabilidade genética entre e dentro de procedências de baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 1998. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

OLIVEIRA, K. A. K. B. **Variabilidade genética entre e dentro de populações de pequi (*Cariocar brasiliense* Camb.) do sudeste do Estado de Goiás**. 1998. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1998.

OLIVEIRA, M. I. B.; SIGRIST, M. R. Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel. (Leguminosae-Papilionoideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 195-207, 2008.

OLIVEIRA, M. S. P. Melhoramento genético de espécies perenes nativas da Amazônia. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2007, Lavras. **Anais**... Lavras: UFLA/GEN, 2007.

OLIVEIRA, S. A. **Variação genética de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo**. 1999. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)-Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1999.

OLIVEIRA, V.R. et al. Variabilidade genética de procedências e progênies de umbuzeiro via metodologia de modelos lineares mistos (REML/BLUP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 53-56, 2004.

PAIVA, J. R.; RESENDE, M. D. V.; CORDEIRO, E. R. Índice multiefeitos (BLUP) e estimativas de parâmetros genéticos aplicados ao melhoramento da acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 6, p. 799-807, 2002.

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

PATIÑO-VALERA, F. **Variação genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua correlação com o espaçamento**.1986. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1986.

PEREIRA, A. B. et al. Avaliação da eficiência da seleção precoce em famílias de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, avaliadas na região noroeste do Estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 67-81, 1997.

PEREIRA, M. B.; VENCOVSKY, R. Limites da seleção recorrente. I. Fatores que afetam o acréscimo das freqüências alélicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 7, p. 768-780, 1988.

PINTO, S. I. C.; SOUZA, A. M.; CARVALHO, D. Variabilidade genética por isoenzimas em populações de *Copaifera langsdorffi* Desf. em dois fragmentos de mata ciliar. **Scientia Forestalis,** Piracicaba, n. 65, p. 40-48, 2004.

PIRES, I. E. **Eficiência da seleção combinada no melhoramento genético de *Eucalyptus spp***. 1996. 116 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.

RAJORA, O. M.; MOSSELLER, A. Challenges and opportunities for conservation of forest genetic resources. **Euphytica**, Wageningen, v. 118, n. 2, p. 197-212, 2001.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 303 p.

RESENDE, M. D. V. Correções nas expressões do progresso genético com seleção em função da amostragem finita dentro de famílias de populações e implicações no melhoramento florestal. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 22/23, p. 61-77, 1991.

RESENDE, M. D. V. **Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamento e estrutura de populações no melhoramento florestal**. 1999. 420 f. Tese (Doutorado em Genética)-Setor de Ciências Biológicas, Universidade

Federal do Paraná, Curitiba, 1999a.

RESENDE, M. D. V. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: UFV, 1999b. p. 589-647.

RESENDE, M. D. V. **Análise estatístico de modelos mistos via REML/BLUP na experimentação em melhoramento de plantas perenes**. Colombo: Embrapa Floresta, 2000. 101 p. (Documento 47).

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002a. 975 p.

RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEN - REML/BLUP**. Colombo. EMBRAPA – CNPF, 2002b. 67 p. (Série Documentos 77).

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético.** Colombo: Embrapa Florestas, 2007a. 703 p.

RESENDE, M. D. V. **O software SELEGEN REML/BLUP**. Campo Grande: Embrapa Informação Tecnológica, 2007b. 299 p.

RESENDE, M. D. V.; BARBOSA, M. H. P. **Melhoramento genético de plantas de propagação assexuada**. Colombo: Embrapa Floresta, 2005. 975 p.

RESENDE, M. D. V.; BERTOLUCCI, F. L. G. Maximization of genetic gain with restriction on effective population size and inbreeding in *Eucalyptus grandis*. In: CRCTHF-IUFRO CONFERENCE, Hobart, 1995. **Proceedings...** Hobart: [s.n.], 1995. p. 167-170.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle experimental de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Belo Horizonte, v. 37, n. 3, p. 182-194, set., 2007.

RESENDE, M. D. V.; FERNANDES, J. S. C. Procedimento BLUP individual para delineamentos experimentais aplicados ao melhoramento florestal. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 17, p. 89-107, 1999.

RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R. Maximização da eficiência da seleção em testes de progênies de *Eucalyptus* através da utilização de blocos de todos os efeitos do modelo matemático. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28/29, p. 37-55, 1994.

RESENDE, M. D. V.; STURION, J. A. **Análise genética de dados como dependência espacial e temporal no melhoramento de plantas perenes via modelos geoestatísticos e de séries temporais empregando REML/BLUP ao nível de individual.** Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 80 p. (Florestas Documentos, 65).

RESENDE, M. D. V. et al. Estudo da variação genética e métodos de seleção em teste de progênies de *Acácia mearnsii* no Rio Grande do Sul. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 22/23, p. 45-59, 1991.

RESENDE, M. D. V. et al. Acurácia seletiva, intervalo de confiança e variância de ganhos genéticos associados a 22 métodos de seleção em *Pinus caribaea* var. hondurensis. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 24, n. 1/2, p. 35-45, 1995.

RESENDE, M. D. V. et al. Tamanho de parcela, estimativa de parêmetros e de ganhos genéticos em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) sem a utilização de testes de progênies e clonais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 32/33, p. 53-66, 1996.

ROBERTSON, A. A Theory of limits in artificial selection. **Proceedings of the Royal Society of London Series B,** Lonfon, v. 153, p. 234-249, 1960.

ROBINSON, H. F.; COCKERHAM, C. Estimación y significado de los parametros geneticos. **Fitotecnia Latino Americana,** Caracas, v. 2 p. 23-38, 1965.

SAMPAIO, P.T. B.; RESENDE, M. D. V.; ARAÚJO, A. J. Estimativa de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus caribaea var. hondurensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 11, p. 2243-2253, 2000.

SANO, S. M. **Ecofisiologia do crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. (Leguminosae)**. 2001. 199 f. Tese (Doutorado em Ecologia)-Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2001.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. **Baru**: biologia e uso. Planaltina: Embrapa

Cerrados, 2004. 52 p.

SEARLE, S. R.; CASELLA, G.; MCCULLOCH, C. E. **Variance components.** New York: John Wiley, 1992. 528 p.

SEBBENN, A. M. et al. Parâmetros genéticos na conservação da cabreúva *Myroxylon peruiferum* L.F. Allemão. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 53, p. 31-38, 1998.

SEBBENN, A. M.; ETTORI, L. C. Conservação genética *ex situ* de *Esenbeckia leiocarpa, Myracrodruon urundeuva e Peltophorium* em teste de progênies misto. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 201-211, dez., 2001.

SEBBENN, A. M. et al. Variação genética entre e dentro de procedências e progênies de *Araucária angustifólia* no sul do estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 109-124, dez., 2003.

SHELBOURNE, G.J.A. Genotype-environment interaction: its study and implications in forest tree improvement. In: INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATIONS GENETICS SABRAO JOINT SYMPOSIA, 1972, Tokyo. **Proceedings...** Tokyo: IUFRO, 1972. p. B-1(l), 1 - B-1(l),28.

SILVA, A. C. **Variações genéticas em candeia (*Eremanthus erytropappus* (DC.) MacLeish)**: simbiose e desenvolvimento radicular e estabelecimento inicial em áreas degradadas. 2003. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SILVA, L. D. **Melhoramento genético de *Eucalyptus berthamii* MAIDEN et Cambage visando a produção de madeira serrada em áreas de ocorrência de geadas severas**. 2008. 253 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SILVA, J. C.; OLIVEIRA, J. T. S. Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. em diferentes condições de umidade relativa do ar. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 233-239, 2003.

SIMEÃO, R. M. et al. Análise genética do caráter sobrevivência em erva-mate e implicações na seleção para produtividade. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 44, p. 65-86, 2002.

SIQUEIRA, A.C.M.F. et al. Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para conservação *ex situ*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 89-103, 2000.

SOARES, T. N. et al. Landscape conservation of *Dipteryx alata* (”baru” tree: Fabaceae) from Cerrado region of central Brazil. **Genetica**, Dordrecht, v. 132, p. 9-19, 2008.

SOBIERAJSKI, G. R.; KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M. Estimates of genetic parameters in *Mimosa scabrella* populations by random and mixed reproduction models. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 6, p. 47-54, 2006.

SOUZA, C. S. et al. Variação genética em progênies de Gonçalo-Slves (*Astronium fraxinifolium*) em dois sistemas de plantio. **Revista do Instituto Florestal,** São Paulo, v. 15, n. 2, p. 137-145, 2003.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. Produção de massa foliar de três procedências de erva-mate e eficiência de seleção em dois tipos de solos na região de Ponta Grossa, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 43, p. 87-98, 2001.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. Eficiência do delineamento experimental e capaciadade de teste no melhoramento genético de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 50, p. 3-10, 2005.

STURION, J. A. et al. Variação genética e seleção para característcas de crescimento em teste de progênies de *Mimosa scalrella*Var. aspericarpa. Embrapa Florestas. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28/29, p. 73-83, 1994.

TALBERT, J. T. Genotype environment interactions. In: TROPICAL TREE IMPROVEMENT SHORT COURSE, 1980, Raleigh: School of Forest Resources, 1980.

THUM, A. B.; COSTA, E. C. Entomofauna visitante das inflorescências de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. (Palmae). **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 5/6, n. 1, p. 43-47, 1998/1999.

TOGASHI, M**. Composição e caracterização química e nutricional do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 1993. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

TOGASHI, M.; SCARBIERI, V. C. Caracterização química parcial do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 85-95, 1994.

TORGGLER, M. G. F. **Variação genética entre progênies dentro de procedências de *Eucalyptus saligna* Smith**. 1987. 198 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1987.
TORGGLER, M. G. F.; CONTEL, E. P. B.; TORGGLER, S. P. **Isoenzimas:** variabilidade genética em plantas. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética,1995. 175 p.

TORRES, G. A.; DAVIDE, L. C.; BEARZOTI, E. Sincronização do ciclo celular em meristema radicular de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 398-405, 2003.

VALERA, F. P., KAGEYAMA, P. Y. Integração genótipo x espaçamento em progênie da *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, Piracicaba, v. 39, p. 5-16, 1988.

VALOIS, A. C.; NASS, L. L.; GOES, M. Conservação *"ex situ"* de recursos genéticos vegetais. In: NASS, L. L. et al. **Recursos genéticos e melhoramento:** plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 29-55.

VARGAS-HERNANDES, J.; ADAMS, W. T. Age-age correlation and early selection for wood density in young coastal Douglas-fir. **Forest Science**, Bethesda, v. 38, n. 2, p. 467-478, 1992.

VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W. C. (Coord.). **Melhoramneto e genética**. São Paulo: Melhoramentos, 1969. p. 17-37.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Coord.). **Melhoramento de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. p. 122-201.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds.). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

VENCOVSKY, R. BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 406 p.

VERONESI, J. A. et al. Comparação de métodos de ajuste do rendimento de parcelas com estandes variados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 169-174, 1995.

WILLIAMS, C. G.; MEGRAW, R. A. Juvenile-mature relationship for wood density in *Pinus taeda*. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 24, p. 714 -722, 1994.

WOODS, J. H.; KOLOTELO, D.; YANCHUK, A. D. Early selection of coastal Douglas-Fir in a farm-field test environment. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 44, n. 4, p. 178-186, 1995.

WU, H. X. Study of early selection in tree breeding – 1. Advantage of early selection hrough increase of selection intensity and reduction of field test size. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 47, p. 2 -3, 1998.

ZIMBACK, L. et al. Estrutura genética de populações de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) por marcadores RAPD. **Scientia Forestalis,** Piracicaba, n. 65, p.114-119, 2004.

7 APÊNDICES

Tabela A1. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Altura Total (HT) com um ano de idade, sem covariância em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).

k_f = ∀K≠0		k_f = K≠0		k_f ≤ 3	
Prog.	k_f	**Prog.**	k_f	**Prog.**	k_f
6	1	1	3	6	1
12	1	5	3	12	1
22	1	11	3	22	1
25	1	16	3	25	1
27	1	17	3	27	1
29	1	22	3	29	1
36	4	25	3	36	3
38	3	28	3	38	3
40	3	29	3	40	3
41	1	34	3	41	1
45	1	36	3	45	1
46	1	38	3	46	1
47	4	39	3	47	4
48	2	40	3	48	2
52	1	42	3	52	1
55	1	46	3	55	1
57	3	47	3	57	3
		48	3		
		52	3		
		57	3		
N	30	N	60	N	28
N_{fo}	66	N_{fo}	66	N_{fo}	66
N_f	17	N_f	20	N_f	17
$\bar{k}_f$	1,76	$\bar{k}_f$	3	$\bar{k}_f$	1,65
$\hat{\sigma}^2_{kf}$	1,32	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,87
N_e	21,78	N_e	40	N_e	21,65
$\mu(m)$	0,63	$\mu(m)$	0,63	$\mu(m)$	0,63
$\hat{a}(m)$	0,24	$\hat{a}(m)$	0,16	$\hat{a}(m)$	0,24
$\hat{G}_s(\%)$	37,26	$\hat{G}_s(\%)$	25,19	$\hat{G}_s(\%)$	37,50
$Ef.(\%)$	47,93	$Ef.(\%)$	0,00	$Ef.(\%)$	48,90
$\hat{D}$	0,18	$\hat{D}$	0,30	$\hat{D}$	0,20

N: nº de indivíduos selecionados; N_{fo} = nº de progênies do teste; N_f : nº de progênies selecionadas; k_f : nº de indivíduos selecionados por progênie; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por progênie; σ^2_{kf} : variância do nº de indivíduos selecionados por progênie; N_e : tamanho efetivo; μ : média geral; $\hat{a}$: efeito genético aditivo = **IME**: Índice Multi-efeito; $\hat{G}_S$: Ganho na seleção; **Ef:** eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; $\hat{D}$: Diversidade genética.

Tabela A2. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Altura Total (HT) com três anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).

k_f = ∀K≠0		k_f = K≠0		k_f ≤ 3	
Prog.	k_f	**Prog.**	k_f	**Prog.**	k_f
6	1	11	3	6	1
12	1	22	3	12	1
22	1	25	3	22	1
25	1	27	3	25	1
27	1	29	3	27	1
29	2	32	3	29	2
30	1	34	3	30	1
35	1	35	3	35	1
36	5	36	3	36	3
37	1	38	3	37	1
38	3	39	3	38	3
39	2	40	3	39	2
42	1	42	3	42	1
46	1	43	3	46	1
47	5	46	3	47	3
48	2	47	3	48	2
57	1	48	3	57	1
		51	3		
		52	3		
		57	3		
N	30	N	60	N	26
N_{fo}	66	N_{fo}	66	N_{fo}	66
N_f	17	N_f	20	N_f	17
$\bar{k}_f$	1,76	$\bar{k}_f$	3	$\bar{k}_f$	1,53
$\hat{\sigma}^2_{kf}$	1,82	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,64
N_e	20,71	N_e	40	N_e	21,02
$\mu(m)$	1,44	$\mu(m)$	1,44	$\mu(m)$	1,44
$\hat{a}(m)$	0,63	$\hat{a}(m)$	0,45	$\hat{a}(m)$	0,63
$\hat{G}_S(\%)$	43,46	$\hat{G}_S(\%)$	31,06	$\hat{G}_S(\%)$	44,04
$Ef.(\%)$	39,90	$Ef.(\%)$	0,00	$Ef.(\%)$	41,79
$\hat{D}$	0,17	$\hat{D}$	0,30	$\hat{D}$	0,20

N: nº de indivíduos selecionados; N_{fo} = nº de progênies do teste; N_f : nº de progênies selecionadas; k_f : nº de indivíduos selecionados por progênie; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por progênie; σ^2_{kf} : variância do nº de indivíduos selecionados por progênie; N_e : tamanho efetivo; μ : média geral; $\hat{a}$: efeito genético aditivo = **IME**: Índice Multi-efeito; $\hat{G}_S$: Ganho na seleção; **Ef:** eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; $\hat{D}$: Diversidade genética.

Tabela A3. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Altura Total (HT) com cinco anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).

k_f = ∀K≠0		k_f = K≠0		k_f ≤ 3	
Prog.	k_f	**Prog.**	k_f	**Prog.**	k_f
9	1	1	3	9	1
14	1	5	3	14	1
22	1	11	3	22	1
24	1	16	3	24	1
25	2	17	3	25	2
27	1	25	3	27	1
30	1	27	3	30	1
35	1	29	3	35	1
36	2	32	3	36	2
37	1	34	3	37	1
38	6	36	3	38	3
40	2	37	3	40	2
43	1	38	3	43	1
46	1	39	3	46	1
47	4	40	3	47	3
48	2	46	3	48	2
52	1	47	3	52	1
57	1	48	3	57	1
		52	3		
		57	3		
N	30	N	60	N	26
N_{fo}	66	N_{fo}	66	N_{fo}	66
N_f	18	N_f	20	N_f	18
$\bar{k}_f$	1,67	$\bar{k}_f$	3	$\bar{k}_f$	1,47
$\hat{\sigma}^2_{kf}$	1,76	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,50
N_e	20,96	N_e	40	N_e	21,98
$\mu(m)$	3,67	$\mu(m)$	3,67	$\mu(m)$	3,67
$\hat{a}(m)$	1,82	$\hat{a}(m)$	1,26	$\hat{a}(m)$	1,85
$\hat{G}_S(\%)$	49,68	$\hat{G}_S(\%)$	34,32	$\hat{G}_S(\%)$	50,41
$Ef.(\%)$	44,73	$Ef.(\%)$	0,00	$Ef.(\%)$	46,87
$\hat{D}$	0,17	$\hat{D}$	0,30	$\hat{D}$	0,22

N: nº de indivíduos selecionados; N_{fo} = nº de progênies do teste; N_f : nº de progênies selecionadas; k_f : nº de indivíduos selecionados por progênie; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por progênie; σ^2_{kf} : variância do nº de indivíduos selecionados por progênie; N_e : tamanho efetivo; μ : média geral; $\hat{a}$: efeito genético aditivo = **IME**: Índice Multi-efeito; $\hat{G}_S$: Ganho na seleção; **Ef:** eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; $\hat{D}$: Diversidade genética.

Tabela A4. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Altura Total (HT) com dez a nos de idade, sem covariância em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).

k_f = ∀K≠0		k_f = K≠0		k_f ≤ 3	
Prog.	k_f	**Prog.**	k_f	**Prog.**	k_f
6	1	5	3	6	1
12	2	6	3	12	2
22	1	11	3	22	1
23	1	22	3	23	1
27	1	25	3	27	1
28	1	26	3	28	1
29	1	27	3	29	1
35	3	28	3	35	3
36	4	29	3	36	3
37	1	34	3	37	1
38	3	35	3	38	3
39	1	36	3	39	1
42	1	38	3	42	1
45	1	39	3	45	1
46	2	40	3	46	2
47	2	42	3	47	2
48	2	46	3	48	2
49	1	47	3	49	1
57	1	48	3	57	1
		57	3		
N	30	N	60	N	29
N_{fo}	66	N_{fo}	66	N_{fo}	66
N_f	19	N_f	20	N_f	19
$\bar{k}_f$	1,58	$\bar{k}_f$	3	$\bar{k}_f$	1,53
$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,81	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,60
N_e	23,56	N_e	40	N_e	23,59
$\mu(m)$	4,47	$\mu(m)$	4,47	$\mu(m)$	4,47
$\hat{a}(m)$	2,41	$\hat{a}(m)$	1,64	$\hat{a}(m)$	2,41
$\hat{G}_S(\%)$	53,80	$\hat{G}_S(\%)$	36,79	$\hat{G}_S(\%)$	53,94
$Ef.(\%)$	46,25	$Ef.(\%)$	0,00	$Ef.(\%)$	46,63
$\hat{D}$	0,22	$\hat{D}$	0,30	$\hat{D}$	0,23

N: nº de indivíduos selecionados; N_{fo} = nº de progênies do teste; N_f : nº de progênies selecionadas; k_f : nº de indivíduos selecionados por progênie; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por progênie; σ^2_{kf} : variância do nº de indivíduos selecionados por progênie; N_e : tamanho efetivo; μ : média geral; $\hat{a}$: efeito genético aditivo = **IME**: Índice Multi-efeito; $\hat{G}_S$: Ganho na seleção; **Ef:** eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; $\hat{D}$: Diversidade genética.

Tabela A5. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Altura Total (HT) com onze anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).

k_f = ∀K≠0		k_f = K≠0		k_f ≤ 3	
Prog.	k_f	**Prog.**	k_f	**Prog.**	k_f
1	1	11	3	1	1
8	1	22	3	8	1
11	1	25	3	11	1
18	1	27	3	18	1
20	1	29	3	20	1
22	1	32	3	22	1
23	1	34	3	23	1
26	1	35	3	26	1
27	1	36	3	27	1
29	1	37	3	29	1
30	1	38	3	30	1
35	3	39	3	35	3
36	2	40	3	36	2
37	1	42	3	37	1
38	2	43	3	38	2
39	2	46	3	39	2
42	1	47	3	42	1
46	1	48	3	46	1
47	3	51	3	47	3
48	2	57	3	48	2
50	1			50	1
54	1			54	1
N	30	N	60	N	30
N_{fo}	66	N_{fo}	66	N_{fo}	66
N_f	22	N_f	20	N_f	22
$\bar{k}_f$	1,36	$\bar{k}_f$	3	$\bar{k}_f$	1,36
$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,43	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,45
N_e	25,64	N_e	40	N_e	25,58
$\mu(m)$	5,20	$\mu(m)$	5,20	$\mu(m)$	5,20
$\hat{a}(m)$	2,86	$\hat{a}(m)$	1,95	$\hat{a}(m)$	2,86
$\hat{G}_s(\%)$	55,04	$\hat{G}_s(\%)$	37,57	$\hat{G}_s(\%)$	55,04
$Ef.(\%)$	46,52	$Ef.(\%)$	0,00	$Ef.(\%)$	46,52
$\hat{D}$	0,27	$\hat{D}$	0,30	$\hat{D}$	0,27

N: nº de indivíduos selecionados; N_{fo} = nº de progênies do teste; N_f : nº de progênies selecionadas; k_f : nº de indivíduos selecionados por progênie; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por progênie; σ^2_{kf} : variância do nº de indivíduos selecionados por progênie; N_e : tamanho efetivo; μ : média geral; $\hat{a}$: efeito genético aditivo = **IME**: Índice Multi-efeito; $\hat{G}_S$: Ganho na seleção; **Ef:** eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; $\hat{D}$: Diversidade genética.

Tabela A6. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Diâmetro do Coleto (DC) com um ano de idade, sem covariância em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).

k_f = ∀K≠0		k_f = K≠0		k_f ≤ 3	
Prog.	k_f	**Prog.**	k_f	**Prog.**	k_f
23	1	11	3	23	1
26	1	25	3	26	1
27	1	27	3	27	1
29	5	28	3	29	3
30	1	29	3	30	1
35	1	32	3	35	1
36	2	34	3	36	2
37	2	35	3	37	2
38	5	36	3	38	3
40	1	37	3	40	1
43	1	38	3	43	1
47	7	39	3	47	3
48	2	40	3	48	2
		42	3		
		43	3		
		44	3		
		46	3		
		47	3		
		52	3		
		57	3		
N	30	N	60	N	22
N_{fo}	66	N_{fo}	66	N_{fo}	66
N_f	13	N_f	20	N_f	13
$\bar{k}_f$	2,31	$\bar{k}_f$	3	$\bar{k}_f$	1,69
$\hat{\sigma}^2_{kf}$	4,06	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,73
N_e	16,98	N_e	40	N_e	17,17
$\mu(m)$	0,80	$\mu(m)$	0,80	$\mu(m)$	0,80
$\hat{a}(m)$	0,59	$\hat{a}(m)$	0,41	$\hat{a}(m)$	0,60
$\hat{G}_s(\%)$	73,11	$\hat{G}_s(\%)$	51,25	$\hat{G}_s(\%)$	74,70
$Ef.(\%)$	42,65	$Ef.(\%)$	0,00	$Ef.(\%)$	45,76
$\hat{D}$	0,12	$\hat{D}$	0,30	$\hat{D}$	0,16

N: nº de indivíduos selecionados; N_{fo} = nº de progênies do teste; N_f : nº de progênies selecionadas; k_f : nº de indivíduos selecionados por progênie; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por progênie; σ^2_{kf} : variância do nº de indivíduos selecionados por progênie; N_e : tamanho efetivo; μ : média geral; $\hat{a}$: efeito genético aditivo = **IME**: Índice Multi-efeito; $\hat{G}_S$: Ganho na seleção; **Ef:** eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; $\hat{D}$: Diversidade genética.

Tabela A7. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Diâmetro do Coleto (DC) com três anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III (k_f ≤ 3).

k_f = ∀K≠0		k_f = K≠0		k_f ≤ 3	
Prog.	k_f	**Prog.**	k_f	**Prog.**	k_f
23	1	11	3	23	1
26	1	25	3	26	1
27	1	27	3	27	1
29	5	28	3	29	3
30	1	29	3	30	1
35	1	32	3	35	1
36	2	34	3	36	2
37	2	35	3	37	2
38	5	36	3	38	3
40	1	37	3	40	1
43	1	38	3	43	1
47	7	39	3	47	3
48	2	40	3	48	2
		42	3		
		43	3		
		44	3		
		46	3		
		47	3		
		52	3		
		57	3		
N	30	N	60	N	22
N_{fo}	66	N_{fo}	66	N_{fo}	66
N_f	13	N_f	20	N_f	13
$\bar{k}_f$	2,31	$\bar{k}_f$	3	$\bar{k}_f$	1,69
$\hat{\sigma}^2_{kf}$	4,06	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,73
N_e	16,98	N_e	40	N_e	17,17
$\mu(m)$	2,10	$\mu(m)$	2,10	$\mu(m)$	2,10
$\hat{a}(m)$	1,54	$\hat{a}(m)$	1,10	$\hat{a}(m)$	1,58
$\hat{G}_s(\%)$	73,55	$\hat{G}_s(\%)$	52,53	$\hat{G}_s(\%)$	75,03
$Ef.(\%)$	40,02	$Ef.(\%)$	0,00	$Ef.(\%)$	42,84
$\hat{D}$	0,12	$\hat{D}$	0,30	$\hat{D}$	0,16

N: nº de indivíduos selecionados; N_{fo} = nº de progênies do teste; N_f : nº de progênies selecionadas; k_f : nº de indivíduos selecionados por progênie; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por progênie; σ^2_{kf} : variância do nº de indivíduos selecionados por progênie; N_e : tamanho efetivo; μ : média geral; $\hat{a}$: efeito genético aditivo = **IME**: Índice Multi-efeito; $\hat{G}_S$: Ganho na seleção; **Ef:** eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; $\hat{D}$: Diversidade genética.

Tabela A8. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com cinco anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III ($k_f \leq 3$).

k_f = ∀K≠0		k_f = K≠0		$k_f \leq 3$	
Prog.	k_f	**Prog.**	k_f	**Prog.**	k_f
15	1	1	3	15	1
23	1	16	3	23	1
26	2	25	3	26	2
27	1	26	3	27	1
28	1	27	3	28	1
29	3	28	3	29	3
36	3	29	3	36	3
37	2	33	3	37	2
38	5	34	3	38	3
40	2	36	3	40	2
47	4	37	3	47	3
48	1	38	3	48	1
50	2	39	3	50	2
55	1	40	3	55	1
		43	3		
		44	3		
		46	3		
		47	3		
		52	3		
		57	3		
N	29	N	60	N	26
N_{fo}	66	N_{fo}	66	N_{fo}	66
N_f	14	N_f	20	N_f	14
$\bar{k}_f$	2,07	$\bar{k}_f$	3	$\bar{k}_f$	1,86
$\hat{\sigma}^2_{kf}$	1,61	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,75
N_e	19,83	N_e	40	N_e	19,77
$\mu(m)$	5,11	$\mu(m)$	5,11	$\mu(m)$	5,11
$\hat{a}(m)$	2,41	$\hat{a}(m)$	1,71	$\hat{a}(m)$	2,37
$\hat{G}_s(\%)$	47,11	$\hat{G}_s(\%)$	33,52	$\hat{G}_s(\%)$	46,41
$Ef.(\%)$	40,56	$Ef.(\%)$	0,00	$Ef.(\%)$	38,46
$\hat{D}$	0,16	$\hat{D}$	0,30	$\hat{D}$	0,18

N: nº de indivíduos selecionados; N_{fo} = nº de progênies do teste; N_f : nº de progênies selecionadas; k_f : nº de indivíduos selecionados por progênie; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por progênie; σ^2_{kf} : variância do nº de indivíduos selecionados por progênie; N_e : tamanho efetivo; μ : média geral; $\hat{a}$: efeito genético aditivo = **IME**: Índice Multi-efeito; $\hat{G}_S$: Ganho na seleção; **Ef:** eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; $\hat{D}$: Diversidade genética.

Tabela A9. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com dez anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III ($k_f \leq 3$).

k_f = ∀K≠0		k_f = K≠0		$k_f \leq 3$	
Prog.	k_f	**Prog.**	k_f	**Prog.**	k_f
10	1	26	3	10	1
18	1	27	3	18	1
23	1	28	3	23	1
27	1	29	3	27	1
28	2	34	3	28	2
29	3	35	3	29	3
30	1	36	3	30	1
35	2	37	3	35	2
36	3	38	3	36	3
37	2	39	3	37	2
38	4	40	3	38	3
40	1	41	3	40	1
41	1	42	3	41	1
43	1	43	3	43	1
44	1	44	3	44	1
47	4	46	3	47	3
48	1	47	3	48	1
		50	3		
		52	3		
		57	3		
N	30	N	60	N	28
N_{fo}	66	N_{fo}	66	N_{fo}	66
N_f	17	N_f	20	N_f	17
$\bar{k}_f$	1,76	$\bar{k}_f$	3	$\bar{k}_f$	1,69
$\hat{\sigma}^2_{kf}$	1,19	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,74
N_e	22,06	N_e	40	N_e	22,38
$\mu(m)$	7,00	$\mu(m)$	7,00	$\mu(m)$	7,00
$\hat{a}(m)$	5,65	$\hat{a}(m)$	4,30	$\hat{a}(m)$	5,68
$\hat{G}_S(\%)$	80,65	$\hat{G}_S(\%)$	61,41	$\hat{G}_S(\%)$	81,08
$Ef.(\%)$	31,32	$Ef.(\%)$	0,00	$Ef.(\%)$	32,02
$\hat{D}$	0,19	$\hat{D}$	0,30	$\hat{D}$	0,20

N: nº de indivíduos selecionados; N_{fo} = nº de progênies do teste; N_f : nº de progênies selecionadas; k_f : nº de indivíduos selecionados por progênie; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por progênie; σ^2_{kf} : variância do nº de indivíduos selecionados por progênie; N_e : tamanho efetivo; μ : média geral; $\hat{a}$: efeito genético aditivo = **IME**: Índice Multi-efeito; $\hat{G}_S$: Ganho na seleção; **Ef:** eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; $\hat{D}$: Diversidade genética.

Tabela A10. Comparação entre as formas de seleção para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com onze anos de idade, sem covariância em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG, em três condições: I (k_f = K≠0), II (k_f = ∀K≠0) e III ($k_f \leq 3$).

k_f = ∀K≠0		k_f = K≠0		$k_f \leq 3$	
Prog.	k_f	**Prog.**	k_f	**Prog.**	k_f
6	1	26	3	6	1
27	1	27	3	27	1
29	3	28	3	29	3
30	1	29	3	30	1
35	3	34	3	35	3
36	4	35	3	36	4
37	2	36	3	37	2
38	4	37	3	38	4
40	2	38	3	40	2
41	1	39	3	41	1
43	1	40	3	43	1
46	1	41	3	46	1
47	4	42	3	47	4
48	2	43	3	48	2
		44	3		
		46	3		
		47	3		
		50	3		
		52	3		
		57	3		
N	30	N	60	N	27
N_{fo}	66	N_{fo}	66	N_{fo}	66
N_f	14	N_f	20	N_f	14
$\bar{k}_f$	2,14	$\bar{k}_f$	3	$\bar{k}_f$	1,93
$\hat{\sigma}^2_{kf}$	1,52	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0	$\hat{\sigma}^2_{kf}$	0,84
N_e	20,51	N_e	40	N_e	20,13
$\mu(m)$	7,36	$\mu(m)$	7,36	$\mu(m)$	7,36
$\hat{a}(m)$	6,44	$\hat{a}(m)$	4,74	$\hat{a}(m)$	6,49
$\hat{G}_S(\%)$	87,45	$\hat{G}_S(\%)$	64,37	$\hat{G}_S(\%)$	88,16
$Ef.(\%)$	35,85	$Ef.(\%)$	0,00	$Ef.(\%)$	36,96
$\hat{D}$	0,16	$\hat{D}$	0,30	$\hat{D}$	0,18

N: nº de indivíduos selecionados; N_{fo} = nº de progênies do teste; N_f : nº de progênies selecionadas; k_f : nº de indivíduos selecionados por progênie; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por progênie; σ^2_{kf} : variância do nº de indivíduos selecionados por progênie; N_e : tamanho efetivo; μ : média geral; $\hat{a}$: efeito genético aditivo = **IME**: Índice Multi-efeito; $\hat{G}_S$: Ganho na seleção; **Ef:** eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; $\hat{D}$: Diversidade genética.

Tabela A11. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Altura Total (HT) com um ano de idade, sem covariância, em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

PROPAGAÇÃO SEXUADA						PROPAGAÇÃO ASSAEXUADA					
Bloco	Família	Árvore	a	u+a	GD%	Bloco	Família	Árvore	g	u+g	GD%
1	57	4	0,40	1,03	39%	1	12	4	0,63	1,26	50%
1	12	4	0,37	1,00	37%	1	57	4	0,60	1,23	49%
1	48	2	0,34	0,97	35%	1	48	2	0,53	1,16	46%
1	6	5	0,32	0,95	34%	1	6	5	0,52	1,15	45%
1	52	3	0,32	0,95	33%	1	52	3	0,48	1,11	43%
1	48	3	0,29	0,92	31%	1	48	3	0,44	1,07	41%
2	36	4	0,25	0,88	28%	1	55	4	0,39	1,02	38%
3	25	3	0,24	0,88	28%	2	41	5	0,38	1,01	37%
3	38	4	0,23	0,86	27%	1	27	5	0,37	1,00	37%
1	55	4	0,23	0,86	27%	3	25	3	0,36	0,99	36%
3	57	4	0,23	0,86	26%	1	45	3	0,36	0,99	36%
3	36	1	0,23	0,86	26%	1	22	2	0,35	0,98	36%
1	22	2	0,23	0,86	26%	2	36	4	0,35	0,98	35%
3	47	2	0,22	0,85	26%	3	38	4	0,32	0,95	33%
1	27	5	0,22	0,85	26%	3	57	4	0,31	0,94	33%
1	47	2	0,21	0,84	25%	3	36	1	0,31	0,94	33%
1	38	1	0,21	0,84	25%	2	40	2	0,31	0,94	33%
2	40	2	0,21	0,84	25%	3	47	2	0,30	0,93	32%
1	36	1	0,20	0,84	24%	3	40	4	0,29	0,92	32%
1	46	4	0,20	0,83	24%	1	46	4	0,29	0,92	31%
2	41	5	0,20	0,83	24%	2	29	1	0,28	0,92	31%
3	40	4	0,20	0,83	24%	1	47	2	0,28	0,91	31%
2	29	1	0,20	0,83	24%	1	38	1	0,27	0,91	30%
2	36	5	0,20	0,83	24%	1	40	3	0,27	0,90	30%
1	47	1	0,19	0,82	23%	1	36	1	0,27	0,90	30%
1	40	3	0,19	0,82	23%	2	36	5	0,26	0,89	29%
2	47	1	0,19	0,82	23%	1	47	1	0,25	0,88	28%
1	38	5	0,19	0,82	23%	3	57	3	0,24	0,87	28%
1	45	3	0,19	0,82	23%	1	38	5	0,24	0,87	28%
3	57	3	0,19	0,82	23%	2	47	1	0,24	0,87	27%

Tabela A12. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Altura Total (HT) com três anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

PROPAGAÇÃO SEXUADA						PROPAGAÇÃO ASSAEXUADA					
Bloco	Família	Árvore	a	u+a	GD%	Bloco	Família	Árvore	g	u+g	GD%
1	48	3	0,97	2,42	40%	1	48	3	1,52	2,96	51%
1	48	2	0,81	2,25	36%	1	48	2	1,25	2,69	46%
2	35	1	0,78	2,22	35%	2	35	1	1,23	2,67	46%
3	36	1	0,75	2,20	34%	1	6	5	1,13	2,57	44%
3	38	5	0,75	2,20	34%	3	38	5	1,07	2,51	43%
2	46	2	0,72	2,16	33%	2	46	2	1,07	2,51	43%
1	36	3	0,70	2,14	33%	3	36	1	1,03	2,47	42%
3	47	5	0,68	2,12	32%	1	27	5	1,00	2,44	41%
1	6	5	0,67	2,12	32%	1	22	2	0,98	2,42	40%
3	47	2	0,67	2,12	32%	1	12	4	0,97	2,41	40%
1	27	5	0,67	2,11	32%	3	47	5	0,94	2,38	40%
1	22	2	0,63	2,07	31%	1	36	3	0,94	2,38	40%
1	38	5	0,63	2,07	30%	3	47	2	0,93	2,37	39%
2	36	4	0,62	2,06	30%	2	29	2	0,89	2,33	38%
1	47	2	0,61	2,05	30%	3	42	4	0,88	2,32	38%
3	42	4	0,60	2,04	29%	2	30	1	0,86	2,30	37%
1	38	1	0,59	2,04	29%	1	38	5	0,86	2,30	37%
2	29	2	0,59	2,03	29%	1	47	2	0,83	2,27	36%
2	36	5	0,55	2,00	28%	2	37	2	0,81	2,25	36%
3	57	4	0,54	1,98	27%	2	36	4	0,81	2,25	36%
2	47	2	0,54	1,98	27%	1	38	1	0,81	2,25	36%
3	25	3	0,54	1,98	27%	3	25	3	0,79	2,23	35%
3	47	3	0,53	1,98	27%	2	29	1	0,78	2,22	35%
1	12	4	0,52	1,97	27%	3	57	4	0,77	2,21	35%
2	29	1	0,52	1,97	27%	2	47	2	0,71	2,15	33%
2	30	1	0,52	1,96	27%	3	47	3	0,70	2,14	33%
2	39	4	0,52	1,96	27%	2	36	5	0,69	2,13	33%
2	39	5	0,52	1,96	27%	2	39	4	0,67	2,11	32%
2	37	2	0,51	1,96	26%	2	39	5	0,67	2,11	32%
1	36	1	0,51	1,96	26%	1	36	1	0,63	2,07	30%

Tabela A13. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Altura Total (HT) com cinco anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

PROPAGAÇÃO SEXUADA						PROPAGAÇÃO ASSAEXUADA					
Bloco	Família	Árvore	a	u+a	GD%	Bloco	Família	Árvore	g	u+g	GD%
1	48	3	3,50	7,18	49%	1	48	3	5,63	9,30	61%
1	48	2	2,96	6,63	45%	1	48	2	4,71	8,38	56%
3	38	1	2,20	5,87	38%	3	9	4	3,35	7,02	48%
1	27	5	2,13	5,80	37%	1	27	5	3,31	6,98	47%
3	25	3	2,06	5,73	36%	3	25	3	3,18	6,85	46%
3	9	4	2,04	5,71	36%	3	38	1	3,09	6,76	46%
3	47	2	1,90	5,57	34%	1	22	2	3,01	6,68	45%
2	36	4	1,88	5,55	34%	1	24	5	2,92	6,59	44%
1	22	2	1,84	5,52	33%	2	40	2	2,82	6,49	43%
2	40	2	1,82	5,50	33%	2	25	3	2,77	6,44	43%
2	25	3	1,82	5,49	33%	2	36	4	2,69	6,36	42%
3	47	1	1,79	5,46	33%	3	14	2	2,69	6,36	42%
1	24	5	1,75	5,42	32%	3	37	2	2,64	6,31	42%
1	36	1	1,72	5,40	32%	3	35	2	2,60	6,27	41%
1	47	2	1,70	5,38	32%	2	43	4	2,57	6,24	41%
3	37	2	1,70	5,37	32%	3	47	2	2,54	6,21	41%
1	38	5	1,69	5,36	32%	1	36	1	2,44	6,11	40%
3	38	5	1,66	5,33	31%	3	57	4	2,38	6,05	39%
3	57	4	1,63	5,30	31%	3	47	1	2,35	6,02	39%
3	14	2	1,61	5,29	31%	1	52	5	2,35	6,02	39%
1	52	5	1,58	5,26	30%	1	40	3	2,35	6,02	39%
1	38	1	1,58	5,25	30%	3	30	5	2,33	6,00	39%
3	35	2	1,56	5,23	30%	1	46	4	2,28	5,95	38%
2	43	4	1,55	5,23	30%	1	38	5	2,23	5,90	38%
1	46	4	1,55	5,22	30%	1	47	2	2,21	5,88	38%
1	40	3	1,54	5,21	30%	3	38	5	2,18	5,85	37%
2	38	1	1,51	5,18	29%	1	38	1	2,05	5,72	36%
2	38	5	1,51	5,18	29%	2	38	1	1,94	5,61	35%
2	47	5	1,44	5,11	28%	2	38	5	1,94	5,61	35%
3	30	5	1,43	5,10	28%	2	47	5	1,76	5,43	32%

Tabela A14. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Altura Total (HT) com dez anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

PROPAGAÇÃO SEXUADA						PROPAGAÇÃO ASSAEXUADA					
Bloco	Família	Árvore	a	u+a	GD%	Bloco	Família	Árvore	g	u+g	GD%
1	6	5	4,56	9,04	51%	1	6	5	7,38	11,85	62%
1	12	4	3,91	8,38	47%	1	12	4	6,86	11,33	61%
2	35	1	3,19	7,66	42%	2	35	1	5,02	9,49	53%
1	48	3	3,09	7,56	41%	1	48	3	4,88	9,35	52%
3	36	1	3,05	7,52	41%	1	48	2	4,47	8,94	50%
1	48	2	2,84	7,31	39%	3	36	1	4,42	8,89	50%
2	46	2	2,59	7,06	37%	2	46	2	3,95	8,42	47%
1	36	3	2,43	6,91	35%	2	12	5	3,80	8,27	46%
1	27	5	2,34	6,81	34%	3	49	3	3,73	8,20	46%
3	42	4	2,32	6,79	34%	2	28	1	3,71	8,18	45%
1	22	2	2,30	6,77	34%	1	22	2	3,71	8,18	45%
1	47	2	2,29	6,77	34%	1	27	5	3,69	8,16	45%
2	28	1	2,29	6,76	34%	1	45	3	3,60	8,07	45%
1	38	1	2,24	6,71	33%	1	23	2	3,45	7,92	44%
2	36	4	2,22	6,70	33%	1	36	3	3,39	7,86	43%
3	57	4	2,15	6,63	33%	3	42	4	3,39	7,86	43%
3	39	1	2,15	6,63	33%	2	37	2	3,23	7,70	42%
3	49	3	2,14	6,61	32%	3	57	4	3,13	7,60	41%
3	38	5	2,11	6,59	32%	1	38	1	3,11	7,58	41%
2	12	5	2,07	6,55	32%	1	35	4	3,08	7,55	41%
1	23	2	2,06	6,53	32%	1	35	5	3,08	7,55	41%
1	35	5	2,02	6,50	31%	3	39	1	3,06	7,53	41%
1	35	4	2,02	6,50	31%	2	36	4	3,05	7,52	41%
1	45	3	2,02	6,50	31%	1	47	2	3,01	7,48	40%
1	38	5	1,99	6,46	31%	3	46	4	2,91	7,38	39%
2	37	2	1,98	6,46	31%	3	38	5	2,90	7,37	39%
2	36	5	1,98	6,45	31%	1	38	5	2,69	7,16	38%
3	46	4	1,96	6,44	31%	2	29	2	2,69	7,16	38%
2	29	2	1,92	6,40	30%	2	36	5	2,63	7,10	37%
3	47	5	1,92	6,40	30%	3	47	5	2,39	6,86	35%

Tabela A15. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Altura Total (HT) com onze anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

PROPAGAÇÃO SEXUADA						PROPAGAÇÃO ASSAEXUADA					
Bloco	Família	Árvore	a	u+a	GD%	Bloco	Família	Árvore	g	u+g	GD%
1	48	3	4,12	9,33	44%	1	48	3	6,65	11,85	56%
1	36	3	3,94	9,14	43%	1	36	3	5,79	10,99	53%
2	46	2	3,65	8,86	41%	2	46	2	5,76	10,96	53%
2	35	1	3,52	8,73	40%	2	35	1	5,38	10,58	51%
3	38	5	3,18	8,39	38%	3	50	2	5,13	10,33	50%
3	50	2	3,07	8,28	37%	2	1	2	5,01	10,21	49%
3	36	1	3,02	8,23	37%	2	54	1	4,90	10,10	49%
2	37	2	3,02	8,23	37%	2	37	2	4,76	9,96	48%
3	47	5	2,95	8,16	36%	3	20	4	4,66	9,86	47%
2	54	1	2,94	8,15	36%	3	38	5	4,63	9,83	47%
2	1	2	2,94	8,15	36%	2	30	1	4,61	9,81	47%
3	42	4	2,94	8,14	36%	1	48	2	4,57	9,77	47%
1	48	2	2,88	8,09	36%	2	18	2	4,49	9,69	46%
2	30	1	2,79	8,00	35%	2	8	1	4,35	9,55	46%
3	20	4	2,75	7,96	35%	3	36	1	4,27	9,47	45%
2	11	4	2,75	7,96	35%	3	26	5	4,26	9,46	45%
1	38	5	2,72	7,93	34%	2	11	4	4,22	9,42	45%
2	18	2	2,71	7,92	34%	3	42	4	4,19	9,39	45%
3	26	5	2,66	7,87	34%	1	23	2	4,03	9,23	44%
2	47	2	2,62	7,83	34%	3	47	5	3,97	9,17	43%
2	8	1	2,60	7,81	33%	1	27	5	3,90	9,10	43%
1	47	5	2,57	7,78	33%	1	38	5	3,86	9,06	43%
1	35	4	2,53	7,74	33%	1	22	2	3,80	9,00	42%
1	35	5	2,53	7,74	33%	1	35	4	3,73	8,93	42%
1	27	5	2,52	7,73	33%	1	35	5	3,73	8,93	42%
2	29	4	2,45	7,66	32%	2	29	4	3,58	8,78	41%
1	22	2	2,43	7,64	32%	2	47	2	3,42	8,62	40%
1	23	2	2,39	7,60	32%	1	47	5	3,34	8,54	39%
2	39	4	2,35	7,56	31%	2	39	4	3,19	8,39	38%
3	39	2	2,34	7,55	31%	3	39	2	3,18	8,38	38%

Tabela A16. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Diâmetro do Coleto (DC) com um ano de idade, sem covariância, em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

PROPAGAÇÃO SEXUADA						PROPAGAÇÃO ASSAEXUADA					
Bloco	Família	Árvore	a	u+a	GD%	Bloco	Família	Árvore	g	u+g	GD%
1	38	2	0,71	1,52	47%	3	47	2	1,00	1,80	55%
3	38	5	0,71	1,51	47%	2	30	1	1,00	1,80	55%
3	47	2	0,70	1,50	47%	1	48	3	0,99	1,79	55%
1	47	2	0,67	1,47	45%	1	37	2	0,99	1,79	55%
1	38	1	0,66	1,47	45%	1	38	2	0,97	1,77	55%
3	38	2	0,65	1,45	45%	3	38	5	0,96	1,76	55%
1	37	2	0,63	1,43	44%	1	47	2	0,95	1,75	54%
2	29	2	0,62	1,42	44%	2	35	1	0,93	1,73	54%
1	36	1	0,61	1,42	43%	1	27	3	0,91	1,71	53%
1	48	3	0,60	1,41	43%	2	29	2	0,90	1,70	53%
2	29	4	0,60	1,41	43%	1	38	1	0,89	1,69	53%
1	27	3	0,59	1,39	43%	1	23	2	0,88	1,68	52%
1	47	1	0,59	1,39	43%	2	29	4	0,87	1,68	52%
2	30	1	0,59	1,39	42%	1	36	1	0,86	1,66	52%
2	35	1	0,59	1,39	42%	1	26	1	0,86	1,66	52%
3	29	2	0,59	1,39	42%	3	38	2	0,86	1,66	52%
1	38	5	0,59	1,39	42%	3	29	2	0,85	1,65	52%
3	36	1	0,57	1,37	42%	2	37	2	0,84	1,64	51%
3	47	3	0,56	1,36	41%	1	47	1	0,83	1,63	51%
2	47	2	0,55	1,35	41%	1	48	2	0,82	1,62	51%
2	29	1	0,54	1,34	40%	3	36	1	0,79	1,59	50%
2	37	2	0,54	1,34	40%	2	29	1	0,77	1,57	49%
1	29	2	0,53	1,34	40%	3	47	3	0,77	1,57	49%
2	47	3	0,52	1,33	40%	1	38	5	0,76	1,56	49%
1	40	3	0,51	1,31	39%	1	29	2	0,76	1,56	49%
1	23	2	0,51	1,31	39%	2	47	2	0,75	1,56	49%
3	47	5	0,51	1,31	39%	1	40	3	0,75	1,55	48%
1	48	2	0,50	1,31	39%	2	43	2	0,74	1,54	48%
1	26	1	0,50	1,31	39%	2	47	3	0,71	1,51	47%
2	43	2	0,50	1,30	38%	3	47	5	0,68	1,48	46%

Tabela A17. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g) e valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Diâmetro do Coleto (DC) com três anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

PROPAGAÇÃO SEXUADA						PROPAGAÇÃO ASSAEXUADA					
Bloco	Família	Árvore	a	u+a	GD%	Bloco	Família	Árvore	g	u+g	GD%
1	38	2	1,88	3,99	47%	2	30	1	2,65	4,75	56%
3	38	5	1,87	3,98	47%	1	48	3	2,61	4,71	55%
3	47	2	1,82	3,93	47%	3	47	2	2,61	4,71	55%
1	38	1	1,75	3,86	46%	1	37	2	2,59	4,69	55%
1	47	2	1,75	3,86	46%	1	38	2	2,55	4,65	55%
3	38	2	1,71	3,81	45%	3	38	5	2,53	4,63	55%
1	37	2	1,65	3,76	44%	1	47	2	2,49	4,59	54%
2	29	2	1,64	3,75	44%	2	35	1	2,44	4,54	54%
1	36	1	1,62	3,73	44%	1	27	3	2,42	4,52	54%
1	48	3	1,59	3,70	43%	2	29	2	2,39	4,49	53%
2	29	4	1,58	3,69	43%	1	38	1	2,34	4,44	53%
2	30	1	1,57	3,68	43%	1	23	2	2,34	4,44	53%
1	27	3	1,57	3,68	43%	1	26	1	2,29	4,39	52%
1	38	5	1,56	3,67	43%	2	29	4	2,28	4,38	52%
2	35	1	1,56	3,67	43%	1	36	1	2,26	4,36	52%
1	47	1	1,55	3,66	43%	3	38	2	2,26	4,36	52%
3	29	2	1,54	3,65	42%	2	37	2	2,24	4,34	52%
3	36	1	1,51	3,62	42%	3	29	2	2,21	4,31	51%
3	47	3	1,47	3,58	41%	1	48	2	2,19	4,29	51%
2	29	1	1,44	3,55	41%	1	47	1	2,16	4,26	51%
2	37	2	1,44	3,55	41%	3	36	1	2,09	4,19	50%
2	47	2	1,43	3,54	41%	2	29	1	2,05	4,15	49%
1	29	2	1,42	3,53	40%	1	38	5	2,02	4,12	49%
2	47	3	1,38	3,49	40%	3	47	3	2,02	4,12	49%
1	40	3	1,36	3,47	40%	1	40	3	2,01	4,11	49%
1	23	2	1,35	3,46	39%	1	29	2	2,01	4,11	49%
1	26	1	1,35	3,45	39%	2	47	2	1,96	4,06	48%
1	48	2	1,34	3,45	39%	2	43	2	1,96	4,06	48%
3	47	5	1,33	3,44	39%	2	47	3	1,88	3,98	47%
2	43	2	1,32	3,43	39%	3	47	5	1,79	3,89	46%

Tabela A18. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com cinco anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

PROPAGAÇÃO SEXUADA						PROPAGAÇÃO ASSAEXUADA					
Bloco	Família	Árvore	a	u+a	GD%	Bloco	Família	Árvore	g	u+g	GD%
3	47	3	3,32	8,43	39%	3	47	3	4,77	9,88	48%
1	47	2	2,88	7,99	36%	3	26	1	4,11	9,22	45%
3	47	2	2,74	7,85	35%	1	47	2	4,05	9,16	44%
3	38	5	2,72	7,83	35%	2	36	4	3,96	9,07	44%
2	36	4	2,68	7,79	34%	3	47	2	3,81	8,92	43%
2	38	2	2,59	7,70	34%	1	40	3	3,80	8,91	43%
2	29	2	2,59	7,70	34%	2	50	4	3,77	8,88	42%
3	26	1	2,58	7,69	34%	1	37	2	3,77	8,88	42%
2	38	5	2,49	7,61	33%	1	23	2	3,71	8,82	42%
1	40	3	2,47	7,58	33%	2	28	3	3,70	8,81	42%
1	38	2	2,40	7,51	32%	3	50	1	3,58	8,69	41%
1	38	5	2,40	7,51	32%	3	15	5	3,55	8,66	41%
2	28	3	2,39	7,50	32%	1	26	1	3,55	8,66	41%
1	36	1	2,39	7,50	32%	3	55	3	3,54	8,65	41%
1	37	2	2,38	7,49	32%	1	27	3	3,52	8,63	41%
1	47	1	2,31	7,42	31%	3	40	4	3,51	8,62	41%
1	38	4	2,30	7,41	31%	1	48	3	3,51	8,62	41%
2	29	1	2,30	7,41	31%	2	29	2	3,47	8,58	40%
3	40	4	2,30	7,41	31%	1	36	1	3,47	8,58	40%
1	26	1	2,25	7,36	31%	3	37	2	3,43	8,54	40%
2	50	4	2,24	7,35	31%	3	38	5	3,40	8,51	40%
1	27	3	2,23	7,34	30%	2	38	2	3,18	8,29	38%
2	36	5	2,20	7,31	30%	2	36	5	3,16	8,27	38%
3	55	3	2,18	7,29	30%	1	47	1	3,09	8,20	38%
3	37	2	2,18	7,29	30%	2	38	5	3,03	8,14	37%
1	29	2	2,16	7,27	30%	2	29	1	2,99	8,10	37%
3	15	5	2,16	7,27	30%	1	38	2	2,86	7,97	36%
1	23	2	2,15	7,26	30%	1	38	5	2,86	7,97	36%
3	50	1	2,13	7,24	29%	1	29	2	2,77	7,88	35%
1	48	3	2,11	7,23	29%	1	38	4	2,70	7,81	35%

Tabela A19. Efeitos aditivos (a), valores genéticos aditivos preditos (u+a), efeitos genotípicos (g), valores genotípicos preditos (u+g) e ganho de seleção percentual (GD%) dos 20 melhores indivíduos, para o caráter Diâmetro a Altura do Peito (DAP) com dez anos de idade, sem covariância, em um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog.(Baru), considerando três procedências, instaladas em 1996 em Brasilândia-MG.

PROPAGAÇÃO SEXUADA						PROPAGAÇÃO ASSAEXUADA					
Bloco	Família	Árvore	a	u+a	GD%	Bloco	Família	Árvore	g	u+g	GD%
1	38	2	6,63	13,63	49%	2	18	2	10,21	17,21	59%
2	29	4	6,59	13,59	48%	2	30	1	9,66	16,66	58%
2	18	2	6,19	13,20	47%	3	41	3	9,42	16,42	57%
1	38	5	6,19	13,19	47%	1	23	2	9,39	16,39	57%
3	36	1	6,15	13,15	47%	2	29	4	9,35	16,35	57%
3	47	5	6,01	13,01	46%	1	48	3	9,19	16,19	57%
1	47	2	5,97	12,98	46%	2	37	2	9,12	16,12	57%
2	37	2	5,84	12,84	46%	1	37	2	9,01	16,01	56%
3	29	2	5,79	12,80	45%	1	38	2	9,00	16,00	56%
2	30	1	5,79	12,80	45%	1	27	3	8,91	15,91	56%
1	37	2	5,77	12,78	45%	3	36	1	8,73	15,73	56%
3	41	3	5,77	12,77	45%	3	10	3	8,71	15,71	55%
3	38	2	5,67	12,67	45%	2	40	4	8,51	15,51	55%
3	38	5	5,67	12,67	45%	1	28	3	8,42	15,42	55%
1	27	3	5,65	12,66	45%	1	38	5	8,27	15,27	54%
1	47	1	5,53	12,54	44%	2	28	1	8,22	15,22	54%
2	40	4	5,53	12,53	44%	3	35	1	8,16	15,16	54%
1	48	3	5,48	12,48	44%	2	35	1	8,12	15,12	54%
3	36	2	5,42	12,42	44%	3	43	4	8,10	15,10	54%
1	36	1	5,37	12,37	43%	3	29	2	8,03	15,03	53%
3	35	1	5,34	12,34	43%	2	44	5	8,03	15,03	53%
2	47	2	5,33	12,33	43%	3	47	5	7,95	14,95	53%
2	35	1	5,31	12,31	43%	1	47	2	7,89	14,89	53%
1	23	2	5,30	12,31	43%	3	36	2	7,51	14,51	52%
3	43	4	5,29	12,29	43%	1	36	1	7,42	14,42	51%
1	28	3	5,28	12,29	43%	3	38	2	7,39	14,39	51%
2	28	1	5,17	12,17	42%	3	38	5	7,39	14,39	51%
2	44	5	5,11	12,12	42%	1	47	1	7,16	14,16	51%
3	10	3	5,11	12,11	42%	1	29	2	6,87	13,87	50%
1	29	2	5,09	12,10	42%	2	47	2	6,81	13,81	49%